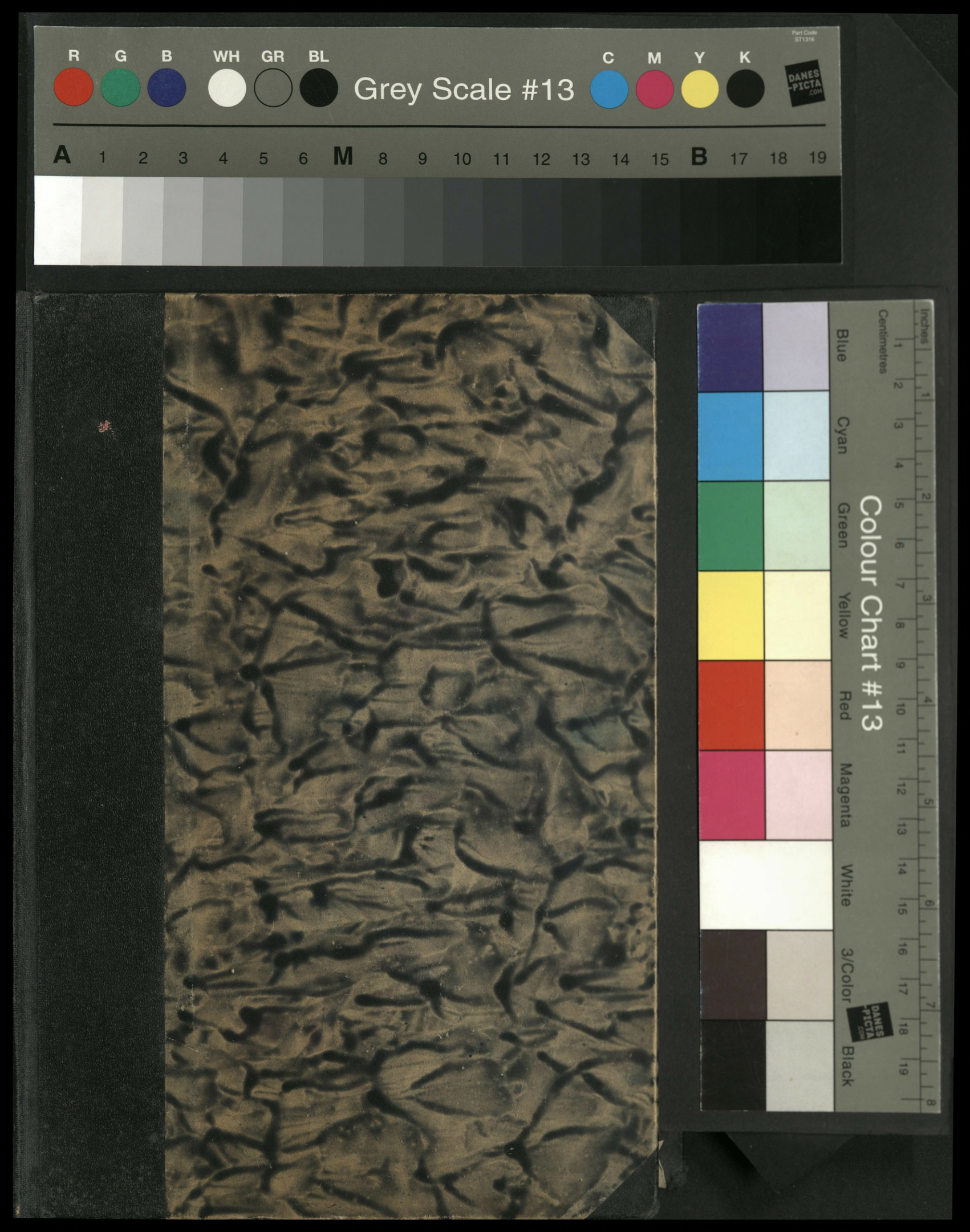
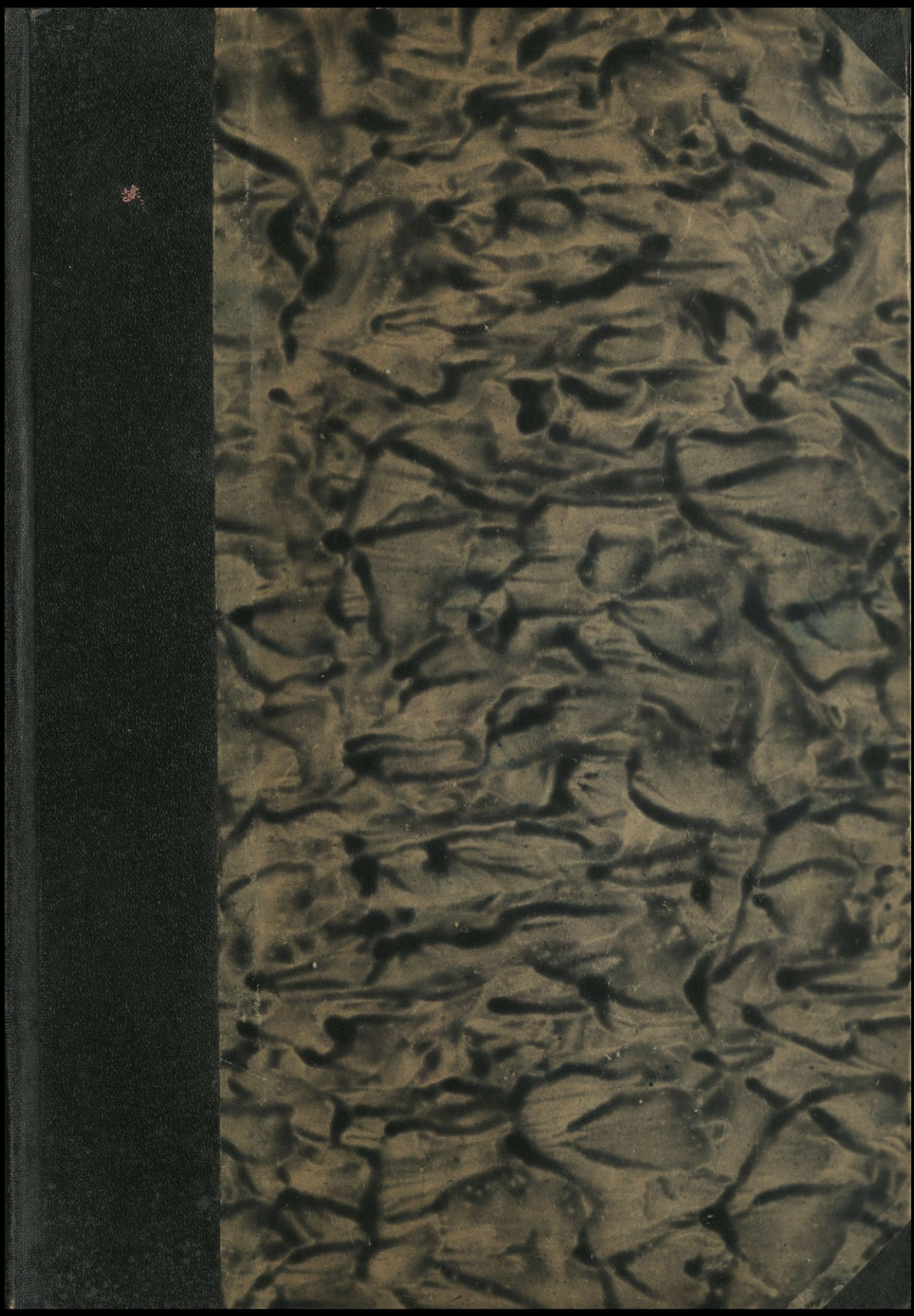

R G B WH GR BL C M Y K
Grey Scale #13
Part Code ST1316
DANES PICTA .COM
A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19
Colour Chart #13
Blue
Cyan
Green
Yellow
Red
Magenta
White
3/Color
Black
Inches
Centimetres



WOJNA CHEMICZNA NA LĄDZIE I NA MORZU

VEDDER i WALTON
PUŁKOWNICY ARMJI STAN. ZJEDNOCZONYCH

WOJNA CHEMICZNA
NA LĄDZIE I NA MORZU
I ZWIĄZANE Z NIĄ ZAGADNIENIA SŁUŻBY LEKARSKIEJ

TŁUMACZYŁA
H. BILIŃSKA

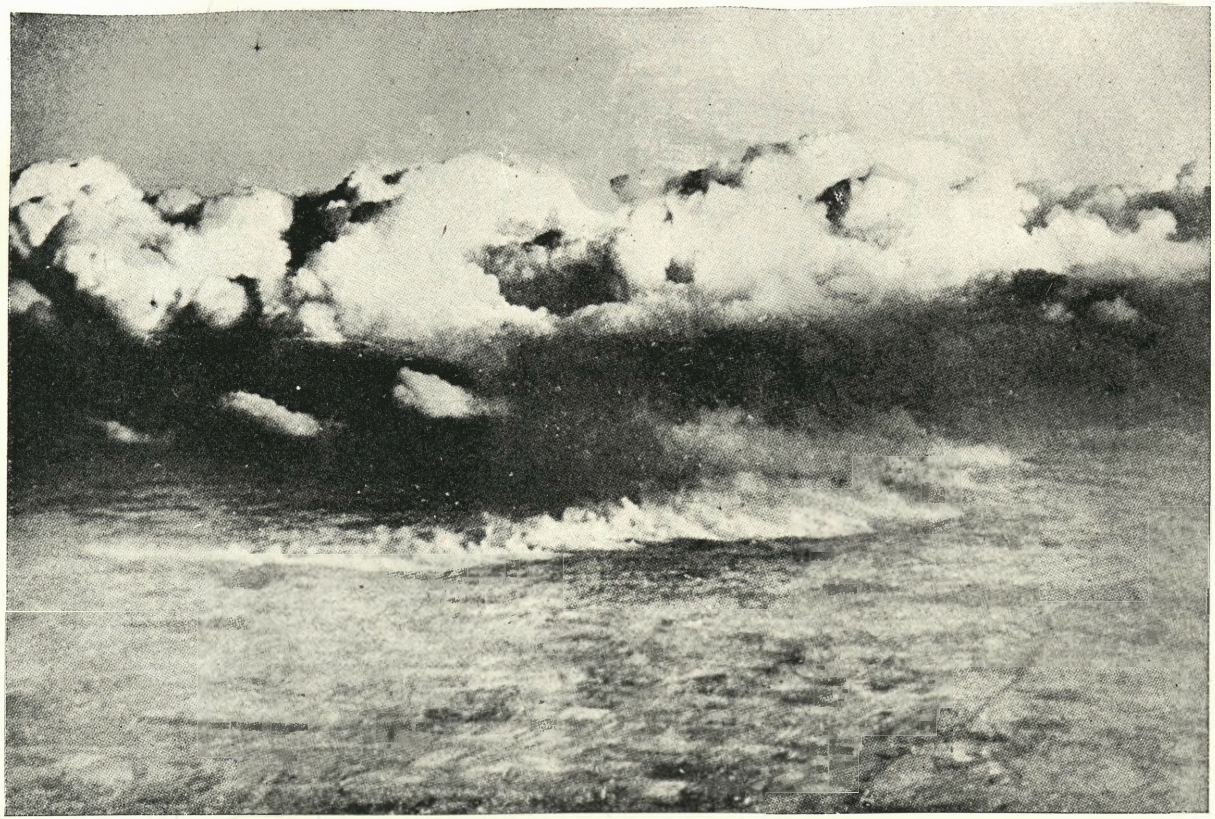
REDAKCJA
PPŁK. LEK. DR. MED.
STAN. PRZYCHOCKI
Z WOJSK. INST. PRZECIWGAZOWEGO

WYDANIE LIGI OBRONY POWIETRZNEJ
I PRZECIWGAZOWEJ

WARSZAWA—1930

Biblioteka Naukowa ASG
48794
im. gen. Bron. Świerczewskiego

Druk.: Piotr Pyz i S-ka, Warszawa, Miodowa 8.



Zdjęcie wykonane z aeroplanu pierwszego ataku gazowego dokonanego przez Niemców pod Ypres między Langenmark i Bixschoote około godz. 5 pop. 22 kwietnia 1915 roku.

W tym ataku wypuszczono 180 ton chloru z 6000 zbiorników na froncie długości 6 km. Atak trwał około 5 minut. Około 5000 żołnierzy padło, a zatruć było parę razy więcej. Stracono 50 dział i musiano opuścić pozycje.

SŁOWO WSTĘPNE.

Przypominając sobie mój brak odpowiedniego przygotowania, w chwili gdy dostałem rozkaz zbadania wojny chemicznej z punktu widzenia lekarskiego, sądzę, iż pewien zakres wiadomości w tym względzie jest niezbędny dla wszystkich lekarzy wojskowych. Mieliśmy z początku nadzieję, że da się utworzyć odpowiednią szkołę dla lekarzy wojskowych przy Arsenale w Edgewood. Okazało się to nie do urzeczywistnienia, ponieważ niewielka tylko liczba lekarzy mogłaby ze szkoły takiej korzystać. Usiłowałem przeto w tej pracy zgromadzić i podać możliwie najtreściwiej wiadomości, jakie lekarze wojskowi powinni posiadać w tej tak ważnej dziedzinie, ufam, że książka ta będzie pewnego rodzaju „pigułką", nietyle smaczną, ile lekko strawną. Zdobycie potrzebnych wiadomości, zawdzięczam przedewszystkiem „Notatkom o Wojnie Chemicznej" wydanym przez Szkołę Służby Broni Chemicznej w Arsenale w Edgewood i dziełu o „Oficjalnej Historji Wojny", wydanym w Londynie w roku 1923, tom II, który zawiera dział, dotyczący wojny chemicznej z punktu widzenia lekarskiego.

Pragnę również wyrazić na tym miejscu moją wdzięczność Porucznikowi Komandorowi Duncan C. Walton M. C., U. S. N. za wskazówki i cenną krytykę, oraz napisanie rozdziału o wojnie chemicznej na morzu z punktu widzenia lekarskiego.

Za wyjątkiem kilku fotografji otrzymanych z Wojskowego Muzeum Medycznego w Waszyngtonie D. C., resztę zdjęć zawdzięczam Panu Karolowi H. Brown z laboratorjum fotograficznego Arsenału w Edgewood.

WSTĘP.

Istniało zawsze i istnieje dotychczas wielkie uprzedzenie do stosowania gazów na wojnie. Argumenty za i przeciw, są nader ciekawe dla lekarza wojskowego. Chociaż lekarz wojskowy niema styczności z zaczepnem stosowaniem gazu, musi być jednak przygotowany do niesienia pomocy zatrutym, na wypadek użycia gazów przeciw ojczystej armji. Z tego punktu widzenia, prawdopodobieństwo użycia gazu w przyszłej wojnie, powinno interesować lekarza wojskowego i dlatego też postaramy się rozpatrzyć pokrótce tę możliwość.

Uprzedzenie do stosowania gazów wypływa głównie z następujących źródeł. Po pierwsze z faktu, że Niemcy, którzy pierwsi zastosowali gazy, pogwałcili przez to samo swe zobowiązania traktatowe, tak jak systematycznie gwałcili wszelkie inne zobowiązania, zarówno jak i prawa wojny, zachowywane zwykle przez wszystkie narody cywilizowane. To też wojna gazowa weszła w liczbę zbrodni zarzucanych Niemcom. Po drugie z faktu, że gaz jest bronią nową. Historja ułatwia nam zrozumienie tego uprzedzenia, ponieważ inne rodzaje broni spotykały się z tą samą opozycją, w początkach swego rozwoju. Gdy wynaleziono proch i ojców naszej współczesnej artylerji, ciężkie moździerze, to opisywano je jako hałaśliwe, cuchnące maszyny, które psuły łucznictwo. Gdy wprowadzono w użycie broń skałkową pisano z oburzeniem: że „żołnierze padają od wstrętnych kul, wystrzelonych przez tchórzliwych i podłych pachołków, którzy nie ośmieliliby się nigdy stanąć do walki w otwartem polu z prawdziwymi żołnierzami". Jednakże broń ta ostała się wbrew

uprzedzeniom i co więcej, udoskonaliła się znakomicie. Karabin ręczny i maszynowy, oraz inna podobna broń pozostała w użyciu, ponieważ okazała się najskuteczniejszą w walce. O utrzymaniu używania nadal jakiejś broni, stanowi jedynie jej skuteczność. Gdy człowiek, lub naród zostanie wciągnięty do walki, która ma zadecydować o jego istnieniu, najskuteczniejsza broń będzie zarazem dla niego najlepszą.

Ostatecznie, uprzedzenie istniejące co do używania gazów wypływa z przekonania, iż gaz jest bronią barbarzyńską i nieludzką. Bez wątpienia, wojna gazowa jest barbarzyńską, lecz taką jest każda wojna. Czyż wojna gazowa jest więcej nieludzka niż inne formy wojny i czy powoduje ona więcej strat i więcej cierpień? Czy następstwa zatruć gazowych są cięższe od ran zadanych inną bronią? Fakty dowodzą, że wojna gazowa jest bardziej ludzką, niż inny sposób walki. W czasie wojny światowej śmiertelność przy zatruciach gazowych była mniejszą niż od innych broni. Mieliśmy tylko 1.73 procent śmiertelności na całą ilość zatrutych gazami. Od broni palnej poniosło śmierć 8.26 procent rannych. Jeżeli weźmiemy pod uwagę zabitych na polu walki, dysproporcja ta będzie jeszcze znaczniejsza, gdyż na polu walki ginie wielu rannych, a niewielu tylko zagazowanych.

Gaz przyczynia mniej cierpień niż rany. Chlor, który był pierwszym gazem użytym na wojnie, jest środkiem silnie drażniącym, człowiek zatruty dusi się i odczuwa silny ból. Ponieważ zastosowano go przeciwko wojskom całkowicie niezabezpieczonym, śmiertelność przy tym pierwszym ataku była bardzo wielką. Wedle wszelkego prawdopodobieństwa, chlor nie będzie już nigdy stosowany jako gaz bojowy. Miejsce jego zajęły gazy silniej trujące i zarazem powodujące daleko mniej cierpień. Wysokie stężenie fosgenu lub chloropikryny powoduje niezwłoczną zapaść bez żadnych cierpień. Przy niższych stężeniach nie doświadcza się wcale bólu. Rzeczywiście, trudno nieraz przekonać człowieka zatrutego fosgenem, że musi porzucić pracę i położyć się. Wyższość działania iperytu polega głównie na tem, że wojska nie zdawały sobie sprawy, że zostały zagazowane. Człowiek zagazowany iperytem przychodził na posterunek sanitarny przeciętnie dopiero w osiem godzin po zagazowaniu. Z punktu widzenia wojskowego, gaz, który zatruwa bez bólu jest o wiele skuteczniejszy od gazu, który wywołuje

ból, gdyż ból ostrzega o niebezpieczeństwie i żołnierz nakłada maskę. Możemy zatem z całą pewnością twierdzić, że o ile człowiek zostaje zabity przez jakikolwiek gaz, przyczynia mu to mniej cierpień niż rany zadane bronią palną; gdy zatruty pozostaje przy życiu cierpi mniej niż ranni i cierpienia jego krócej trwają. Po upływie 24 godzin od chwili zagazowania fosgenem niebezpieczeństwo przemija i zatruty czuje się względnie dobrze. Nawet po zatruciach iperytem, czas przebywania w szpitalu jest znacznie krótszy, niż po zranieniu. Czy sądzicie iż istotnie bagnet jest bronią bardziej ludzką niż gaz? Wszak żołnierzom każą bagnet wbijać nieprzyjacielowi w brzuch i okręcać nim, co powoduje wielkie cierpienia i prawie pewną śmierć po długim konaniu. Czyż silnie wybuchowe środki i szrapnele są bardziej ludzką bronią? Pomyślcie o poszarpanych i zniekształconych członkach ciała. Przypomnijcie sobie widzianych ludzi z oderwaną szczęką lub zniekształconą twarzą (patrz ryc. 1). W armji Stanów Zjednoczonych 66 żołnierzy oślepło całkowicie, a 644 straciło jedno oko naskutek odniesionych ran; 4403 żołnierzy straciło ręce lub nogi; 4790 straciło możność ruchów w jednym lub kilku stawach. Wskutek zatrucia gazami oślepło jedynie czterech a częściowo utraciło wzrok 25. Czyż gaz który nie kaleczy nie jest bronią bardziej ludzką?

Twierdzono, iż zatrucia gazem pociągały za sobą niezdolność do pracy. Sprawozdania z biura Głównego Chirurga Armji Stanów Zjednoczonych, oraz wszystkie raporty pochodzące z francuskich, angielskich i niemieckich źródeł wskazują na to, iż zagazowanie nie zwiększa skłonności do gruźlicy i w rzadkich tylko wypadkach pozostawia po sobie poważne ślady w organiźmie. Sprawozdania ze szpitali Stanów Zjednoczonych wykazują: iż 70552 żołnierzy zatrutych gazami leczyło się w szpitalach francuskich, liczba podań domagających się od Biura odszkodowań wojennych odszkodowania z tytułu niezdolności do pracy, spowodowanej zatruciem gazami, przewyższyła znacznie tę cyfrę. Tak wielka niezgodność cyfr wskazuje na to, że nie można dawać wiary ludziom którzy twierdzą, że stali się niezdolnymi do pracy skutkiem zagazowania. Fakt, iż wielu z tych ludzi wierzy w to co mówi nie zmienia bynajmniej postaci rzeczy.

Pozatem wojnę gazową można uczynić mniej lub bardziej

niebezpieczną. Do innej broni nie da się to zastosować. Z chwilą gdy kula lub pocisk zostaną wystrzelone, wszelka kontrola nad niemi się kończy, a stopień uszkodzenia jaki spowodują jest jedynie kwestją przypadku. Stężenia zaś używanego gazu można zmieniać stosownie do koliczności i dla otrzymania pożądanych wyników można używać rozmaitych gazów i rozmaitych ich stężeń i zależnie od tego mogą one nie być ani śmiertelne, ani nawet mogą one nie powodować wielkich cierpień. Można stosować gaz łzawiący dla rozprószenia tłumu, wiedząc z całą pewnością, iż gaz ten najmniejszej szkody nikomu nie uczyni. Przyjdzie, a może już i nadszedł czas, że wojsko i policja za strzelanie do tłumu podlegać będą surowej krytyce. Gaz łzawiący lub trujące dymy rozprószą każdy tłum, o ile nie będzie on uzbrojony w maski najlepszego gatunku, a to nie pociągnie za sobą żadnych nieszczęśliwych następstw. Nadejdzie czas gdy karabiny ręczne, maszynowe i środki wybuchowe uznane zostaną w porównaniu z gazem za broń barbarzyńską i nieludzką, nietylko wówczas gdy stosowane będą przeciw tłumowi, lecz nawet i na wojnie.

Powyżej przytoczone fakty wykluczają wszelki logiczny sprzeciw co do użycia gazów. Jeżeli równocześnie będzie można dowieść, że gaz jest bronią bardziej skuteczną od innych, będzie się go używać wbrew wszelkim uprzedzeniom.

Przy rozważaniu skuteczności gazu w porównaniu z inną bronią, rozpatrzmy przedewszystkiem stosowanie gazu przeciwko niezabezpieczonym wojskom. W czasie pierwszego ataku niemieckiego, dnia 22 kwietnia 1915 roku, ogólna liczba poległych wynosiła 5000, a liczba zatrutych wielokrotnie przekroczyła tę cyfrę. Gdyby Niemcy zdawali sobie jasno sprawę ze skuteczności ataków gazowych mogliby byli swobodnie przejść Francję, aż do Kanału La Manche. Podobne wyniki otrzymano na froncie rosyjskim; ogólna liczba poległych i zatrutych, po trzech pierwszych atakach gazowych, wynosiła 140 oficerów i 21.000 ludzi. Z całkowitej liczby rannych podanych w raporcie Głównego Chirurga Armji Stanów Zjednoczonych z 1920 r. 70.552 żołnierzy, czyli 31,49 procent wynosiły wypadki zatrucia gazami.

Wypadki zagazowania, leczone w szpitalach we Francji.

Armja Stanów Zjednoczonych.

	Oficerowie	ŻOŁNIERZE			Razem	Ogólna liczba
		Biali	Kolorowi	Nieznani		
Gaz, duszący i trujący rodzaj nieznany . .	1,249	24,290	526	7,522	32,338	33,587
Chlor	31	1,607	36	169	1,812	1,843
Iperyt (gaz musztardowy) .	883	22,988	515	3,325	26,828	27,711
Fosgen	409	5,540	65	820	6,425	6,834
Arsiny	31	345	117	84	546	577
Razem	2,603	54,770	1,259	11,920	67,949	70,552

Powyższe cyfry nie obejmują wypadków śmierci na polu walki.

Ogólna liczba przyjętych do szpitali	224,089
Rannych	147,651 czyli 65,90%
Zagazowanych	70,552 czyli 31,49%
Umarło w szpitalu od ran, zadanych bronią palną .	12,192 czyli 89,05%
Umarło w szpitalu wskutek zagazowania	1,221 czyli 8,92%

Na 100 żołnierzy, rannych bronią palną, zmarło 8,26, na 100 zagazowanych, zmarło 1,73, z innych zaś przyczyn postradało życie 4,72 procent. (Sprawozdanie Głównego Chirurga Armji Stanów Zjednoczonych za rok 1920, strona 57 i 58).

Żadna inna, znana dotychczas broń, nie daje takich wyników; w przyszłości wygra wojnę ten naród, który będzie rozporządzał gazem przenikającym maskę nieprzyjacielską. Gaz przenikający przez maskę, działa na wojsko tak, jak gdyby nie posiadało ono żadnych masek, przyczem stan moralny żołnierzy może znacznie się pogorszyć, gdy przekonają się, że maska na której przywykli polegać nie zabezpiecza ich od gazu. Musimy również zaznaczyć, iż maska gazowa chroniąca od pewnego gatunku gazu, może przepuszczać z łatwością gazy nowego typu.

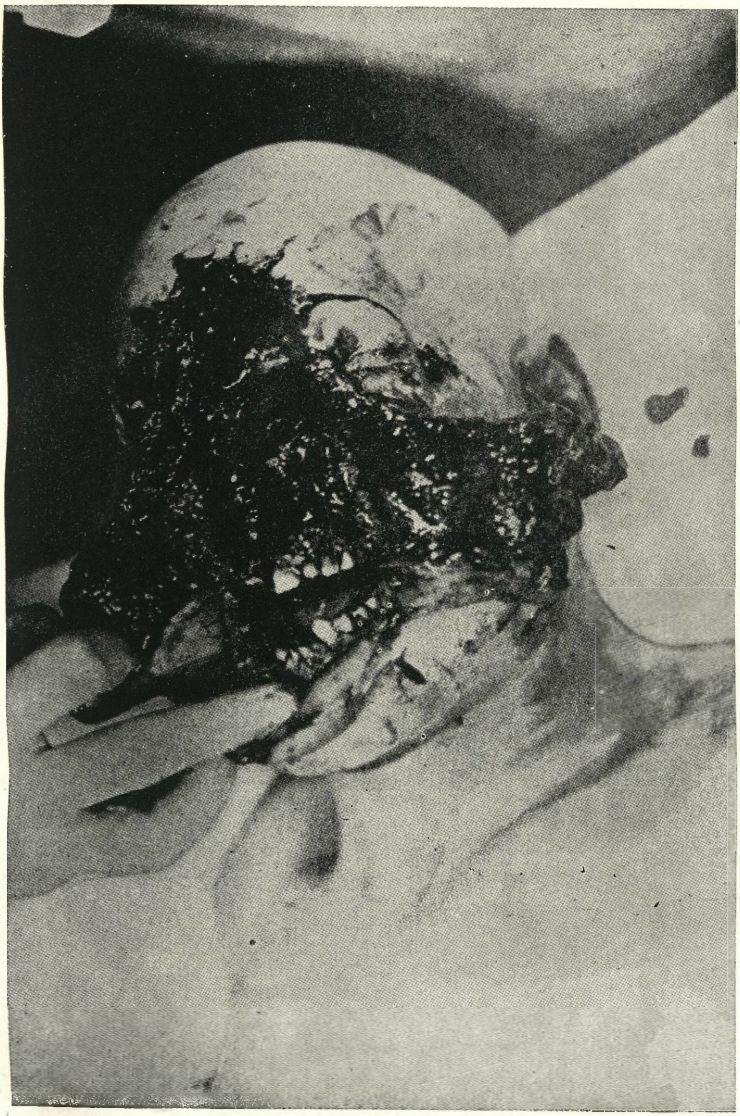
Takie wyniki taktyczne można osiągnąć ze względną łatwością. Używając gazu nie trzeba celować do człowieka. Góry, skały i drzewa, a nawet fortyfikacje, nie zabezpieczają przed gazami, a okopy i schrony są rzeczywiście gazowemi pułapkami. Pocóż zdobywać szturmem ufortyfikowane pozycje, skoro przy pomocy iperytu lub jakiegokolwiek innego gazu, można pobyt w nich uczynić niemożliwy. Do ataku gazowego na froncie

potrzeba mało ludzi. Niemcy, Francja, Wielka Brytanja i Stany Zjednoczone, miały ogółem 507.000 zagazowanych, a ogólna liczba wojsk gazowych wynosiła 15.000. Fakty te wskazują na to, iż gaz był prawdopodobnie najbardziej skuteczną bronią z pośród wszystkich używanych podczas wojny światowej. Jak zaznaczyliśmy powyżej, używać się będzie tej broni, która się okaże najskuteczniejszą.

Czego można oczekiwać od traktatów i umów wzbraniających używania gazów? Narody mogą podpisywać takie umowy, ale polegać na nich nie można. Nie należy zapominać, iż Niemcy złamały wszelkie traktaty i umowy, nie wyłączając ich uroczystego zobowiązania się do nieużywania gazów. Niemcy w rzeczywistości nie zostały rozbrojone, zwłaszcza co się tyczy wojny chemicznej. Gdy Komisja Chemików Narodów Sprzymierzonych, zwiedziła Niemcy, dla obeznania się z tajemnicami wytwórni gazów trujących, pokazano im fabryki, które wyrabiały barwniki, perfumy i leki w ciągu długich lat. A trzeba było jedynie kilku dni lub tygodni, dla przystosowania tych zakładów do wyrobu gazów trujących. Wogóle, przy obu procesach używa się tych samych przyrządów, retort, sączków i alembików i prawie tych samych surowców. Niemcy w 1918 roku wyrabiały 135.000 tonn barwników rocznie, podczas gdy pozostałe państwa produkowały tylko 86.000 tonn, a Lefebure *) twierdził w 1920 roku, że Niemcy mogą na zawołanie wytwarzać 3.000 tonn gazu trującego miesięcznie. Niemcy, Rosja, oraz inne narody nie zobowiązały się do nieużywania gazów. Niemiecki przemysł chemiczny nie ucierpiał od wojny, a przewaga chemiczna Niemiec jest dla nas nieustającą groźbą. Konferencja Ograniczenia Zbrojeń pobiła rekord swą opozycją przeciwko używaniu gazów na wojnie, lecz żaden z narodów, które podpisały tę umowę, nie ograniczył swego programu gazowego. Jakże można tego od nich wymagać, skoro którekolwiek z państw, nienależące do Konferencji, może względem nich użyć gazu? Konferencji tej udało się ograniczyć do pewnego stopnia zbrojenia i przez to samo unieważniła ona swą opozycję w stosunku do gazów trujących. Gdyż im bardziej ograniczone jest zbrojenie, tem silniej rozwijają się: handlowa marynarka, lotnictwo i przemysł chemiczny, a roz-

*) Lefebure. Zagadka Renu, W. Collins Synowie i S-ka, 1920 rok.

Tablica 1.



Rana twarzy od kuli

Widzimy tu straszne zniekształcenie, jakie może powstać od kuli, nie będąc przytem śmiertelne.
Proszę porównać te wyniki z temi, jakie daje użycie gazu.

woju tych dziedzin ograniczyć, ani kontrolować nie można. W związku z tym Lefebure mówi:

Wśród pewnego odłamu społeczeństwa widzimy dziwnie nielogiczny stan umysłów. Istnieje wśród zwolenników ideału pokoju wszechświatowego, skłonność do uważania się za jedynych jego propagatorów. Każdy trzeźwo myślący obywatel cywilny, czy też żołnierz, musi dążyć do takiego ideału, chodzi tylko o stosunek do tej sprawy. Sam fakt, że Liga Narodów została powołana do osiągnięcia wszechświatowego pokoju, dowodzi zrozumienia, że dla celu tego potrzebny jest pewien zorganizowany mechanizm, oraz określone środki działania. Są tacy, którym się zdaje, że powoławszy do życia Ligę Narodów, mogą osiągnąć pokój chemiczny, wzbraniając poprostu wojny gazowej, innymi słowy, oczekują oni, że mechanizm ten wypełni swe zadanie bez funkcjonowania, t. j. osiągnie swój cel, li tylko dzięki swemu istnieniu. Podobnie, jak potrzeba specjalnych środków dla kontrolowania rozbrojenia, tak również potrzeba użyć specjalnych, lecz zgoła innych sposobów, dla kontrolowania pokoju chemicznego. Pokój chemiczny, zagwarantowany jedynie podpisami, nie jest wcale pokojem.

Stąd wynika, że wojna gazowa nie jest bardziej brutalna i nieludzka, niż innego rodzaju wojna, lecz jest ona bardziej skuteczna i jako taka pozostanie w użyciu, a sam fakt ograniczenia zbrojeń naskutek umowy, zwiększył stosunkowo znaczenie wojny chemicznej; ponieważ nie można zniweczyć samej broni, t. j. zdolności do wyrabiania środków chemicznych.

Jeżeli jednak istnieje choćby możliwość tylko, iż nieprzyjaciel może użyć w przyszłości przeciwko nam gazów, to Departament Medyczny musi być odpowiednio przygotowany do ratowania zagazowanych, to znaczy do zorganizowania ich transportu, przygotowania potrzebnego i odpowiednio wyszkolonego personelu, i zapasów materjału ratowniczego. Dzieło niniejsze zostało napisane celem dostarczenia lekarzom wojskowym krótkiego, lecz przystępnego streszczenia potrzebnych im wiadomości, dotyczących wojny chemicznej i leczenia zagazowanych.

ROZDZIAŁ I.

Szkic Historyczny Wojny Chemicznej.

Niektóre środki wojny chemicznej, jak naprzykład: cuchnące garnki chińskie i ogień grecki, znane były oddawna. Zainteresowanie się zaś nasze wojną chemiczną datuje od chwili w której Niemcy, w czasie wojny wszechświatowej, zastosowały po raz pierwszy gazy trujące. Użycie gazów było jawnem pogwałceniem zobowiązania podpisanego na Kongresie w Hadze w 1899 r., kiedy to wszystkie państwa, za wyjątkiem Stanów Zjednoczonych, posiadające tam swych przedstawicieli, zobowiązały się nie używać gazów duszących lub trujących. Admirał Mahan, delegat Ameryki, odmówił swego podpisu, tem samem Stany Zjednoczone do umowy tej nie przystąpiły; odmowę swoją motywując następującemi przyczynami:

1. Ponieważ nie było dotychczas w użyciu pocisków, wydzielających gazy i ponieważ z tą bronią nie przeprowadzono żadnych doświadczeń, a zatem umowę obecną należałoby podpisać na ślepo, nie wiedząc, czy wyniki tych doświadczeń będą decydujące i czy szkody, wyrządzone nieprzyjacielowi tą bronią, przewyższą rezultaty, niezbędne dla osiągnięcia końca wojny.

2. Zarzuty okrucieństwa i zdradliwości, stawiane wojnie używającej pocisków, zawierających gazy, robiono dawniej broni palnej i torpedom, chociaż obecnie obie te bronie są używane bez żadnych skrupułów.

3. Nie logicznem jest zgoła rozczulanie się nad uśmiercaniem ludzi zapomocą gazów, gdy wszyscy gotowi są twierdzić, iż wolno jest w czasie wojny wysadzić w powietrze o północy pancernik, rzucając 400 lub 500 ludzi w odmęty morskie, gdzie czeka ich niechybna śmierć.

Niemcy nietylko pogwałcili swe zobowiązania rozpoczynając wojnę gazową, lecz stosowali ją w sposób nierozsądny. Stosowali ją najpierw na skalę doświadczalną a nie zdając sobie sprawy z jej skuteczności nie umieli wyzyskać swego po-

wodzenia. Gdyby od samego początku, używano gazu na wielką skalę i akcję tę poparto ogólną ofensywą, niema wątpliwości, że wojna byłaby rychło ukończona. Faktycznym wynikiem tych doświadczeń było to, że sprzymierzeńcy szybko zaopatrzyli się w środki zabezpieczające i sami rozpoczęli przygotowania do zastosowania gazów. Wkrótce sprzymierzeńcy zaczęli używać przeciwko Niemcom coraz większych ilości gazów, a w chwili podpisania zawieszenia broni, dzienna produkcja gazów trujących w Ameryce, przewyższała całkowitą produkcję tych gazów we wszystkich pozostałych krajach razem wziętych. Świadomość tych faktów skłoniła, być może, Niemcy do podpisania zawieszenia broni i uznania swej porażki. Jest to zarazem dowodem, jak jałowemi są gorączkowe wysiłki czynione w czasie wojny, mające na celu pokrycie braku rozumnych przygotowań podczas pokoju. To czego dokonały Stany Zjednoczone na polu walki chemicznej, od chwili wzięcia udziału w wojnie, jest zaiste godnem podziwu. I tak naprzykład: olbrzymia wytwórnia chloru w Arsenale w Edgewood produkująca dziennie 80 ton chloru, zbudowaną została w przeciągu 90 dni. Jednak nieznaczną tylko ilość gazów amerykańskich dostawiono na front. Dzięki swym poprzednim badaniom i przygotowaniom Niemcy zachowały w swych rękach inicjatywę wojny chemicznej aż do końca i tylko dzięki szeregowi szczęśliwych dla nas wypadków nie osiągnęły całkowitego powodzenia. Pierwszy atak gazowy wykonali Niemcy na północ od Ypres, w dniu 22 kwietnia 1915 roku. Do tego ataku użyli oni chlor z cylindrów, ustawiając na przestrzeni 6-cio kilometrowego frontu po jednym cylindrze na każdy metr terenu. Przy tym ataku były czynnemi oddziały gazowe, chemicy, meteorologowie. Wyładowanie gazu trwało 5 minut, szybkość wiatru wynosiła 3,5, 4,5 km. na godzinę. Atak ten uwieńczony był zupełnem powodzeniem, ale niemiecki sztab generalny tak mało był obznajmiony z tą bronią, że nie miał pod ręką rezerw, dla zawładnięcia zdobytemi pozycjami. Profesor Haber, który był inicjatorem tego ataku zdał sobie jasno sprawę, że Niemcy stracili potężną możność wygrania wojny, wskutek niewykorzystania zwycięstwa; mówił on potem nieraz, że najlepsza broń wtedy tylko wyda pożądane wyniki, gdy znajdzie się w ręku żołnierzy i oficerów dokładnie z nią obeznanych.

Profesor Haber, który, jak już wspomniano dał pomysł tego ataku, przebywał na froncie od lutego do kwietnia 1915 r. w oczekiwaniu sprzyjających warunków klimatycznych, by móc atak rozpocząć. Sprzymierzeńcy byli najzupełniej nieprzygotowani do takiego ataku, wprawdzie ich służba wywiadowcza miała informacje, że podobny atak jest w przygotowaniu, lecz nikt nie dawał temu wiary, stracili oni wtedy 5.000 ludzi. Drugi atak tego samego rodzaju wykonano 24-go kwietnia przeciw wojskom brytyjskim, na odcinku Langemark. Tam straty wynosiły 1.200 ludzi, chociaż wojska brytyjskie były częściowo zabezpieczone dzięki naprędce zaimprowizowanej masce. Maska ta składała się z tamponu nasyconego roztworem węglanu sodowego i podsiarczynu sodu, podobno kobiety angielskie przygotowały 100.000 takich masek w przeciągu 24 godzin po pierwszym ataku gazowym. Niemcy wykonali jeszcze kilka takich ataków przeciwko Anglikom i Francuzom, z częściowem powodzeniem, ataki takie powtarzały się co pewien czas w ciągu 1915 roku, i już około 24 maja t. r. wojska brytyjskie były zaopatrzone w maski z zasłoną, wyrobu państwowego. Najsilniejszy atak falami gazowemi miał miejsce w Szampanji w jesieni 1915 roku, tam wypuszczono gaz z 24.000 cylindrów na froncie, posiadającym 20 kilometrów długości. Sprzymierzeńcy zaatakowali dopiero po raz pierwszy Niemców falami chloru wypuszczonemi z cylindrów na początku września 1915 roku. Jak widzimy, upłynęło 5 miesięcy zanim mogliśmy się odwzajemnić nieprzyjacielowi.

Ponieważ zabezpieczenie się od działania chloru jest dosyć łatwe, Niemcy wprowadzili 19.XII.1915 r. fosgen jako więcej trujący od chloru, w tem przekonaniu, że sprzymierzeńcy wówczas jeszcze nie posiadali żadnego zabezpieczenia od tego gazu. Tymczasem brytyjska służba wywiadowcza wykryła, że nieprzyjaciel zamierza użyć fosgenu i armję angielską zabezpieczono od tego gazu, zanim go Niemcy użyli. Gdyby nie ta okoliczność, Niemcy wygraliby wtedy wojnę. Łatwo zrozumieć, że zastosowanie gazu, przeciw któremu nieprzyjaciel niema zabezpieczenia, okazałoby się naówczas decydującem, i dzisiaj, przy głębszej znajomości taktyki wojny chemicznej, niewątpliwie rozstrzygnęłoby losy wojny.

Pomimo, że obłoki gazu wypuszczane z cylindrów okazały się bardzo skuteczne, zaniechano stopniowo tej metody, ze

względu na wielkie trudności, jakie przedstawiało wykonywanie takiego ataku. Trzeba było dokonywać transportu ciężkich cylindrów do czołowej linji okopów, by je tam ustawić, czyli, że należało każdy cylinder przenieść na rękach, nocą poprzez cały układ okopów podłużnych i poprzecznych, kosztem największych wysiłków i olbrzymiej pracy. Ponieważ dla przeniesienia takiego cylindra trzeba było conajmniej 4-ch ludzi, zatem dla instalacji 2000 cylindrów na froncie długości 3,5 km. musiało pracować więcej niż 8000 ludzi w ciągu kilku dni, i to tylko dla przeniesienia tych cylindrów, nie mówiąc już o dowiezieniu ich na tyły armji i o trudnościach wyrobu. Całą pracę ustawienia cylindrów należało wykonać w taki sposób, by nie przerywać normalnych zajęć na danym odcinku i należało ją wypełnić możliwie najciszej, by nie obudzić podejrzeń nieprzyjaciela. Ostatni atak falowy przeciw wojskom brytyjskim wykonano 8.VII.1916 r., chociaż ataki takie powtarzano jeszcze następnie kilkakrotnie przeciw Francuzom. Zarówno Niemcy, jak i sprzymierzeńcy starali się naturalnie opracowywać coraz lepsze sposoby używania gazów. Tak Niemcy jak i Francuzi, zdawali sobie sprawę z korzyści, jakie można było osiągnąć zapomocą pocisków gazowych i pracowali nad ich wyrobem. Niemcy użyli pierwszych swych pocisków zawierających środki drażniące w październiku i listopadzie 1914 r. Francuzi odpłacili im niezwłocznie tem samem, używając gazu łzawiącego, i od kwietnia 1915 r. do lipca 1916 obie strony używały pocisków z gazami łzawiącemi. Francuzi oddali swój wynalazek Anglikom, ci również w krótkim czasie zaczęli wyrabiać własne pociski gazowe. Pierwsze pociski gazowe zawierały jedynie lakrymatory, lecz każde z państw, biorących udział w wojnie, starało się usilnie o wynajdywanie nowych typów pocisków i o obmyślanie nowych substancji dla napełniania ich i nowych metod ich taktycznego zastosowania. I tak w 1916 roku tak Niemcy, jak i sprzymierzeńcy, używali, w coraz to większych ilościach, pocisków artyleryjskich, zawierających gazy trujące oraz różne mieszaniny gazów łzawiących i trujących.

Inżynier angielski, porucznik (a później major) Livens wynalazł miotacze, nazwane od jego imienia miotaczami Livensa. Zdając sobie sprawę z tego, iż obłoki gazowe były skuteczniejsze od pocisków, Livens obmyślił sposób rzucania cylindrów gazowych w szeregi nieprzyjacielskie, gdzie wybuchały

one, wydzielając gęsty obłok gazu w czasie i miejscu całkowicie nieoczekiwanem przez nieprzyjaciela (patrz ryc. 2 i 3). Miotacz taki, był to poprostu moździerz, który można było zakopać w ziemię, i nabić odpowiednim ładunkiem wybuchowym, zależnie od żądanej odległości, na którą miał być wyrzuconym cylinder gazowy. Tych moździerzy można było równocześnie ustawić dużą ilość i zapomocą elektryczności spowodować jednoczesny ich wybuch. W ten sposób można było rzucić takie ilości gazu, jakie były potrzebne dla powstania fali gazowej, i fala ta powstawała w odległości paru kilometrów od punktu wystrzału. Osiągano w ten sposób wszelkie korzyści ataku falami, niezależnie od kierunku wiatru, wykorzystując jednocześnie czynnik zaskoczenia nieprzyjaciela. Tę częściowo udoskonaloną broń Anglicy zastosowali w czasie ofensywy pod Arras w kwietniu 1917 r., a wynikiem tego ataku były ciężkie straty i upadek ducha po stronie niemieckiej. Dopiero 10-go grudnia 1917 roku mogli Niemcy zastosować miotacze własnego wyrobu. Anglicy stosowali do tego samego celu moździerze Stokesa (patrz ryc. 4). Moździerze Stokesa wyrzucały z wielką szybkością zwykłe pociski artyleryjskie. Każdy pocisk zaopatrzony jest w zwykły ładunek perkusyjny i jeden lub dwa pierścienie kordytu, zależnie od rozmiaru. Żołnierz poprostu wrzucał pocisk do wylotu moździerza, gdy pocisk uderzał o zapalnik, znajdujący się na dnie moździerza, ładunek wybuchał, powodując wybuch kordytu i pocisk zostawał wyrzucony. Zasięg tego moździerza wynosił więcej, niż 1½ km., a częstość wystrzału była zależną od szybkości, z jaką pociski bywały wrzucane do moździerza.

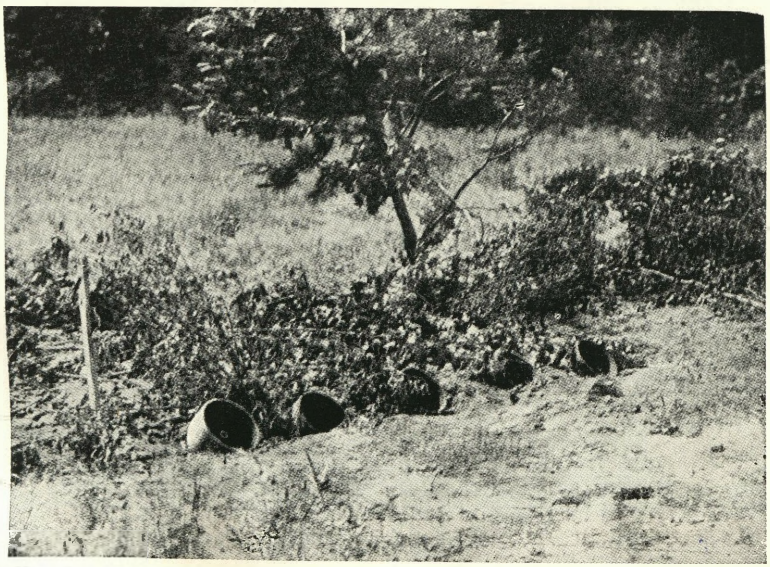
Niebawem Niemcy zebrali plon postępu wojny chemicznej. W nocy z 12 i 13 lipca 1917 roku użyli oni przeciw Anglikom pod Cambrai iperytu, ale i tu znów stracili sposobność zwycięstwa, używając nowego gazu na małym odcinku frontu, zamiast wyczekawszy odpowiedniej chwili, zastosować go na dużym odcinku. Pomimo to, że maski, używane przez sprzymierzeńców, zabezpieczały dość dobrze od iperytu, to jednak straty ich wyniosły przeszło 6.000 ludzi. Anglicy bowiem nie byli obeznani z własnościami iperytu i nie użyli swych masek w chwili odpowiedniej, a także i ze względu na parzące działanie iperytu, przeciw czemu nie posiadali oni żadnego zabezpieczenia. Iperyt był o wiele więcej trujący, niż fosgen, przy-

tem była to substancja, nie ulegająca szybko rozkładowi, która przy sprzyjających warunkach utrzymywała się na powierzchni ziemi w ciągu dni, a nawet całych tygodni i działała jako środek parzący na całą skórę, zarówno jak i na oczy i na drogi oddechowe. Od tej chwili, iperyt stał się dla sprzymierzeńców jednym z najważniejszych problematów doby wojennej, a straty w ludziach, przez substancję tą spowodowane, przewyższyły ośmiokrotnie straty, powstałe pod działaniem gazów, używanych poprzednio. Sprzymierzeńcy zmuszeni byli pouczać swe wojska o własnościach tego nowego gazu, lecz pomimo wszelkich ich wysiłków ponosili wciąż nowe straty. Skład chemiczny iperytu jest dość prosty, i prawie natychmiast został przez sprzymierzeńców rozpoznany. Jednak trudności, jakie napotykano przy wyrobie iperytu w wielkich ilościach, sprawiły, iż dopiero w czerwcu 1918 roku, t. j. w jedenaście miesięcy po pierwszem zastosowaniu go przez Niemców, mogli Francuzi użyć pierwszych pocisków iperytowych własnego wyrobu. Iperyt, wyrobu angielskiego, pojawił się dopiero we wrześniu 1918 roku. Mniej więcej w tym samym czasie, w którym zaczęto stosować iperyt, t. j. w lipcu 1917 roku, Niemcy zaczęli wyrabiać pociski innego typu, zawierające związki trujące, a mianowicie związki arsenowe. Do wypełniania tych pocisków używano dwufenylochloroarsiny, dwufenylocjanoarsiny oraz innych związków arsenowych. Związki te powodowały gwałtowne podrażnienie nosa i gardła, nudności i wymioty. Niemcy spodziewali się, że wybuch pocisku wypełnionego tą trucizną spowoduje tak delikatne rozprószenie, że cząsteczki jej przenikną w sposób mechaniczny pochłaniacze, a wywołane podrażnienie i nudności zmuszą nieprzyjaciela do zdjęcia masek. Gdyby cel ten został osiągnięty, całe oddziały wojska sprzymierzeńców byłyby całkiem bezradne wobec gazów innych, bardziej trujących, stosowanych równocześnie z temi związkami arsenowemi. Na szczęście, przenikanie cząsteczek arsinów nie miało miejsca, gdyż wybuchy pocisków nie utworzyły odpowiedniego stanu rozpylenia. Ale i w tym wypadku Niemcy miały pierwszeństwo inicjatywy, a sprzymierzeńcy, jedynie dzięki szczęśliwemu zbiegowi okoliczności, uniknęli całkowitej porażki. W ten sposób, badając historję wojny chemicznej, przekonywujemy się coraz bardziej, jak wielką korzyść odnosi ta strona, która zapoczątkowuje stosowanie nowego środka chemicznego.

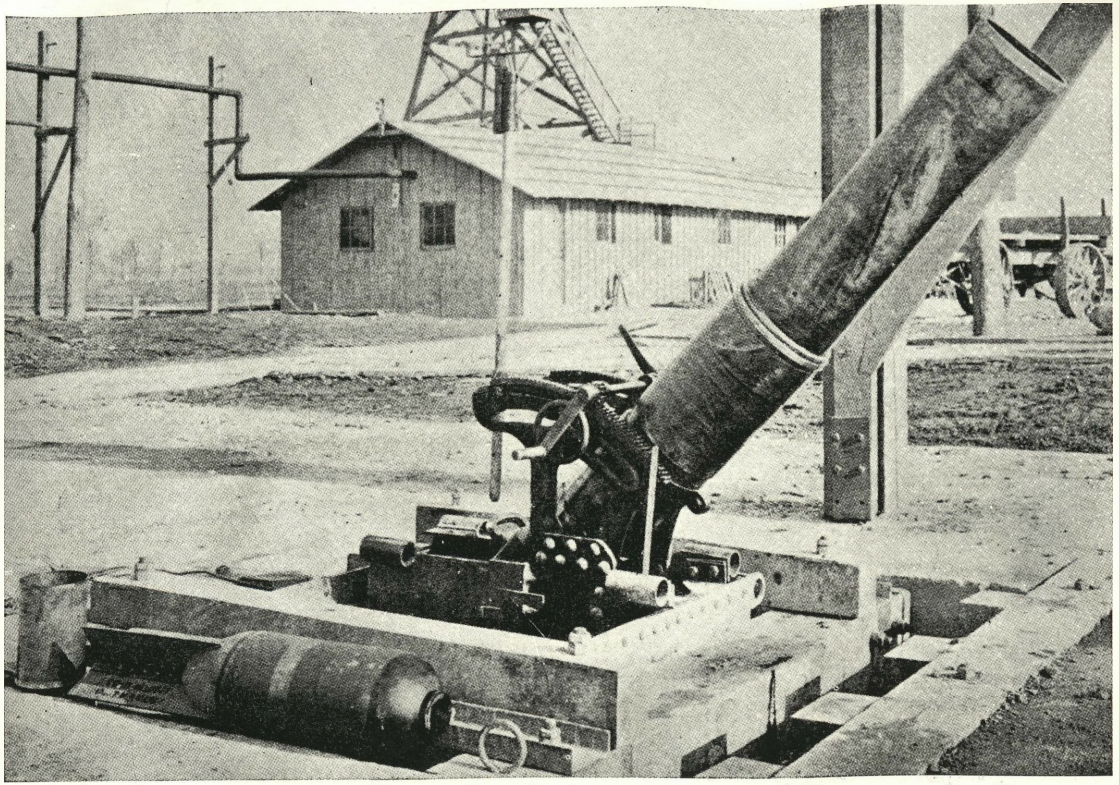
Tablica 2.



Ustawienie baterji miotaczy Livensa.

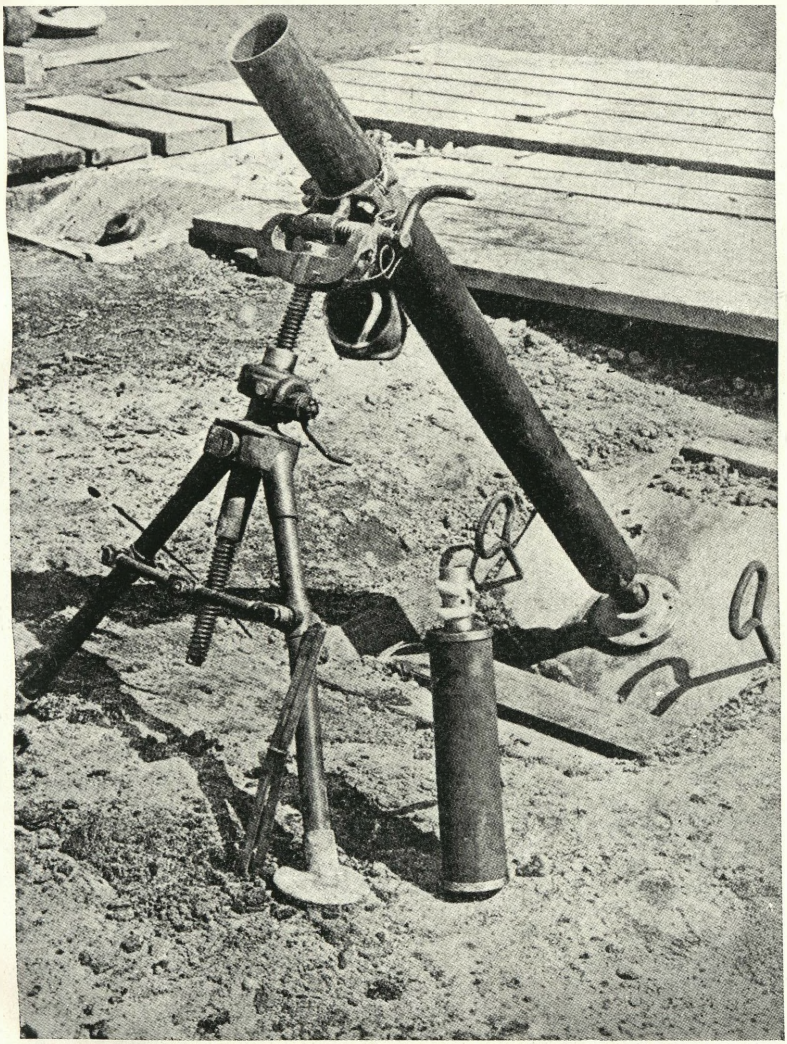


Miotacze Livensa gotowe do użycia.



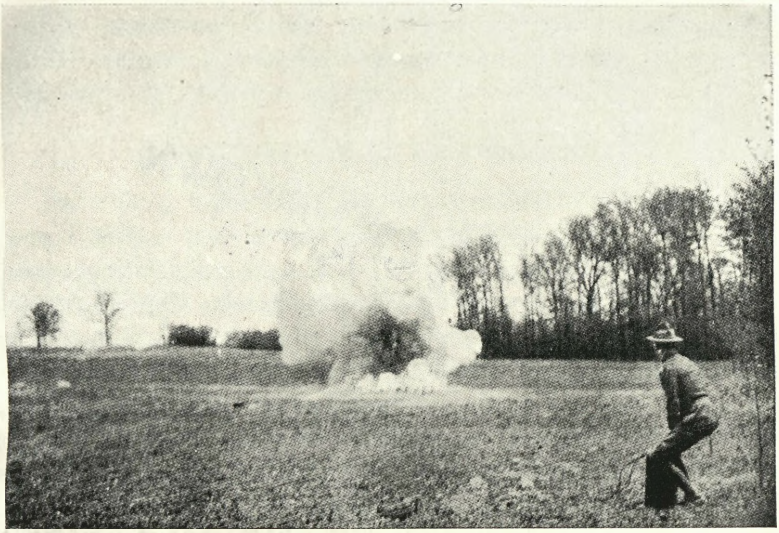
Moździerz okopowy

Tablica 4.

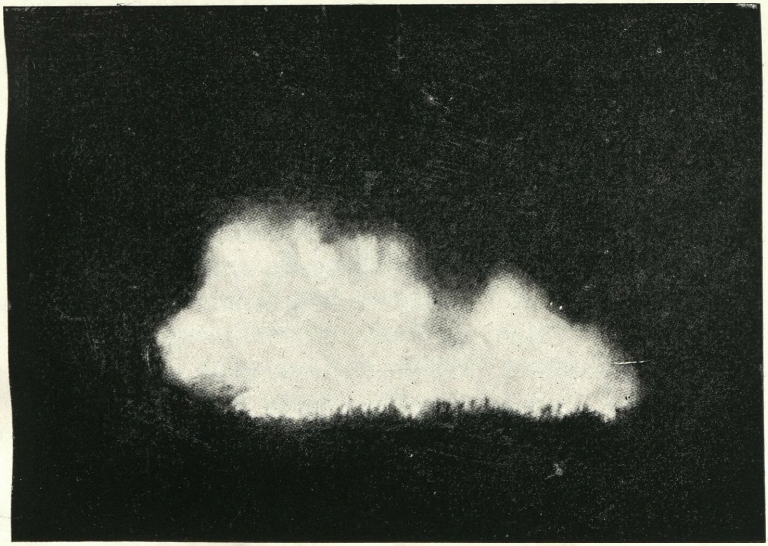


3-calowe moździerze Stokesa.

Tablica 3.



Ogień z baterji miotaczy Livensa.



Wybuch z 14 miotaczy Livensa nocą.

Z powyższego wynika, iż żadne państwo nie powinno zaniedbywać przygotowań do wojny chemicznej, bo może kiedyś znaleźć się bezbronnem wobec nieprzyjaciela, tak, jak Anglicy w czasie pierwszego ataku chlorowego. Musimy przynajmniej posiadać niezawodne środki obrony nawet przeciw takim czynnikom, których sami nie zamierzamy stosować.

ROZWÓJ SŁUŻBY BRONI CHEMICZNEJ.

Jest rzeczą zrozumiałą, że wojna chemiczna, stanowiąc odrębną i ściśle techniczną gałąź działań wojennych, wymaga osobnego departamentu Min. Wojny. Jednak w chwili, gdy Ameryka wzięła udział w konflikcie wszechświatowym, nie posiadała ona służby broni chemicznej i pracy tej podjęły się różne organizacje państwowe. Dnia 7 lutego 1917 r, V. H. Manning, dyrektor Biura Kopalń, zwrócił się do rządu z propozycją, by Biuro Kopalń, posiadające znaczne doświadczenie w sprawach gazów kopalnianych, oraz odpowiedniej akcji ratowniczej, rozporządzające wyszkolonym personelem technicznym, wzięło udział w służbie broni chemicznej. Propozycję tę przyjęto i stworzono podkomitet Narodowej Rady Badań, znany następnie pod nazwą: Komitetu dla Badań Gazów Trujących. Prezesem został p. Manning. Na pierwszem posiedzeniu tego komitetu, dn. 7 kwietnia 1917 r., zwrócono się do Manninga z prośbą, by zajął się zorganizowaniem specjalnych sił technicznych dla badania zagadnień wojny gazowej. Biuro Kopalń ponosiło koszta, związane z tą pracą, aż do dnia 1 lipca 1917 r., poczem funduszów na ten cel dostarczały różne departamenty armji i marynarki. Jak widać z tych danych, studja nad wojną chemiczną w Stanach Zjednoczonych rozpoczęło Biuro Kopalń. W maju 1917 r. Główny Chirurg Armji Stanów Zjednoczonych otrzymał poufne zawiadomienie, iż w czerwcu odpływa do Francji 25.000 żołnierzy i że nie posiadają oni wcale masek gazowych; a dnia 16 maja 1917 r. otrzymał on rozkaz od Głównego Adjutanta, wzywający go do dostarczenia wojskom, przed czerwcem 1918 r., 1.100.000 masek (respiratorów), 80.000 rozpylaczy i 1000 inhalatorów tlenowych. Ponieważ Departament Medyczny nie posiadał odpowiedniej organizacji dla wykonania tej pracy, zwrócono się do Biura Kopalń, które było już podówczas zorganizowane i rozpoczęło już swe prace.

Wtedy Biuro Kopalń dołożyło wszelkich starań, by zadość uczynić tym potrzebom. Dzięki nadludzkim wysiłkom i przy udziale licznych wytwórni Stanów Zjednoczonych, przed końcem czerwca 1917 r. załadowano do Francji 20.000 masek. Jednakże zanim maski te doszły do Francji, badania stwierdziły, iż gazy łzawiące przenikały przez ich tkaninę, że części, zabezpieczające oczy, i szczypczyki dla zaciskania nozdrzy były wadliwe i że pochłaniacz nie zabezpieczał przeciwko chloropikrynie. Wobec czego żadna z tych masek nie nadawała się do użytku.

Poza pracą nad wyborem masek gazowych, Biuro Kopalń przystąpiło do badania gazów trujących, jako też innych, związanych z tem zagadnień. Pierwszego lipca 1917 r., Biuro posiadało już zespół, składający się z 50 ludzi, zajętych badaniem tych problematów. Nieco później wyznaczono do prac doświadczalnych pewną liczbę oficerów z Korpusu Sanitarnego, wyszkolonych w obronie gazowej. Gdy z kolei rozpoczęto pracę nad środkami zaczepnymi, Departament Artylerji zainteresował się tą sprawą i przydzielił do prac tych pewną liczbę oficerów i żołnierzy Artylerji. Dnia 15 września 1917 r. przeniesiono prace Biura Kopalń, związane z wojną chemiczną, do Uniwersytetu; tu stopniowo powstał zakład odpowiednio wyposażony we wszelkie środki do badania zagadnień wojny chemicznej. Organizacja ta jednak okazała się wadliwą pod wielu względami. W skład tej organizacji wchodziły: osoby cywilne, zatrudnione swego czasu przez Biuro Kopalń, oficerowie korp. sanit. i oficerowie artylerji; kierownictwo zaś organizacji całej nie było w rękach jakiegoś Departamentu Wojskowego, a należało do Biura Kopalń, organizacji zupełnie stojącej poza wojskiem.

I jedynie gorące pragnienie niesienia pomocy ojczyźnie, jakiem byli przejęci wszyscy członkowie, umożliwiało pracę tej organizacji. Ponieważ zaopatrywanie wysyłanych sił zbrojnych Ameryki w przyrządy obrony gazowej poruczone zostało Departamentowi Medycznemu, więc też i bezpośrednia kontrola wyrobu tych przyrządów, sprawa pierwszorzędnego znaczenia, musiała się znaleźć w rękach tegoż Departamentu. A zatem w dniu 31 sierpnia 1917 r., dla dokonywania tych prac, z pośród zreorganizowanego i uzupełnionego Korpusu Sanitarnego wyłoniono „Służbę Obrony Gazowej“, która od

tej pory opracowywała wszystkie projekty, dotyczące obrony gazowej. Przytaczamy poniżej wyjątki z rozkazu, który dokonał tej zmiany, dające obraz tej nowej organizacji:

„Zaopatrywanie armji w przyrządy zabezpieczające, naprawianie ich i pouczanie o ich użyciu, stanowi obowiązek służby polowej Departamentu Medycznego, znanej pod nazwą Służby Obrony Gazowej; główne biura znajdują się w Waszyngtonie. Obejmuje ono trzy wydziały: 1° Sekcję zaopatrywania wojsk, znajdujących się w polu; 2° Sekcję zamorską dla naprawy uszkodzonych przyrządów, i 3° Sekcję ćwiczebną.

Sekcja Zaopatrywania Wojsk nabywa, lub wyrabia wyżej wymienione przyrządy, sprawdza je, magazynuje i wydaje w miarę potrzeby.

Sekcja zamorska dla naprawy uszkodzonych przyrządów otrzymuje transporty hurtowe z kraju, sprawdza ich wartość, magazynuje je i wydaje wojskom, w miarę potrzeby; zadaniem jej będzie również dezynfekowanie i naprawianie masek używanych, lub uszkodzonych na polu walki. W zakres działania tej Sekcji wchodzą również wszelkie potrzebne inspekcje i próby.

Sekcja Ćwiczebna opracowuje instrukcje, dotyczące używania tych przyrządów, stosowania gazów dla celów ćwiczebnych, zaprawiania oficerów i żołnierzy do obchodzenia się z przyrządami, służącymi dla brania próbek gazu, używania wykrywaczy gazowych, oraz innych środków obrony gazowej. Instrukcje te podaje do ogólnej wiadomości wszystkich zainteresowanych".

Powyżej opisana Sekcja Zamorska została następnie zorganizowana i wysłana do Francji. Sekcja Zaopatrywania Wojsk stała się następnie Oddziałem Obrony Gazowej Służby Broni Chemicznej, a Sekcja Ćwiczebna — Oddziałem Ćwiczebnym.

W październiku 1917 roku, sprawa wyrobu masek gazowych była już w znacznej mierze rozwiązaną przy pomocy świeżo zorganizowanej Służby Obrony Gazowej, a wyrób amerykańskich masek gazowych, dla wojsk przebywających we Francji, był w pełnym toku. Z krótkiego tego szkicu wynika, że duża część dzisiejszej Służby Broni Chemicznej wzięła swój początek w Departamencie Medycznym. I chociaż nie ulega wątpliwości, że wyćwiczenie armji, obrona gazowa i badania chemiczne powinny się raczej mieścić w ramach Służby Broni Chemicznej, a nie Departamentu Medycznego, to jednak jasnem jest, że dla uzyskania jaknajlepszych wyników, jaknajściślejsza łączność powinna istnieć pomiędzy obu temi służbami.

POWSTANIE ARSENAŁU W EDGEWOOD.

Dostarczanie zapasów gazów bojowych należało aż do października 1917 roku, do Departamentu Artylerji. Wyrób środków dla wojny chemicznej miał być pierwotnie powierzony prywatnym firmom cywilnym. Przekonano się jednak niebawem, iż nieznaczna tylko ilość firm chciała i mogła, podjąć się produkcji na wielką skalę tak silnie trujących związków. Postanowiono zatem, iż Rząd sam zajmie się zorganizowaniem i uruchomieniem podobnych wytwórni. Zgodnie z tym postanowieniem, nabyto 16 października 1917 roku, grunty Maryland, leżące w pobliżu arsenału w Edgewood i 15 listopada 1917 roku rozpoczęto budowę. Pomimo licznych trudności, budowa postępowała tak szybko, że już około 11 marca 1918 roku wytwarzano tam pociski napełniane gazem i w chwili podpisania zawieszenia broni ukończono i uruchomiono 90 procent projektowanych wytwórni. Następujące dane cyfrowe pozwolą nam zdać sobie sprawę z rozmiarów dokonanego dzieła:

Miesięczna produkcja w chwili zawieszenia broni*).

Czterochlorek tytanu	30 ton
Czterochlorek cyny	90 „
Biały fosfor	100 „
Iperyt	900 „
Cjanek brombenzylu	90 „
Fosgen	1050 „
Chloropikryna	1500 „
Chlor gazowy	1500 „
Chlor płynny	895 „

Wytwórnia masek gazowych i cała praca doświadczalna nad zagadnieniami obrony, mieszczą się również w Arsenale w Edgewood. Arsenał w Edgewood musi zatem istnieć nadal, jeżeli chcemy by przyszła wojna zastała nas odpowiednio przygotowanych, pomimo tego, że nie mamy bynajmniej zamiaru używania gazów w razie wojny.

---

*) W 1916 roku angielska produkcja gazów bojowych wynosiła 5150 ton, w 1917 roku 18800 ton, a w ciągu 10 miesięcy 1918 roku 15500 ton, około połowy tej ilości stanowił płynny chlor, część pozostała przypadała na fosgen, chloropikrynę i środki łzawiące. W 1917 roku Niemcy produkowali miesięcznie 2000 ton gazów dla napełniania pocisków i 1000 ton chloru. (Oficjalna Historja Wojny, Tom II, Londyn, 1923 r.). Z tego widzimy, że sama wytwórnia w Edgewood mogła wytwarzać więcej gazów, niż to czyniły Niemcy w 1917 roku.

ORGANIZACJA SŁUŻBY GAZOWEJ W WOJSKACH AMERYKAŃSKICH, WYSŁANYCH DO FRANCJI.

Wkrótce po przybyciu do Francji wojsk Stanów Zjednoczonych, na skutek rozkazu Głównodowodzącego, zorganizowano tam służbę gazową. Podpułkownik, a obecnie Generał Brygady, Amos A. Fries został mianowany dowódcą Służby gazowej. Zorganizowano następujące wydziały: Napad, Obronę, Wydział Techniczny, Dostawę i Wywiad. (W ten sposób, rozprószone dotychczas funkcje zostały skoordynowane i ujęte w całokształt). Począwszy od 22 sierpnia 1917 roku, Generał Fries zorganizował Służbę Broni Chemicznej przy armji działającej we Francji, a w chwili zawieszenia broni organizacja ta liczyła 600 oficerów i 3000 żołnierzy, przyczem projektowano rozszerzenie jej w taki sposób, by doszła w lecie 1919 roku do liczby 1500 oficerów i 18.000 żołnierzy. Większość żołnierzy służyła w I Pułku Gazowym, zorganizowanym w dniu 15 sierpnia 1917 roku, na rozkaz Departamentu Wojny Stanów Zjednoczonych. Pułk ten wyruszył do Francji w początkach 1918 roku.

Powyższy opis podaje genezę większości znaczniejszych organizacji powstałych w czasie wojny, lecz nie uwzględnia wszelkich ich rozgałęzień. W działalności licznych tych organizacji, powstających jak grzyby po deszczu, dawał się zauważyć wiosną 1918 roku ogólny brak koordynacji. Mając to na uwadze, Departament Wojny utworzył w dniu 28 czerwca 1918 roku organizację pod nazwą Służba Broni Chemicznej Armji Narodowej, która obejmowała Stację Doświadczalną Uniwersytetu Amerykańskiego i wszelkie organizacje wojskowe zajmujące się zagadnieniami wojny chemicznej. Latem 1919 roku przeszła na Kongresie ustawa, opiewająca o przedłużeniu działalności Służby Broni Chemicznej aż do dnia 30 czerwca 1920 roku, a przy Reorganizacji Armji, na skutek aktu z dnia 4 czerwca 1920 roku, Służba Broni Chemicznej została wyodrębniona w oddzielną gałęź Armji Regularnej.

Wraz z utworzeniem Służby Broni Chemicznej w 1918 r., Departament Medyczny przestał ponosić odpowiedzialność za obronę gazową oraz wszelkie inne funkcje broni chemicznej. Chociaż Departament Medyczny pozostawał zawsze w ścisłej łączności ze Służbą Broni Chemicznej, za pośrednictwem oficera Korpusu Medycznego przydzielonego do sztabu kierownika Służby Broni Chemicznej, zaprzestał jednak wkrótce brać

czynny udział w pracy doświadczalnej. Uważa się jednak zawsze, iż Departament Medyczny musi ponosić odpowiedzialność za leczenie zagazowanych i za liczne zagadnienia natury medycznej związane z wojną chemiczną. Został więc zorganizowanym w październiku 1922 roku Wydział Badań Medycznych przy Arsenale w Edgewood, za zgodą Kierownika Służby Broni Chemicznej i Głównego Chirurga. Ow Wydział Badań Medycznych według przyjętych planów miał mieć na celu badanie działania farmokologicznego czynników wojny chemicznej: opracowywanie najlepszych metod leczenia zagazowanych i szerzenie tych wiadomości wśród oficerów Korpusu Medycznego.

Biblioteka Naukowa AGG

ROZDZIAŁ II.

Fizyka w zastosowaniu do wojny chemicznej.

BUDOWA I WŁASNOŚCI MATERJI.

Materja składa się ze skupienia drobnych cząsteczek, zwanych molekułami, trzymających się mniej lub bardziej ściśle razem, dzięki sile przyciągającej. Odległości istniejące pomiędzy niemi są daleko większe, niż ich wielkość, która jest ultra mikroskopijną. Przypuszcza się, że molekuły poruszają się wciąż z bardzo wielką szybkością, a szybkość tego ruchu wzrasta wraz ze wzrostem temperatury. Molekuły nie dają się podzielić przy pomocy środków mechanicznych. Podział molekuły na jej składowe atomy pociąga za sobą zmianę natury związku. Badanie zachowywania się molekuł, jest zadaniem fizyki; zaś badaniem atomów, z których się składają molekuły, zajmuje się chemja. Chociaż twierdzenia powyższe są czysto teoretycznemi, to jednakże muszą one być ściśle zgodne z prawdą, gdyż przy ich pomocy dają się objaśnić wszystkie zjawiska fizyczne.

W ciałach stałych, każda molekuła może się swobodnie poruszać jedynie w pewnej ograniczonej przestrzeni dookoła punktu środkowego. Molekuły nie mogą się wzajemnie wymijać. Stąd też ciało stałe ma stałą objętość przy stałej temperaturze, i zachowuje swój kształt bez względu na położenie, w jakim je umieścimy. W cieczach molekuły mają większą swobodę ruchów, położenie ich w masie nie jest stałe, mogą one swobodnie poruszać się obok siebie i wciąż zmieniają swe wzajemne położenie. Stan ten powoduje zjawisko zwane dyfuzją. Ciecz ma stałą objętość przy stałej temperaturze, lecz z łatwością dostosowuje się do kształtu zawierającego ją naczynia. W gazach molekuły są jeszcze bardziej oddalone od siebie i mają większą swobodę ruchu. Pojedyncze molekuły gazów

nie są ograniczone przestrzenią i wymijają się z największą łatwością. Stąd wypływa, iż dana ilość gazu nie posiada ani określonej objętości ani kształtu, lecz stosuje się do rozmiaru i kształtu zawierającego go naczynia. Szybkie i stałe bombardowanie ścian naczynia przez molekuły zawartego w nim gazu, wytwarza zjawisko prężności gazu. Wzrost temperatury zwiększa szybkość ruchu molekularnego i stąd wypływa wzrost prężności.

Chociaż molekuły jakiegoś ciała znajdują się w ciągłym ruchu, to jednak wywierają one na siebie wzajemne działanie przyciągające i w ten sposób ograniczają swój ruch. Tę siłę przyciągającą zowiemy kohezją, spójnością. W ciałach stałych molekuły przyciągają się wzajemnie, słabiej lub silniej, a zmiany zachodzące w tem przyciąganiu się stanowią o różnych właściwościach ciał stałych, jak: kruchość, trwałość i elastyczność. W cieczach przyciąganie się wzajemne molekuł wyraża się słabiej, i ruch molekuł nie jest nieograniczony. Przyciąganie się molekuł w cieczy stanowi o jej lepkości i o napięciu powierzchniowem. Molekuły znajdujące się w masie cieczy są przyciągane z jednakową siłą we wszystkich kierunkach, podczas gdy te, które znajdują się na powierzchni cieczy są jedynie przyciągane przez molekuły znajdujące się pod niemi i obok nich. Wskutek tego tworzy się na powierzchni cieczy błona, która jest pod stałem ciśnieniem i ma dążność do kurczenia się. Ilekroć razy powierzchnia cieczy tworzy linję krzywą, jak to ma miejsce w kropli, napięcie powierzchniowe jest prostopadłe do powierzchni i idzie w kierunku środka krzywizny. Napięcie powierzchniowe zmienia się znacznie, w zależności od składu ciała. Napięcie powierzchniowe wody wynosi 73 dyny, alkoholu 22 dyny, a eteru 16 dyn. Błona, tworząca się na powierzchni wody, jest dostatecznie mocną, by utrzymać na sobie takie owady, jak komary lub pająki wodne.

W gazach, kohezja molekuł zanika całkowicie i z chwilą gdy przeszkoda w postaci ścian naczynia, ograniczających gaz, zostanie usunięta, każda molekuła dąży do oddalenia się od innych molekuł. Tem się tłomaczy nieograniczona dążność do dyspersji gazu. Lepkość, ciekłość i napięcie powierzchniowe cieczy, decydują o stopniu ich rozproszenia (dyspersji) spowodowanego wybuchem ładunku eksplodującego lub innemi środ-

kami chemicznemi. Ciała stałe przy wybuchu nie rozpraszają się do tego stopnia jak ciecze, ciecze zaś o znacznej lepkości i wysokiem napięciu powierzchniowym nie osiągną takiego stopnia rozprószenia, jak ciecze o znacznej ciekłości i niskiem napięciu powierzchniowem. Ciecze dążą do przylegania do powierzchni ciał stałych z którymi wchodzą w kontakt, podobnie i większość gazów posiada w mniejszym lub większym stopniu skłonność do przylegania do ciał stałych. Ta skłonność pochłaniania gazu i cieczy przez ciała stałe jest tem większa im drobniejsze są cząsteczki, na które podzielone zostało ciało stałe. Węgiel drzewny odznacza się wybitną zdolnością zatrzymywania i gromadzenia różnorodnych cieczy i gazów. Węgiel ten posiada wielką ilość drobnych porów i dzięki temu przedstawia olbrzymią powierzchnię, do której gazy mogą przylegać. Proces kondensacji gazów lub cieczy na powierzchni ciała stałego, zowiemy adsorbcją i ta własność węgla drzewnego znajduje zastosowanie przy pochłaniaczach masek gazowych dla absorbowania przechodzących przez niego gazów trujących. Bunsen zalecał świeżo strącony wodorotlenek żelazowy, jako odtrutkę na zatrucie arszennikiem, przypuszczając, iż w ten sposób utworzy się zasadowy arsenian żelazowy. Najnowsze badania wykazują, iż wodorotlenek żelazowy w stanie koloidalnym działa zapomocą adsorbcji.

Kohezja międzymolekularna zmienia się w stosunku odwrotnie proporcjonalnym do temperatury, t. j. im niższą jest temperatura, tem silniejszą jest kohezja i odwrotnie. W miarę wzrostu temperatury kohezja się zmniejsza do takiego stopnia, że ciało stałe topnieje i przechodzi w stan ciekły, a ciecz wre i zamienia się w gaz. Woda zamienia się w ciało stałe przy temperaturze 0^0 C. Pomiędzy 0^0 a 100^0 C jest ona cieczą, a powyżej 100^0 C gazem. Wszelkie znane substancje, za wyjątkiem tych, które ulegają rozkładowi, można otrzymać w stanie stałym, ciekłym i lotnym, stosując odpowiednią temperaturę. Dla ciał idealnie chemicznie czystych temperatura topienia i wrzenia jest stała, wahania tej temperatury dowodzą obecności ciał obcych w badanej substancji. Te temperatury krytyczne (punkt topnienia i punkt wrzenia) stanowią bardzo ważne dane w wojnie chemicznej. Naprzykład punkt topnienia siarczku dwuchlorodwuetylu (iperyt), wynosi 13,9 stopni C, czyli 57^0 Fahrenheita, a to znaczy, że przy chłodnej pogodzie nie moż-

na go używać, gdyż uległby zamarzaniu. Nawet mieszaniny zawierające 83% iperytu topnieją przy 8° C. Dla zapobiegnięcia zamarzaniu miesza się go częstokroć z różnemi innemi substancjami. Iperyt wre przy 219° C, to znaczy, że paruje on bardzo powoli przy zwykłej temperaturze. Jest to zatem związek stały.

Molekuły pewnej substancji poruszają się z pewną przeciętną szybkością stałą dla danej temperatury, lecz poszczególne molekuły mogą poruszać się z szybkością znacznie większą lub mniejszą od przeciętnej, zależnie od tego, jak się zachowają wobec nich inne molekuły. O ile molekuła znajdująca się w pobliżu powierzchni jakiegoś ciała stałego, lub ciekłego, nabiera szybkości, przewyższającej znacznie szybkość przeciętną, przezwycięża ona siłę spójności i wypryskuje w powietrze, stając się w ten sposób molekułą wolną, tak jak to ma miejsce w gazach. Wiele ciał stałych bezustannie podlega temu procesowi, wszelkie natomiast ciecze oddają powietrzu, pod postacią gazu lub pary, pewną ilość swej substancji. Zjawisko to zowiemy parowaniem lub wyparowywaniem. Im wyższą jest temperatura cieczy, tem szybszem jest wyparowywanie, ponieważ ruch molekularny wzrasta wraz z wzrostem temperatury. Dla tej samej przyczyny ciecze wyparowywują znacznie szybciej niż ciała stałe. Niektóre ciała stałe wyparowywują całkowicie bez przechodzenia w stan ciekły, a pary po ochłodzeniu zgęszczają się w stan stały. Zjawisko to zowiemy sublimowaniem. Ciśnienie pary, w takich substancjach, staje się równe lub wyższe od ciśnienia atmosferycznego jeszcze przed osiągnięciem ich punktu topnienia.

Jeżeli umieścimy ciało stałe lub ciecz w zamkniętem naczyniu w ten sposób, by uwięzić molekuły przechodzące w stan lotny, ilość tych molekuł będzie stopniowo wzrastać i w miarę nagromadzenia się ich w atmosferze naczynia, pewna ich ilość powracać będzie do ciała macierzystego. W miarę jak para będzie się w dalszym ciągu w naczyniu nagromadzać, ilość molekuł powracających będzie wzrastała aż do chwili, w której ostatecznie równowaga zostaje ustaloną, ale tylko przy tej temperaturze, przy której nastąpi wyrównanie pomiędzy uchodzącemi i powracającemi molekułami, czyli wtedy już ilość pary nie ulegnie zmianie. Równowaga ta zostanie jednak zachwianą wraz ze zmianą temperatury. Ciśnienie wywierane przez taką

nasyconą parę, zowiemy ciśnieniem pary. To ciśnienie pary jest bardzo ważną własnością materjału służącego dla celów wojny chemicznej, ponieważ od tej własności zależy stopień stężenia gazu tego ciała osiągalny w polu. Naprzykład ciśnienie pary iperytu jest następujące:

Temperatura	Słupek rtęci
°C.	mm.
13.9	0.07
20	0.11
40	0.45
60	1.51
80	4.52
100	11.89

Na podstawie tej można obliczyć maximum stężenia dającego się osiągnąć przy jakiejkolwiek temperaturze. Gram molekuła (waga molekularna wyrażona w gramach, która dla iperytu wynosi 159) jakiegokolwiek gazu zajmuje 22,4 litra przy 0° i 760 mm. ciśnienia. Przy 40° C (104 Fahrenheita, czyli podczas ciepłej letniej pogody), objętość ta wynosiłaby $\frac{313}{273} \times 22{,}4$ czyli 25,68 litra. Ale przy 40° C ciśnienie pary iperytu wynosi tylko 0,45 mm. zamiast 760 mm. A zatem gram-molekuła pary (159 gramów) przy takiej temperaturze zajmowałaby $\frac{760}{0.45} \times 25{,}68$ litrów, czyli 43,370 litrów. Jeden litr powietrza nasyconego parą iperytu przy 40° C zawierałby $\frac{159}{43{,}370} = 0.00366$ gramów, czyli 3,66 mgm. iperytu. Porównując maximum osiągalnego stężenia z jadowitością związku, można określić wartość związku pod względem tych dwuch własności. Maksymalne stężenie iperytu, wynoszące 3,66 mgm., przy 30 minutowym działaniu, przewyższa mniej więcej sześćdziesięciokrotnie minimalną dawkę śmiertelną.

Dzięki takiej budowie molekularnej, wszelka materja jest w mniejszym lub większym stopniu ściśliwą. Lecz ściśliwość ciał stałych i ciekłych jest tak nieznaczna, iż nie może mieć zastosowania dla celów praktycznych. Tam, gdzie chodzi o gazy, których molekuły znajdują się na wielkiej odległości od siebie, ściśliwość jest stosunkowo bardzo znaczna. Substancja

przy ogrzewaniu rozszerza się, a przy ochładzaniu kurczy, prawdopodobnie wskutek wpływu, jaki wywiera temperatura na ruch molekuł, które przy nagrzewaniu oddalają się od siebie. Granica rozszerzalności przy nagrzewaniu jest różna dla różnych substancji. Stosunek wzrostu długości danego ciała, przy podniesieniu się temperatury o jeden stopień, do początkowej jego długości, zowie się współczynnikiem rozszerzalności linijnej (ekspansji). Współczynniki ekspansji i rozszerzalności objętościowej jest to stosunek wzrostu objętości, przy podniesieniu się temperatury o jeden stopień, do objętości przy temperaturze początkowej. Współczynnik ekspansji iperytu wynosi 0.00079, zaś stali 0.000035. Gdyby temperatura podniosła się o 35°, wzrost objętości iperytu wyniósłby 0.02765, podczas gdy wzrost objętości pocisku stalowego przy tym samym wzroście temperatury wyniósłby 0.001225. Widzimy zatem, iż objętość iperytu wzrosłaby o 2,76 procent, podczas gdy pojemność pocisku zwiększyłaby się jedynie o 0,12 procent, co stanowi różnicę 2,64 procent. Wskutek tej różnicy w ekspansji i nieściśliwości cieczy, jasnem jest, że gdyby pocisk napełniono w zimie iperytem i przechowano go do lata, powstałoby w nim olbrzymie ciśnienie, które spowodowałoby samorzutne rozerwanie się pocisku. Widzimy zatem, że dla napełnienia pocisku iperytem przy 25°C i nagrzaniu go bez ryzyka do temperatury 60°C należy w nim pozostawić pustą przestrzeń wynoszącą 2,64 procent poprzedniej objętości.

Większość czynników chemicznych działa w polu w stanie gazu i zbadano, że gazy działają w pewien ściśle określony sposób wyrażony w następujących prawach:

PRAWO BOYLE'A.

Objętość gazu jest odwrotnie proporcjonalna do wywieranego nań ciśnienia. Jeżeli posiadamy pewną objętość gazu pod znanem nam ciśnieniem i ciśnienie to podwoimy, otrzymana objętość stanowić będzie połowę pierwotnej objętości. Da się to wyrazić przez następujące równanie:

$$pv = p,v,$$

w którym p i v przedstawiają dane ciśnienie i odpowiadającą mu objętość, podczas gdy p, i v, przedstawiają jakiekolwiek inne ciśnienie i odpowiadającą mu objętość. Prawo to daje

się z łatwością wyjaśnić zapomocą budowy molekularnej gazu. Ciśnienie gazu spowodowane jest przez uderzanie molekuł gazu o ściany naczynia. Jeżeli zmniejszymy objętość gazu o połowę, liczba molekuł w danej przestrzeni podwoi się, i liczba zderzań się molekuł ze ścianami naczynia również się podwoi. Wszystko to ma miejsce przy stałej temperaturze.

PRAWO CHARLES'A.

Jeżeli temperatura danego gazu się zwiększa, zwiększa się również jego objętość, a wzrost objętości jest wprost proporcjonalny do wzrostu temperatury, czyli

$$\frac{V}{T} = \frac{V_1}{T_1} \text{ albo } \frac{V}{V_1} = \frac{T}{T_1}$$

gdzie V i V_1 są dwoma różnemi objętościami, a T i T_1 odpowiadającemi im temperaturami, wyrażonemi w skali absolutnej. Jeżeli weźmiemy pewną określoną objętość gazu przy 0° C i powoli będziemy zwiększać lub obniżać temperaturę, zachowując stale ciśnienie początkowe, to otrzymamy jednostajne rozszerzanie lub zmniejszanie się objętości tego gazu, wynoszące $\frac{1}{273}$ czyli 0.00366 objętości pierwotnej przy każdej zmianie temperatury o 1° C. Teoretycznie, jeżelibyśmy gaz ochłodzili do 273° C, to przy jednostajnym zmniejszaniu się, objętość gazu wówczas równałaby się zeru. Jest to jednak rzeczą nieosiągalną, ponieważ wszystkie znane nam gazy przechodzą w stan ciekły zanim osiągną temperaturę — 273° C., a prawa rządzące gazami nie dają się zastosować do ciał ciekłych. Ta zmiana objętości gazu o $\frac{1}{273}$ na każdy stopień temperatury stanowi podstawę skali termometrycznej, której stopnie odpowiadają mierze stu stopniowej, lecz której punkt 0 znajduje się o 273 stopnie niżej niż to ma miejsce na skali stu stopniowej. Skala ta nosi nazwę skali absolutnej i temperatury w formułach używanych dla wyrażenia praw rządzących gazami, oznaczone są w stopniach tej skali absolutnej.

Ponieważ zgodnie z prawem Boyle'a objętość gazu zmienia się odwrotnie proporcjonalnie do ciśnienia, a zgodnie z prawem Charles'a wprost proporcjonalnie do zmiany temperatury, można oba te prawa wyrazić za pomocą następującej formuły:

$$V=\frac{RT}{P} \text{ czyli } PV=RT$$

gdzie V jest objętością, T temperaturą absolutną, P ciśnieniem, a R nową liczbą stałą dla badanego gazu.

ZASADA AVOGARDY.

Przy jednakowym ciśnieniu i temperaturze wszystkie gazy, wzięte w tych samych objętościach, zawierają tę samą liczbę molekuł. To znaczy, że molekuły wszystkich gazów zajmują tę samą przestrzeń, a zatem objętość zajmowana przez gaz, przy pewnych określonych warunkach, zależy jedynie od liczby obecnych molekuł, bez względu na ich rozmiar i wagę. A zatem, jeżeli weźmiemy różne gazy w jednakowych objętościach przy jednakowej temperaturze i ciśnieniu, waga tych różnych gazów, wziętych w jednakowych objętościach, będzie pozostawać do siebie w tym samym stosunku co waga poszczególnych molekuł. Przekonamy się również, że jeżeli odważymy ilości dwuch lub kilku różnych gazów, odpowiadające ich wadze molekularnej, objętość tych gazów przy jednakowej temperaturze i jednakowem ciśnieniu będzie jednakowa. Molekularna waga jakiejkolwiek substancji, wyrażona w gramach, zowie się grammolekułą, czyli molem tej substancji.

Trzydzieści dwa gramy (waga molekularna) tlenu, 18 gramów wody i 71 gramów chloru zajmować będą w stanie lotnym tę samą objętość przy jednakowej temperaturze i ciśnieniu. Doświadczenie wykazało, że gram molekuła każdego gazu przy wzorcowych warunkach t. j. 0° C i ciśnieniu 760 mm. rtęci, zajmować będzie 22.4 litra. Za pomocą tych praw można obliczyć objętość jaką dana waga gazu zajmie przy wzorcowych warunkach, a stosując prawa Boyle'a i Charles'a, można objętość tę obliczyć dla każdej innej temperatury i ciśnienia. Gdyż objętość gazu jest wprost proporcjonalną do liczby obecnych molekuł i do temperatury absolutnej, a odwrotnie proporcjonalna do ciśnienia.

$$V=\frac{RNT}{P}$$

gdzie V jest objętością w litrach, T temperaturą absolutną, P ciśnieniem w milimetrach rtęci, N liczbą gram molekuł,

a R jest liczbą stałą 62.36 *). Formułę tę możemy zastosować do jakichkolwiek innych jednostek, jeżeli odpowiednio zmienimy stałą.

N. P. Zwykły przenośny cylinder gazowy, używany przy atakach obłokami gazu zawiera 30 funtów płynnego chloru. Jaką przestrzeń zajmie gaz ten przy 25° C i 740 mm. ciśnienia? 30 funtów równa się 13,605 gramom, a ponieważ waga molekularna chloru wynosi 71, równa się to $\frac{13{,}605}{71}$ czyli 191.6 gram molekułom. 25° C równa 298° C na skali absolutnej.

$$V = \frac{62.36 \times 191.6 \times 298}{740} = 4808.1 \text{ litrów}$$

PRAWO DALTONA CIŚNIEŃ CZĘŚCIOWYCH.

Jeżeli dwa gazy zajmują tę samą przestrzeń, każdy z nich wywiera to samo ciśnienie, jakieby wywierał, gdyby sam tę przestrzeń zajmował.. Jest to naturalny wniosek, wyciągnięty z hypotezy Avogardy. Jednakowe liczby molekuł różnych gazów, znajdujące się w jednakowych objętościach, wywierać będą przy warunkach wzorcowych jednakowe ciśnienia. To znaczy, że ciśnienie gazu jest proporcjonalne do liczby obecnych molekuł, bez względu na ich wielkość. Jeżeli tedy zmieszamy kilka gazów nie oddziaływujących na siebie chemicznie, każdy poszczególny gaz wywierać będzie to samo ciśnienie, jakieby wywierał, gdyby znajdował się sam w tej samej objętości i przy tej samej temperaturze. Całkowite ciśnienie tej mieszaniny będzie sumą ciśnień częściowych, składających ją gazów.

$$\frac{22.4 \times 760}{273} = 62.36$$

PRAWO DYFUZJI GRAHAMA.

Przy jednakowych warunkach gazy rozpraszają się z szybkością odwrotnie proporcjonalną do kwadratowych pierwiastków ich wag molekularnych. Ciśnienie gazu zależne jest jedynie od liczby molekuł, znajdujących się w danej przestrzeni,

*) Do stałej tej dochodzi się, mnożąc 22.4 litrów, czyli przestrzeń jaką zajmuje jedna grammolekułę każdego gazu przy warunkach wzorcowych przez liczbę 760 (t. j. wysokość słupka rtęci wzorcowego ciśnienia) i dzieląc przez 273 — (t. j. — zero temp. absolutnej skali).

a niezależne od ich wielkości. Ciśnienie gazu spowodowane jest kinetyczną energją jego molekuł. A ta energja kinetyczna jest jednakową dla wszystkich molekuł, bez względu na ich wielkość lub wagę. Kinetyczna energja jakiegokolwiek poruszającego się ciała równa się połowie iloczynu jego wagi i kwadratu szybkości ($\frac{1}{2}$ m. V^2). Stąd wypływa, iż na to, aby mała molekuła mogła nabyć taką samą energję kinetyczną, jak wielka molekuła, musi ona nabyć odpowiednio większą szybkość. Jasnem jest zatem, że szybkość molekuły musi zmieniać się odwrotnie proporcjonalnie do pierwiastka kwadratowego jej masy. Gazy rozpraszają się zgodnie z tem prawem, i gaz o małej wadze molekularnej będzie się rozpraszał o wiele szybciej niż gaz o większej wadze molekularnej. Weźmy naprzykład kwas cjanowodorowy (HCN waga molekularna 27) i fosgen ($COCl^2$ waga molekularna 99), pierwiastek kwadratowy wagi atomowej kwasu cjanowodorowego przewyższa nieznacznie połowę pierwiastka kwadratowego wagi atomowej fosgenu. A zatem kwas cjanowodorowy będzie się rozpraszał prawie dwa razy tak szybko jak fosgen. Ta własność kwasu pruskiego wraz z faktem, że kwas cjanowodorowy jest nieznacznie lżejszy od powietrza (którego przeciętna waga molekularna wynosi 28.9), wyjaśnia nam dlaczego kwas cjanowodorowy, pomimo swej wielkiej jadowitości, użyty w małych pociskach, nie okazał się skuteczny jako gaz bojowy.

OBLICZENIE STĘŻEŃ.

Poprzednio, wszelkie dane, dotyczące stężeń materjałów toksycznych w powietrzu, wyrażano w stosunku do miljona (p. p. m.). Metoda ta daje się jednak zastosować tylko do substancji lotnych, nigdy zaś do substancji ciekłych lub stałych. Ponieważ obecnie większość czynników wojny chemicznej stanowią ciecze lub ciała stałe, wszystkie stężenia wyrażają się w miligramach materjału trującego na litr powietrza. Jest to ten sam stosunek co uncji do 1000 stóp sześciennych[2]).Obli-

---

[2]) $\frac{\text{1 uncja}}{\text{stopę sześcienną}} = \frac{\text{28.35 gramów}}{\text{28.32 litra}} = \frac{\text{1.001 grama}}{\text{1 litr}}$ Ponieważ jedjedna uncja wzięta na stopę sześcienną powietrza, równa się jednemu gramowi na litr, 1 uncja na 1000 stóp sześciennych, równa się jednemu miligramowi na litr.

czenia na miljon można zamienić na obliczenia miligramów na litr. W obliczeniach stężeń powietrza, lub jakiegokolwiek innego gazu posiadającego tę samą gęstość co powietrze, 1 p. p. m. wynosiłaby 1 mm. sześcienny na litr. Jeden litr powietrza przy 0° i 760 mm. ciśnienia waży 1.293 gramów, a 1 milimetr sześcienny ważyłby 0.0001293 miligrama. Stąd przy warunkach wzorcowych jedna część na miljon (1 p.p.m.) jakiegokolwiek gazu, posiadającego tę samą gęstość co powietrze, równałaby się 0.001293 mgm. na litr. Przeciętna waga molekularna powietrza wynosi 28,9, a dla jakiegokolwiek innego gazu cyfra 0.001293 uległaby zmianie, stosownie do wagi molekularnej tego gazu. Przeto:

$$\text{miligramy na litr} = \frac{M}{28.9} \times 0.001293 \times \frac{P}{760} \times \frac{273}{T} \text{X części}$$

na miljon, gdzie M jest wagą molekularną, P ciśnieniem barometrycznem. Można to streścić w porównaniu następującem:

$$\text{przy obliczaniu miligramów na litr} = \frac{M \times P \times 0.0000161 \text{ części na miljon}}{T}$$

lub odwrotnie przy obliczeniu

$$\text{na części na miljon} = \frac{\text{miligramom na litr} \times T}{M \times P \times 0.0000161}$$

Za pomocą tych równań można części na miljon zamienić przy jakimkolwiek ciśnieniu lub temperaturze, na miligramy na litr lub odwrotnie [3]).

Podręczna tabelka dla przeliczań.

1 cm. = 0.3937 cala
1 metr = 3.28 stopy, czyli 1.093 jarda
1 kilometr = 0.6213 mili

1 litr = 1.057 kwart

1 metr sześc. = 37.27 stopy sześciennej, czyli 1.306 jarda sześciennego

1 gram = 15. 43 grana
1 kgm. = 2.2046 funta

$$C = \frac{5(F-32)}{9}$$

1 cal = 2.54 cm.
1 funt = 453.6 grama
1 uncja = 28.35 grama
1 gran = 64.8 mgm.

1 stopa^3 = 28.32 litra
1 galon = 3.786 litra

1 kwarta = 0.946 litra
1 mila = 1.61 kilometra
1 jard = 0.9145 metra
1 stopa = 30.49 cm.

$$F = \frac{9C}{5} + 32$$

[3]) Patrz dodatek dla innych obliczeń.

ROZDZIAŁ III.

ELEMENTARNA CHEMJA WOJNY GAZOWEJ.

Wszystkie związki organiczne zawierają węgiel. Zawierają one również wodor, a często tlen, azot i chlorowce, jak również siarkę, fosfor, arsen i inne pierwiastki. Związki organiczne dzielimy na cztery grupy, czyli klasy, w sposób następujący:

1. Związki alifatyczne, w których atomy węgla w każdej cząsteczce ustawione są w prostych, lub rozgałęzionych łańcuchach. Grupa ta obejmuje większość tłuszczów naturalnych i olei oraz ich pochodne.

2. Związki aromatyczne, czyli cykliczne, w których atomy węgla w każdej cząsteczce tworzą zamknięty pierścień.

3. Związki alicykliczne, które mają budowę cykliczną, tak jak związki aromatyczne, które jednak są zbliżone pod względem swych własności do związków alifatycznych.

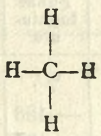
4. Związki heterocykliczne, których budowa cząsteczkowa jest cykliczną, czyli tworzy pierścień, jednak pierścień ten nie składa się tylko z atomów węgla, może on również zawierać azot, tlen lub rzadziej inne składniki.

ZWIĄZKI ALIFATYCZNE.

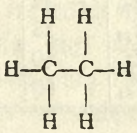
Węglowodory. Najprostsze związki organiczne są te, które składają się z węgla i wodoru, zowiemy je węglowodorami. Z tych związków można otrzymać teoretycznie większość innych związków chemji organicznej i wiele z pośród nich otrzymuje się z węglowodorów za pomocą różnych substytucyj (podstawienia).

Ponieważ wartościowość węgla równa się 4, najprostszym z węglowodorów będzie CH_4, ciało to istnieje w naturze w ko-

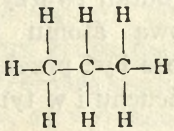
palniach węgla i zowią go tam gazem kopalnianym; tworzy się on również, wskutek rozkładu materji roślinnej, na moczarach i zwany jest wtedy „gazem błotnym". Chemiczna jego nazwa jest „metan". Formuła empiryczna CH_4 odpowiada następującej formule strukturalnej:



Cząsteczka metanu bez jednego atomu H znaną jest pod nazwą grupy metylowej, czyli rodnika (CH^3). Nazwy najprostszych węglowodorów kończą się na an, a nazwy odpowiadających rodników „alkylowych", kończą się na „yl". Przeto następnym z kolei członkiem tego szeregu będzie etan C_2H_6 czyli



Wraz ze stratą jednego atomu wodoru, otrzymujemy rodnik etylowy C_2H_5. Etan możemy uważać za metan CH_4, w którym atom wodoru zastąpiony został przez grupę metylową. Podobnież, jeżeli zastąpimy jeden atom wodoru w etanie przez inną grupę metylową, otrzymamy trzeci człon tego szeregu.. Jest on znany pod nazwą propanu C_3H_8 i posiada następującą formułą strukturalną:



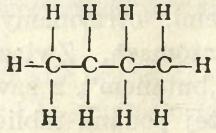
Postępując w tenże sam sposób i zastępując atomy wodorowe grupami metylowemi, otrzymamy węglowodory o czterech, pięciu lub więcej atomach. Związek zawierający cztery atomy węgla zowie się „butanem", a zawierający pięć atomów węgla „pentanem". Niżej podana tablica podaje nam nazwy,

formuły i niektóre własności fizyczne szeregu tych związków. Cały szereg tych związków, zaczynając od metanu, zawarty jest w nafcie, z której można je otrzymywać zapomocą frakcjonowanej destylacji.

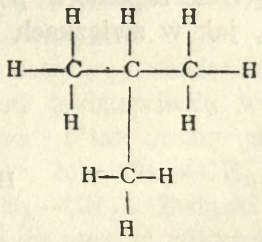
NAZWA	Formuła	Punkt topnienia	Punkt wrzenia	Ciężar właściwy
		°C.	°C.	
Metan	CH_4	— 186	— 160	0.415 (przy — 160°)
Etan	C_2H_6	— 172	— 93	0.446 (przy 0°)
Propan	C_3H_8		— 45	0.536 (przy 0°)
Butan	C_4H_{10}		1	0.600 (przy 0°)
Pentan	C_5H_{12}		36	0.627 (przy 20°)
Heksan	C_6H_{14}		69	0.658 (przy 20°)
Heptan	C_7H_{16}		98	0.683 (przy 20°)
Oktan	C_8H_{18}		125	0.702 (przy 20°)
Nonan	C_9H_{20}	— 51	149	0.718 (przy 20°)
Dekan	$C_{10}H_{22}$	— 31	173	0.730 (przy 20°)
Dodekan	$C_{12}H_{26}$	— 12	214	0.773 (przy punk. top.)
Heksadekan	$C_{16}H_{34}$	18	287	0.775 (przy punk. top.)
Henikosan	$C_{21}H_{44}$	40	215	0.778 (przy punk. top.)
Hentria-kontan	$C_{31}H_{64}$	68	303	0.781 (przy punk. top.)

Widzimy, że skład cząsteczkowy następujących po sobie członów tego szeregu, różni się zawsze o CH_2. Taki szereg związków, którego człony różnią się pomiędzy sobą o pewien określony składnik lub grupę składników, zowiemy szeregiem homologicznym, a poszczególne związki są homologami drugich. Można również zauważyć, że punkty wrzenia i topnienia, oraz ciężar właściwy takich związków, wzrasta wraz ze zwiększaniem się liczby atomów węgla w cząsteczkach.

Jak to widzieliśmy, butan tworzy się z propanu przez zastąpienie grupą metylową atomu wodoru propanu. Lecz ten rodnik metylowy, może być przyłączony do jednego końca atomów węglowych w łańcuchu i w tym wypadku otrzymujemy łańcuch prosty.



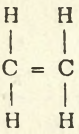
natomiast, jeżeli zastąpimy jeden z atomów wodorowych, przyłączonych do środkowych atomów węglowych, przez grupę metylową, otrzymamy łańcuch rozgałęziony, jak to widzimy poniżej:



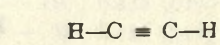
Obie te formuły zawierają tę samą liczbę składników każdego rodzaju i obie wyrażone są zapomocą formuły empirycznej C_4H_{10}. Jednakże mają one bardzo różne własności i są różnemi związkami. Takie związki, mające ten sam skład jakościowy i ilościowy, jakoteż ciężar cząsteczkowy, lecz posiadające różne własności wskutek odmiennego ustawienia atomów w cząsteczce „zowią się *izomerami.* Izomer, zawierający łańcuch prosty, zowie się normalnym butanem (n-butan), a izomer o łańcuchu rozgałęzionym zowiemy „izo-butanem". Jest to reguła ogólnie służąca dla nomenklatury prostych i rozgałęzionych łańcuchów. Łatwo można przekonać się, że mogą istnieć tylko dwa izomery butanu, lecz w miarę wzrastania ilości atomów węgla w wyższych członach szeregu, wzrasta możliwość istnienia większej ilości izomerów i rzeczywiście jest znaną znaczna ich liczba.

Z formuły budowy izo-butanu, widzimy, że związek ten można uważać za cząsteczkę etanu, w której dwa atomy wodorowe zostały zastąpione przez dwie grupy metylowe i możemy go nazwać dwumetylo etanem, lub też możemy go uważać za propan, w którym jedna grupa metylowa weszła na miejsce jednego atomu wodoru, czyli metylo-propan. Poglądy te, na skład chemiczny tych związków, są wyrażone zapomocą wzorów konstytucyjnych, które wykazują, jakie grupy atomów są obecne w cząsteczce, chociaż nie w tak szczegółowy sposób, jak zapomocą formuły strukturalnej. Izo-butan, możemy oznaczyć, jako $(CH_3)_2C_2H_4$ jeżeli go będziemy uważać za dwumetylo-etan, lub zapomocą CH_3-C_3H_7, jeżeli go będziemy uważać za metylopropan.

Węglowodory nienasycone. Powyżej omawiane szeregi parafinowe są wszystkie nasycone, to znaczy, że atomy węglowe .są .połączone .zapomocą .pojedyńczego .wiązania. Jednakże możliwem jest, że dwa przyległe atomy węgla w cząsteczce, bywają połączone zapomocą podwójnego, lub nawet potrójnego wiązania, jak w związkach etylenu C_2H_4 i acetylenu C_2H_2.



Etylen



Acetylen

Te związki są nienasycone i o wiele mniej stałe od związków nasyconych, gdyż są one zdolne przyłączać inne atomy lub grupy atomów, podczas gdy związki nasycone, w których wartościowość każdego atomu węglowego jest całkowicie wypełnioną, mogą tylko przyłaczać inne atomy, zastępując niemi atomy obecne, które muszą być poprzednio odłączone.

Węglowodory nienasycone, zawierające wiązania podwójne, zowiemy oleifinami, a te, które posiadają potrójne wiązania — acetylenami. Tak jak szeregi parafinowe możemy uważać za pochodne metanu, w którym atomy wodorowe są zastąpione przez grupy metylowe, tak również i wyższe człony olefinów, uważać można za pochodne etylenu C_2H_4, a wyższe człony szeregów acetylenowych, jako pochodne acetylenu C_2H_2, w którym atomy wodorowe są podstawione przez grupy metylowe. Nazwy oleifinów pochodzą od odpowiednich węglowodorów nasyconych. I tak etan C_2H_6 daje etylen C_2H_4, propan C_3H_8 daje propylen C_3H_6 i.t.d. W tych szeregach można również otrzymywać łańcuchy proste, czyli związki normalne i łańcuchy rozgałęzione, czyli izo-związki. Etylen, propylen i butylen są w zwykłych temperaturach gazami, podczas gdy wyższe człony szeregu, są to lekkie oleiste ciecze o stopniowo coraz to wyższych punktach wrzenia. Etylen jest jednym z materjałów, używanych dla wyrobu iperytu. Acetylen jest dobrze znanym gazem oświetlającym, otrzymywanym zapomocą działania wody na węglik wapnia:

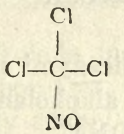
$$CaC_2 + 2HOH = Ca(OH)_2 + C_2H_2.$$

Cząsteczki acetylenu nagrzane do ca. 600°C, łączą się ze sobą tworząc cykliczny związek aromatyczny benzen C_6H_6. Proces, zapomocą którego łączą się ze sobą związki, mające ten sam skład procentowy, lecz których ciężary cząsteczkowe są wielokrotnością związku pierwotnego — zowiemy *polimeryzacją*. Benzen jest polimerem acetylenu.

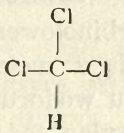
Pochodne chlorowcowe węglowodorów alifatycznych. Najprostszemi produktami podstawienia węglowodorów, są ich chlorowcowe pochodne. I tak mamy chlorek metylu CH_3Cl, bromek etylu C_2H_5Br, lub $CH_3—CH_2Br$, i jodek propylu C_3H_7I, czyli $CH_3—CH_2—CH_2I$. Związki te zowią się chlorowco - alkylami i można je uważać również za estry (sole, powstałe z alkoholu, jako zasady i utworzone przez zastąpienie jednego atomu wodoru z odpowiadającego im kwasu wodoro-chlorowcowego przez rodnik alkylowy.

Gdy działamy na nienasycone węglowodory wolnemi chlorowcami, początkową reakcją jest reakcja przyłączenia, t. j. nie tworzą się żadne produkty poboczne aż do chwili nasycenia związku. Dalsze atomy chlorowców zostają wprowadzone do cząsteczki węglowodoru przez podstawienie. Chlorowco-alkyle przedstawiają znaczną ilość związków izomerycznych.

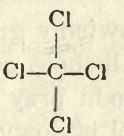
Jednym ze znaczniejszych chlorowco-alkylów jest trójchlorometan $CHCl_3$, czyli chloroform.



Chloropikryna



Chloroform



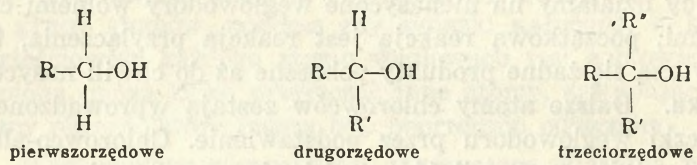
Czterochlorek węgla

Jeżeli na chloroform działamy w dalszym ciągu chlorem, otrzymamy czterochlorek metanu, czyli czterochlorek węgla, a chloropikrynę, która miała tak szerokie zastosowanie w czasie wojny, jako gaz trujący, otrzymujemy z chloroformu, zastępując atom wodorowy w trójchlorometanie przez grupę nitrową (NO_2).

Alkohole. Cechą wszystkich alkoholi są grupy wodorotlenowe (- OH) połączone z rodnikami węglowodorowemi. Naprzykład alkohol metylowy CH_3 - OH, można go uważać za metan CH_4, w którym jeden atom wodoru został zastąpiony przez grupę OH, lub też wodorotlenek metylowy, tak jak NaOH jest

wodorotlenkiem sodowym. Podobnie i alkohol etylowy, którego formuła jest następująca C_2H_5-OH. Można również uważać alkohole za pochodne wody HOH, w której zastąpiono jeden atom wodoru przez rodnik alkylowy. Jednakże grupa OH, wówczas tylko nadaje własności alkoholowe danemu ciału, gdy atom węglowy przy którym się ona znajduje, jest związany albo z atomami wodoru, albo z innymi atomami węgla (łańcucha węglowodorowego otwartego). Gdy grupa OH jest związana z atomami węgla, znajdującemi się w pierścieniu związku aromatycznego, powstający stąd związek jest to fenolem.

Alkohole dzielimy na pierwszorzędowe, drugorzędowe i trzeciorzędowe, stosownie do tego, czy atom węgla, przy którym stoi grupa OH jest bezpośrednio związany z jednym, dwoma, lub trzema atomami węgla jakiegoś rodnika alkylowego w sposób następujący:



gdzie R,R' i R" przedstawiają różne rodniki alkylowe. Te różne typy alkoholi cechują kolejno grupy

$$-CH_2OH \qquad =CHOH \qquad =COH$$

i te zowiemy grupami karbinolowemi.

Alkohole oddziaływują z metalami alkalicznymi podobnie jak woda przy uwalnianiu wodoru i tworzą alkoholany. I tak alkohol etylowy tworzy etylan sodowy C_2H_5ONa.

$$2C_2H_5OH + 2Na = 2C_2H_5ONa + H_2$$

Alkoholany oddziaływują z łatwością na chlorowcoalkyle, tworząc etery (tlenki alkylu). I tak etylan sodowy i jodek etylowy tworzą zwykły eter.

$$C_2H_5O \boxed{Na + 1} C_2H_5 = NaI + (C_2H_5)_2O$$

Alkohole oddziaływują łatwo zarówno na nieorganiczne jak i organiczne kwasy, tworząc estry czyli kwasy, w których wodor zastąpiony jest przez rodnik alkylowy.

Pod działaniem silnych odwadniających czynników, takich jak kwas fosforowy, lub pięciotlenek fosforu, alkohole

mogą tworzyć, zależnie od istniejących warunków, albo etery, lub też nienasycone węglowodory.. I tak alkohol etylowy może dawać albo zwykły eter $(C_2H_5)_2O$, lub też nienasycone węglowodory, jak np. etylen C_2H_4. .Tę ostatnią reakcję można przeprowadzić nagrzewając jedynie alkohol w obecności pewnych czynników katalitycznych, jak tlenek glinu Al_2O_3, krzemionka SiO_2, chińska glina, czyli kaolina. Metoda ta została zastosowana przy produkcji na wielką skalę etylenu dla wyrobu iperytu.

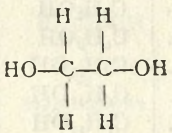
Poniższa tablica przedstawia niektóre cechy niższych pierwszorzędowych (normalnych) alkoholi.

NAZWA	Formuła	Punkt topnienia	Punkt wrzenia	Ciężar właściwy
		°C.	°C.	
Alkohol Metylowy	CH_3OH		66	0.796
„ Etylowy	C_2H_5OH	— 112	78	0.785
„ Propylowy	C_3H_7OH		97	0.799
„ Butylowy.	C_4H_9OH		117	0.805
„ Amylowy.	$C_5H_{11}OH$		138	0.826
„ Heksylowy	$C_6H_{13}OH$		157	0.820
„ Heptylowy	$C_7H_{15}OH$		176	0.830
„ Oktylowy	$C_8H_{17}OH$		195	0.837
„ Nonylowy	$C_9H_{19}OH$	— 4	213	0.834
„ Decylowy	$C_{10}H_{21}OH$	+ 7	231	0.829

Alkohole można otrzymywać syntetycznie zapomocą różnych sposobów, ale w praktyce otrzymuje się alkohol metylowy przy suchej destylacji drzewa, alkohol etylowy przy fermentacji cukru, a alkohole propylowy, alkohol butylowy i amylowy powstają, jako uboczne produkty tej fermentacji. Pozostają one jako wyżej wrząca frakcja przy destylacji alkoholu etylowego, a jako ciecze o wyglądzie nieco oleistym, zostały nazwane olejem fuzlowym. Alkohole niższego rzędu, posiadające od C_1 — C_{11} w cząsteczce, stają się bardziej trującemi wraz ze zwiększeniem się ilości atomów węglowych. Jedynie alkohol metylowy stanowi tu wyjątek. Alkohole zaś wyższego rzędu, mające w swej cząsteczce więcej niż C_{12}, nie są trujące, ponieważ w miarę zwiększania się ilości atomów węgla, tracą zdolność rozpuszczania się w wodzie. Alkohole wyższego rzędu, zaczynając od C_{11} — C_{18}, znajdują się w różnych olejach roślinnych jako

estry kwasów organicznych. Alkohol cerylowy $C_{26}H_{53}OH$ i alkohol mirycylowy $C_{30}H_{61}OH$, są składnikami wosków.

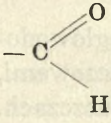
Można wprowadzić nietylko jedną, ale dwie, albo i więcej (—OH) grup do tej samej węglowodorowej cząsteczki i otrzymywać w ten sposób inne alkohole. Te, które zawierają tylko jedną grupę OH, zowią się alkoholami jednowodorotlenowemi, jednoatomowemi lub jednowartościowemi, te które zawierają dwie grupy OH, zowią się alkoholami dwuwodorotlenowemi, dwuatomowemi lum dwuwartościowemi.. Każda grupa OH związaną jest z różnym atomem węglowym, ponieważ cząsteczki zawierające dwie grupy OH związane z tym samym atomem węglowym są niestałe i natychmiast po utworzeniu oddzielają jedną cząsteczkę wody i tworzą aldehydy. Jeżeli wprowadzimy dwie grupy OH do cząsteczki etanu CH_3-CH_3, otrzymamy glikol, jako produkt, jest on pierwszym członem z szeregu alkoholi dwuatomowych, zwanych glikolami. .Glikol, czyli CH_2OH - CH_2OH, lub też —



Najbardziej znanym członem trójatomowych lub trójwartościowych alkoholi, jest glicerol, czyli gliceryna CH_2OH-$CHOH$-CH_2OH, jest ona zwykłym składnikiem wszystkich tłuszczy, gdzie występuje w połączeniu z kwasami tłuszczowemi. Wielowodorotlenowe alkohole nie są trującemi, lecz są to substancje o smaku słodkim, który staje się silniej wyrażonym w miarę wzrastania ilości grup OH w cząsteczce.

Merkaptany, czyli tio-alkohole. Tak, jak alkohole, możemy uważać za pochodne wody, utworzone przez podstawienie jednego z atomów wodorowych grupą alkylową, tak samo merkaptany są ciałami analogicznemi, otrzymanemi przez zastąpienie jednego atomu wodoru w siarkowodorze przez grupę alkylową. Można je otrzymywać przy podgrzewaniu chlorowco-alkylów z wodorosiarczkiem potasowym KSH, który jest solą kwaśną siarkowodoru H_2S. Wszystkie merkaptany mają odrażającą woń. Merkaptan butylu przypomina zapachem piżmo, dlatego używano go w czasie wojny dla zamaskowania użytych substancji toksycznych. Niekiedy miesza się go z tlenkiem węgla, gazem świetlnym, jako czynnikiem ostrzegawczym na wypadek uchodzenia gazu.

Aldehydy i ketony są to dwie klasy związków, bardzo zbliżone do siebie. Są one pochodnemi węglowodoru i zawierają atom tlenu, połączony zapomocą podwójnego wiązania z pojedyńczym atomem węgla i jedyną różnicę pomiędzy tymi dwoma związkami stanowi to, że w aldehydach atom węgla związany podwójnym wiązaniem z tlenem, jest pierwszorzędowym atomem węgla (t. j. jest bezpośrednio połączony z jednym tylko atomem węgla), czyli musi mieć inne jeszcze wiązanie, które łączą go z atomem wodoru, podczas gdy w ketonach atom węglowy podwójnie związany z tlenem jest drugorzędowym atomem węgla, t. j. pozostaje w bezpośrednim połączeniu z dwoma innemi atomami węgla. Wobec czego w aldehydach węgiel wraz z podwójnie związanym atomem tlenu, znajduje się na końcu łańcucha atomów węgla, podczas gdy w ketonach znajduje się on w środku łańcucha pomiędzy dwoma atomami węgla. Czyli grupa charakteryzująca aldehydy ma wzór



podczas gdy grupa ketonów > C = O.

Nazwy aldehydów pochodzą od kwasów powstałych wskutek ich utlenienia. Formaldehyd daje przy utlenianiu kwas mrówkowy; acetaldehyd daje kwas octowy. Ketony otrzymują swą nazwę od rodników węglowodorowych, z któremi ketogrupa C = O jest połączona. I tak $CH_3 - CO - CH_3$ jest dwumetyloketonem i zowie się acetonem. $CH_3 - CO - C_2H_5$ zowie się etylometyloketonem i t. d. Widzimy więc, że aldehydy i ketony posiadają pewne cechy wspólne, ponieważ zawierają grupę karbonylową CO.

Utlenienie pierwszorzędowych alkoholi daje aldehydy

$$2CH_3 — CH_2OH + O_2 = 2(CH_3)_2CO + 2H_2O$$

Utlenienie drugorzędowych alkoholi daje ketony

$$2CH_3 — CHOH — CH_3 + O_2 = 2(CH_3)_2CO + 2H_2O$$

Zarówno aldehydy, jak i ketony przy redukcji, tworzą alkohole i to aldehydy tworzą alkohole pierwszorzędowe, a ketony drugorzędowe.

Tak aldehydy, jak i ketony przy utlenieniu dają kwasy, a również wskutek podwójnego wiązania pomiędzy atomami tlenu i węgla grup karbonilowych, tak aldehydy, jak i ketony, zdolne są do wytwarzania pewnych związków przez addycje.

Obydwa ciała przyłączają kwas pruski. Aldehydy przyłączają amonjak. I tak formaldehyd tworzy wraz z amonjakiem związek krystaliczny sześciometylen czteroaminę, powszechnie zwanym urotropiną $(CH_2)_6N_4$.. Materjału tego, który oddaje z łatwością amonjak, używano do masek na początku wojny pod nazwą „sześcioaminy", jako środka zabezpieczającego przeciw fosgenowi.

Aldehydy są związkami niestałemi, utleniają się łatwo, a pod działaniem wodorotlenków alkalicznych polimeryzują. Najważniejszym z ketonów jest keton dwumetylu $CH_3 - CO - CH_3$ czyli zwykły aceton. Bromaceton $CH_3 - CO - CH_2Br$ stosowano jako lakrymator.

Kwasy. Jak to już zaznaczyliśmy, aldehydy można utleniać na kwasy. Kwasy te cechuje grupa —C(=O)OH, która zowie się grupą karboksylową. Kwasy otrzymane z węglowodorów alifatycznych, zowią się zazwyczaj kwasami tłuszczowemi, gdyż spotykamy je jako estry glicerolu cz. gliceryny w tłuszczach.

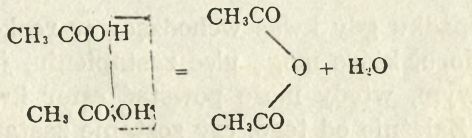
Niższe człony szeregu kwasów organicznych są cieczami, rozpuszczają się w wodzie, są to dość silne kwasy, chociaż słabsze od kwasów nieorganicznych. Wyższe człony są to ciała stałe, podobne do tłuszczów. Nazwę swą wywodzą od węglowodorów, od których teoretycznie pochodzą.

NAZWA	Formuła	Punkt topnienia	Punkt wrzenia	Ciężar właściwy
		°C.	°C.	
Kwas Mrówkowy	HC OOH	8.3	101	1.2310
„ Octowy	CH_3COOH	16.6	118	1.0515
„ Propionowy	C_2H_5COOH	— 36.0	141	0.9985
„ Masłowy	C_3H_7COOH	— 2.0	163	0.9699
„ Walerjanowy . . .	C_4H_9COOH	— 58.5	186	0.9560
„ Kapronowy	$C_5H_{11}COOH$	— 1.5	205	0.9450
„ Heptylowy	$C_6H_{13}COOH$	— 10.5	223	0.9186
„ Kaprylowy	$C_7H_{15}COOH$	16.5	237	0.9100
„ Nonylowy	$C_8H_{17}COOH$	12.5	254	0.9110
„ Kaprinowy	$C_9H_{19}COOH$	31.4	269	
„ Palmitynowy . . .	$C_{15}H_{31}COOH$	62.6	271	0.8527
„ Margarynowy . . .	$C_{16}H_{33}COOH$	60.0		
„ Stearynowy	$C_{17}HC_{35}OOH$	69.3	291	0.8454

Kwasy tłuszczowe mogą zawierać jedną, lub więcej grup karboksylowych w tej samej cząsteczce, związanej zazwyczaj z różnemi atomami węgla. .Kwasy zawierające tylko jedną grupę karboksylową zowią się kwasami jednozasadowymi, gdyż zdolne są zobojętniać tylko jeden równoważnik zasady. Kwasy zawierające dwa karboksylowe rodniki, zowią się dwuzasadowymi kwasami. Najprostszym kwasem dwuzasadowym, jak kwas szczawiowy $C_2H_2O_4$, czyli

$$\begin{matrix} COOH \\ | \\ COOH \end{matrix}$$

Bezwodniki. Gdy usuniemy cząsteczkę wody z dwuch grup karboksylowych, utworzy się bezwodnik kwasowy w sposób następujący:



Kwas octowy — Bezwodnik kwasu octowego

Odpowiednie bezwodniki innych kwasów tłuszczowych są dobrze znane. Człony niższego szeregu bezwodników kwasowych są płynami, wyższe są ciałemi stałemi. Niższe człony oddziaływują z łatwością z wodą, regenerując kwasy, z których zostały utworzone.

Gdy zadziałamy chlorkiem fosforu na kwas organiczny, wtedy atom chloru wstąpi na miejsce grupy wodorotlenowej w rodniku karboksylowym.

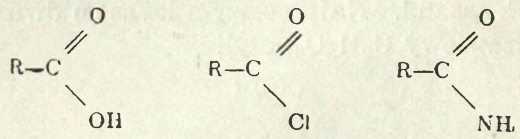
$$3CH_3 - COOH + PCl_3 = 3CH_3COCl + H_3PO_3$$

Kwas octowy — Chlorek acetylu

Nazwy tych związków tworzą się z nazw odpowiadających im kwasów przy dodaniu końcówki „yl" do źródłosłowu nazwy kwasu. I tak kwas propionowy C_2H_5 - COOH daje chlorek propionylu C_2H_5 - COCI i t. d. Związki te są powszechnie zwane chlorowco-acylami. Chlorowco-acyle oddziaływują z alkoholami, tworząc estry. Gdy na chlorowco-acyl działamy amonjakiem, chlorowiec zostaje zastąpiony przez — NH_2, czyli grupą amidową.

$$CH_3COCl + NH_3 = CH_3CO - NH_2 + HCl$$

produkt utworzony w ten sposób, zwie się amidem kwasowym, a w tym wypadku acetamidem. Amidy kwasowe można uważać za kwasy organiczne, w których grupa wodorotlenowa karboksylu została zastąpioną przez grupę amidową — NH_2

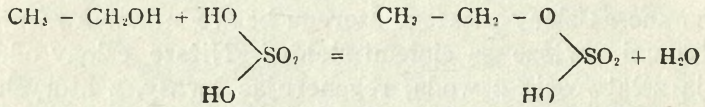


Kwas **Chlorek acylu** **Amid kwasowy**

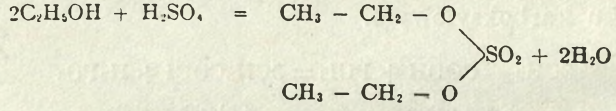
Estry tworzą się przez zastąpienie wodoru kwasowego resztą alkoholową

$$C_2H_5OH + CH_3 - COOH = CH_3 - COOC_2H_5 + H_2O$$

W wypadku gdy kwas wchodzący w reakcje posiada dwa atomy wodoru, które mogą ulec zastąpieniu, jak n. p. w kwasie siarkowym, wtedy może powstać ester kwaśny, lub ester obojętny. Zależnie od tego, czy zostanie zastąpiony jeden, czy też oba atomy wodorowe.



Alkohol **Kwas siarkowy** **Siarczan wodoroetylowy czyli kwaśny etylo-siarczan**



Siarczan dwuetylu (obojętny)

Podobnie i azotan etylu tworzy się z kwasu azotowego. Ester gliceryny trójwartościowego alkoholu i kwasu azotowego jest dobrze znanym środkiem wybuchowym, znanym powszechnie pod nazwą nitrogliceryny. Nitrocelluloza jest związkiem podobnym, gdyż celluloza jest pokrewną pod względem swej budowy z alkoholami. Estry kwasów organicznych znajdujemy w owocach, służą one do wyrobu sztucznych soków

owocowych. Estry glicerynowe wyższych kwasów tłuszczowych są tłuszczami, a estry wyższych alkoholi spotykamy w woskach.

Nitryle są to cjanki alkylu, jak CH_3CN i C_2H_5CN, czyli estry kwasu cjanowodorowego HCN. Zazwyczaj otrzymuje się je zapomocą działania chlorowco-alkylu na cjanek potasowy.

$$CH_3I + KCN = CH_3 - CN + KI$$

Cjanek metylu

Zowią się one nitrylami, ponieważ ulegają hydrolizie przez wodę, dając kwas organiczny i amonjak. Z cjanku metylu można otrzymać kwas octowy i dlatego zowie się acetonitrylem. Nitryle są zazwyczaj cieczami o miłej woni, a ponieważ cechuje je grupa — C = N, są zazwyczaj trującemi.

Jeżeli chlorowco-alkyl poddamy działaniu cjanku srebra AgCN, zamiast cjanku potasu, otrzymamy związek, który zawiera grupę — N ≡ C i zowie się izonitrylem. I tak

$$CH_3 - CH_2Cl + AgNC = CH_3 - CH_2 - NC + AgCl$$

Chlorek etylu — Izocjanek etylu

Izotiocjanjany stanowią inną grupę estrów, są to estry kwasu izotiocjanowego HN=C=S. Związki te zowią się olejkami gorczycznemi. Izotiocjanian allylu, $CH_2 = CH - CH_2NCS$, jest olejkiem czarnej gorczycy. Jest to ciężka ciecz oleista o przenikliwym zapachu, wrząca przy 151°. W zetknięciu ze skórą wywołuje na niej pęcherze. Podobne zmiany na skórze wywołuje iperyt i dlatego jakoteż i dla innych własności olejku gorczycznego, jak np. zapach podobny do zapachu iperytu, nazwano iperyt gazem musztardowym.

Etery. Alkohole można uważać za wodorotlenki alkylowe, pochodne wody, a etery są tlenkami alkylów.

HOH	C_2H_5OH	$C_2H_5OC_2H_5O$
Woda	Alkohol	Eter

Można je również uważać za dwie cząsteczki alkoholu, które straciły jedną cząsteczkę wody.

$$CH_3\boxed{OH + H}OCH_3 = CH_3{-}O{-}CH_3$$

Eter metylowy

Dwa rodniki alkylu, związane z tlenem, mogą być jednakowe, lub różne. $CH_3OC_2H_5$, jest to eter etylo-metylowy. Na-

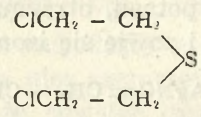
zwy eterów wywodzą się od zawartych w nich rodników węglowodorowych.

Etery są to ciecze wrzące przy temperaturach niższych, niż odpowiadające im alkohole. Można je otrzymać przez nagrzewanie alkoholu z kwasem siarkowym. Związki zwane tioeterami są to siarczki alkylu. Są one podobne do estrów z tą różnicą, że zawierają cząsteczkę siarki zamiast tlenu i znajdują się w ten sposób w takim samym stosunku do eterów, jak merkaptany do alkoholi. Można je otrzymać, poddając chlorowco-alkyle działaniu siarczku sodu lub potasu

$$2C_2H_5Cl + Na_2S = 2NaCl + (C_2H_5)_2S$$

Siarczek dwuetylu

Iperyt (gaz musztardowy) jest siarczkiem dwuetylu, w którym dwa atomy wodoru zastąpiły dwa atomy chloru



Aminy. Gdy atomy wodorowe amonjaku zostaną zastąpione przez grupy alkylowe, utworzą się aminy. Rozróżniamy aminy pierwszorzędowe, drugorzędowe i trzeciorzędowe, zależnie od tego czy jeden, dwa, lub trzy atomy wodorowe amonjaku zostały zastąpione przez grupę alkylową,

$CH_3 - NH_2$	$(CH_3)_2 = NH$	$(CH_3)_3 - N$
Metylo-amina (pierwszorzędowa)	Dwumetylo-amina (drugorzędowa)	Trójmetylo-amina (trzeciorzędowa)

Grupą charakterystyczną dla amin pierwszorzędowych jest NH_2 dla amin drugorzędowych = NH i dla amin trzeciorzędowych = N. Aminy są silniejszemi zasadami, niż amonjak i łączą się z kwasami, tworząc sole. Ich własności zasadowe wzrastają wraz z ilością grup alkylowych. Można je otrzymać z amonjaku i chlorowco-alkylu $C_2H_5Cl + NH_3 = C_2H_5NH_2 + HCl$.

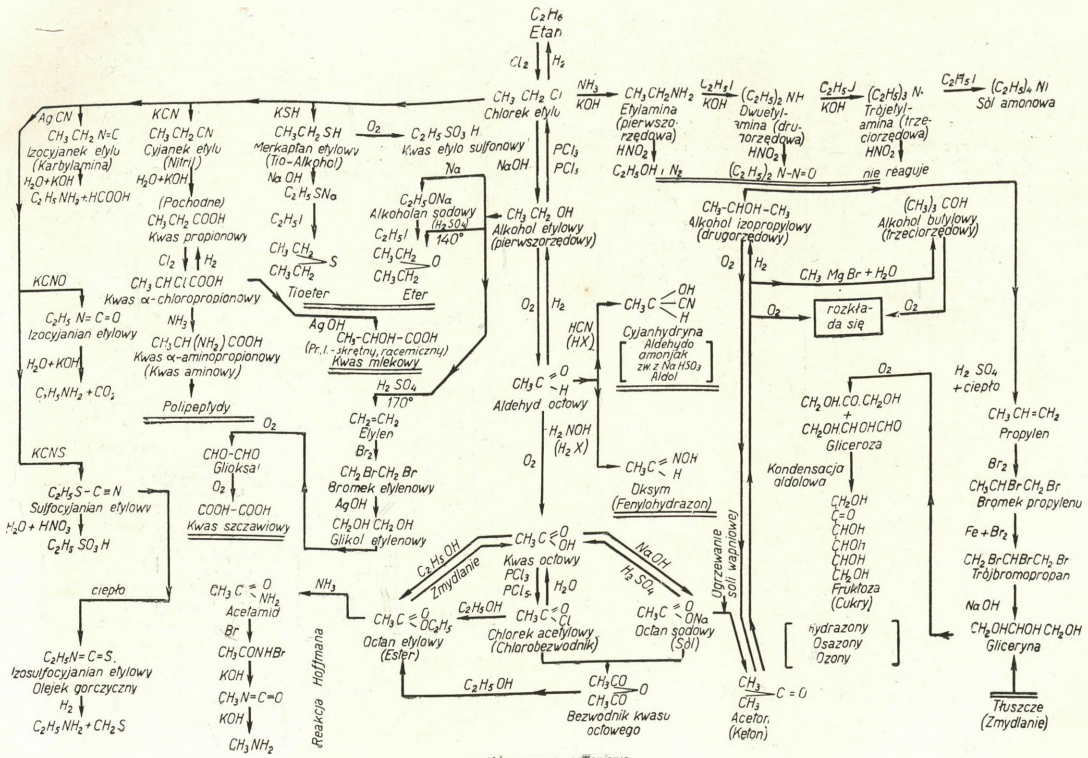
Oddziaływują one z wodą, tworząc wodorotlenki

$$(CH_3)_2 = NH + H_2O = (CH_3)_2 = NH_2OH$$

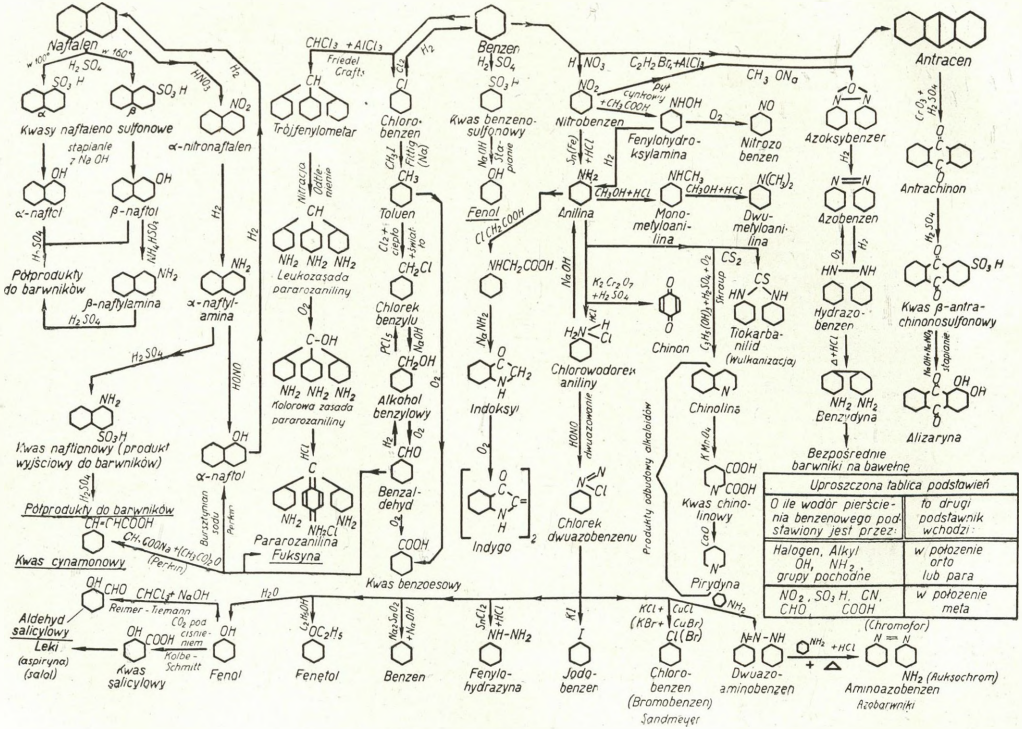
Dwumetylo-amina — Wodorotlenek dwumetylo-aminy

Jeżeli aminogrupa NH_2 znajdzie się w miejscu wodoru jakiegoś kwasu organicznego pozostaną wtedy substancje zwane amino-kwasami. Ciała białkowe powstają przez połączenia pew-

Szereg alifatyczny



Szereg aromatyczny

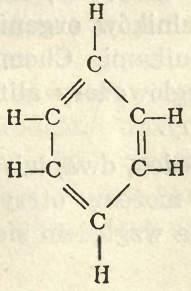


nej ilości amino-kwasów. Gdy atomy wodorowe fosforo-wodoru PH_3, lub arsenowodoru AsH_3 zastąpimy przez grupy alkylowe, powstaną fosfiny lub arsiny. W ten sposób są one podobne ze swej budowy do amin, a fosfor lub arsen zajmują miejsce azotu. W wojnie chemicznej stosowano wiele związków pochodnych arsinów. Niemcy wprowadzili w użycie dwufenylochlorarsinę i dwufenylocjanoarsinę w tak zwanym pocisku błękitnego krzyża.

Węglowodany zawierają węgiel połączony z wodorem i tlenem, w stosunku, w jakim one się znajdują w cząsteczce wody $C_n(H_2O)_n$. Są one aldehydo-alkoholami, lub keto-alkoholami, gdyż wszystkie zawierają grupy OH i większość ich posiada grupę aldehydową CHO, lub grupę ketonową CO. Do węglowodanów zaliczamy cukry, krochmale, cellulozy, gumy, pektyny i t. d. Większość wyższych węglowodanów ulega hydrolizie zapomocą fermentów, lub kwasów, dając niższe człony.

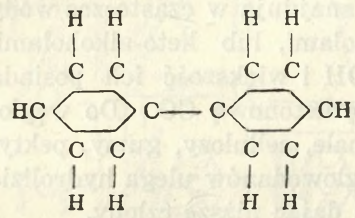
Glukozydy. Są to związki, napotykane w roślinach, składają się one z cukru, zwykłej glukozy, połączonej z alkoholem aromatycznym, aldehydem, kwasem lub innym związkiem. Wiele z pośród nich bywa trującemi. Działanie digitalis i wielu innych leków, przypisać należy glukozydom. Amygdalina, glukozyd gorzkich migdałów, składa się z aldehydu benzoesowego, kwasu pruskiego i glukozy.

Węglowodory aromatyczne. Posiadają one zazwyczaj 6 atomów węgla, połączonych w pierścień. Najprostszym węglowodorem aromatycznym jest benzen C_6H_6. Ponieważ węgiel jest czterowartościowy, a wodór jest jednowartościowy, obmyślono najrozmaitsze diagramowe schematy, których celem miało być wyjaśnienie nasycenia wolnych wartościowości węgla. Schemat następujący jest najbardziej rozpowszechniony

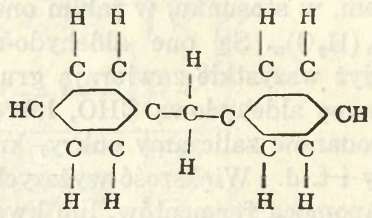


Z benzenu można otrzymywać cały szereg węglowodorów, zastępując jeden, lub więcej atomów wodoru, przez grupy alkylowe, które w ten sposób utworzą boczne łańcuchy, idące od pierścienia, czyli jądra. I tak przyłączenie grupy metylowej daje toluen $C_6H_5 — CH_3$, a dwuch grup metylowych — ksylen $C_6H_4 = (CH_3)_2$. Rodnik C_6H_5 zawie się fenylem.

Dwie lub więcej grup fenylowych może łączyć się ze sobą bezpośrednio, lub zapomocą jednego, lub kilku atomów węgla.

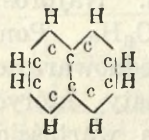


Dwufenyl $C_6H_5—C_6H_5$

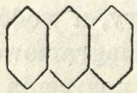


Dwufenylo-metan $C_6H_5—CH_2—C_6H_5$

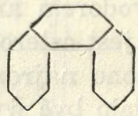
Aromatyczne węglowodory, wraz z licznemi ich pochodnemi i niektóremi związkami alifatycznymi, znajdujemy w smole węglowej. Niższe człony szeregu benzenu są to ciecze łatwo parujące, podczas gdy wyższe człony i wszystkie człony szeregów naftalenu, jako też inne wielojądrowe węglowodory, są ciałami stałemi o wysokim punkcie wrzenia.



Naftalen $C_{10}H_8$



Antracen $C_{14}H_{10}$

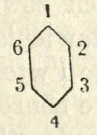


Fenantren $C_{14}H_{22}$

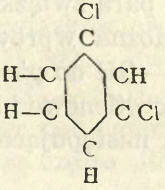
Są one nierozpuszczalne w wodzie, natomiast rozpuszczają się w większości rozpuszczalników organicznych i są same przez się dobremi rozpuszczalnikami. Chemicznie są one zazwyczaj bardziej czynne, niż węglowodory alifatyczne, ponieważ pierścień ich jest nienasycony.

Jeżeli podstawimy jeden, dwa, lub więcej atomów lub grup w pierścieniu benzenu, możemy otrzymywać różne produkty w zależności od położenia względem siebie, podstawionych atomów lub grup.

Dla oznaczenia tych pozycyj, numeruje się atomy węgla w kierunku ruchu wskazówek zegara, zaczynając od jednego z atomów podstawionych. Wzajemne położenie dwuch podstawionych atomów lub grup oznacza się nazwami „orto", „meta", lub „para"; pozycje orto zajmują przylegające do siebie atomy węglowe, pozycje para atomy węgla przeciwległe, a pozycje meta są pośredniemi między temi dwoma.



1, 2 pozycja orto
1, 3 pozycja meta
1, 4 pozycja para



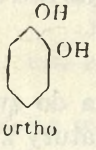
1, 3 dwuchlorobenzen, lub meta dwuchloro-benzen

Gdy jakaś grupa zostaje wprowadzona do związku organicznego, pozycja, jaką zajmie, zależy od natury związku działającego, metody, warunków reakcji, a także od natury i pozycji innych grup, wprowadzanych już do cząsteczki. Jeżeli wprowadzamy chlor do metylo-benzenu lub toluenu, zajmie on pozycję para i orto w stosunku do grupy metylowej, lecz jeżeli związek zawiera grupę karboksylową jak n. p. kwas benzoesowy C_6H_5COOH, wtedy chlor zajmie w stosunku do karboksylu pozycję meta.

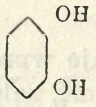
Jeżeli działamy chlorowcem na związek zawierający łańcuch boczny, jak n. p. toluen $C_6H_5CH_3$, to podstawienie może mieć miejsce w pierścieniu, lub też w łańcuchu bocznym, a oba związki będą miały zupełnie różne własności, pomimo iż posiadają tę że samą formułę empiryczną C_7H_7Cl. Związki takie jak chlorek benzylu $CH_2Cl—C_6H_5$, posiadające chlorowiec w łańcuchu bocznym, podobne są pod względem swych własności do pochodnych chlorowcowych związków alifatycznych, a chlorowiec daje się z łatwością zastąpić przez inne grupy. Związki te są silnemi środkami łzawiącemi, zwłaszcza pochodne bromu i jodu. Jeżeli jednak chlorowiec został podstawiony w pierścieniu, związek jest o wiele bardziej stały, a chlorowiec daje się zastąpić przez inne grupy ze znacznie większą trudnością.

Fenole. Fenole są związkami, w których jedna lub więcej grup OH są związane bezpośrednio z jądrem aromatycznego węglowodoru. Grupa — OH dołączona drogą substytucji w związkach alifatycznych, nadaje im własności alkoholi, natomiast grupa—OH w związkach aromatycznych nadaje im własności kwasowe. Fenol C_6H_5OH, najprostszy związek w tym szeregu, barwi papierek lakmusowy na czerwono i zobojętnia zasady na sole. Krezol $CH_3—C_6H_4—OH$ istnieje w postaci orto, meta i para związków, a mieszaniny ich zowią się trójkrezolem. Można wprowadzić drogą podstawienia dwie, lub trzy grupy — OH do pierścienia benzenowego i wtedy otrzymamy dwuwodorotlenowe lub trójwodorotlenowe benzeny.

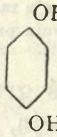
Istnieją następujące izomeryczne dwuwodorotlenowe benzeny:



pyrokatechina
czyli katechol



meta
rezorcyna



para
hydrochinon

Najlepiej znanemi z benzenów trójwodorotlenowych są pyrogalol, czyli 1, 2, 3, trójwodorotlenowy benzen i floroglucyna 1, 3, 5, trójwodorotlenowy benzen.

Gdy grupę OH wprowadzimy do bocznego łańcucha, zamiast do pierścienia, związku benzenowego, otrzymamy wtedy związek alifatyczny w postaci alkoholu, jak n. p. alkohol benzylowy, $CH_2OHC_6H_5$, pochodzi on od toluenu i posiada własności alkoholu. Bywa on zalecany w maściach, przeciw swędzeniu, spowodowanemu przez różne środki drażniące skórę. Alkohol benzylowy jest izomeryczny z krezolem $CH_3—C_6H_4OH$.

Kwasy sulfonowe są to związki, zawierające grupę — SO_3H, przyłączone do rodnika węglowodorowego. Teoretycznie mogą się one łączyć z łańcuchem bocznym, lub też z jądrem, lecz w rzeczywistości łączą się tylko z jądrem. Otrzymuje się je przez działanie kwasu siarkowego na węglowodór i proces ten zowiemy sulfonowaniem, a o węglowodorze mówimy zaś, że został sulfonowany. Kwasy sulfonowe są to ciała stałe, które ulegają rozkładowi przy topnieniu i przy parowaniu, lecz większość ich jest rozpuszczalną.

Nitrozwiązki. Kwas azotowy działa również bezpośrednio na węglowodory aromatyczne, zastępując jeden lub dwa atomy wodorowe przez grupę nitrową—NO_2. Proces ten zowie się nitrowaniem. Gdy kwas azotowy oddziaływuje na benzen, tworzy się najpierw nitrobenzen $C_6H_6 + HONO_2 = C_6H_5 — NO_2 + H_2O$. Wskutek zaś działania większej ilości kwasu, dołączają się inne grupy nitrowe, tworząc dwunitrobenzen $C_6H_4(NO_2)_2$, trójnitrobenzen $C_6H_3(NO_2)_3$ i t. d. Można tworzyć podobne związki i z innych związków aromatycznych i tak mamy nitrotoluen $CH_3 — C_6H_4NO_2$, dwunitrotoluen $CH_3—C_6H_3(NO_2)_2$ i trójnitrotoluen $CH_3 — C_6H_2(NO_2)_3$, którego używają jako środka wybuchowego pod ogólnie znaną nazwą TNT. Wyżej nitrowane pochodne są często silnie wybuchowe. I tak n. p. kwas pikrynowy jest trójnitrofenolem $HOC_6H_2(NO_2)_3$. Większość tych związków jest trująca, a robotnicy, pracujący przy wyrobie pocisków, często ulegają zatruciu.

Aminy aromatyczne. Cechą charakterystyczną amin stanowi grupa amino — NH_2, która związana jest z jądrem, czyli pierścieniem benzenowym. Tworzą się one przez redukcję odpowiednich nitrozwiązków, zapomocą wodoru lub jakiegoś innego czynnika redukującego. I tak nitrobenzen daje anilinę $C_6H_5NH_2$, najprostszą aminę aromatyczną, a nitronaftalen $C_{10}H_7NO_2$, daję naftolaminę $C_{10}H_7NH_2$. Aminy aromatyczne posiadają własności zasad i tworzą wraz z kwasami sole, lecz są one mniej zasadowe od amin alifatycznych. Są one zwłaszcza używane przy wyrobie barwników.

Związki dwuazowe lub dwuazonowe są to aromatyczne węglowodory, zawierające grupę—N_2=. Niewiadomo w jaki sposób przyłączone są te dwa atomy azotu. Następujące formuły podają jako możliwe:

$$—N = N—$$

grupa dwuazowa

$$—N—\\ \|\|\|\\ N$$

grupa dwuazonowa

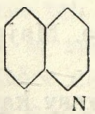
Związki te są zazwyczaj bardzo niestałe. Mają one szerokie zastosowanie przy wyrobie barwników.

Inne związki, takie jak aromatyczne kwasy karboksylowe, zawierające grupę — COOH, amidy kwasowe wraz z grupą

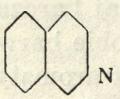
$CONH_2$, estry, nitryle, aldehydy, ketony i t. p., mogą również być utworzone z węglowodorów aromatycznych i są pod wielu względami podobne do odpowiednich związków alifatycznych. Najważniejszym aldehydem aromatycznym jest aldehyd benzoesowy C_6H_5CHO, składnik olejku z gorzkich migdałów. Jest to ciecz bezbarwna, mająca silny zapach i smak migdałów, wrzącą przy 170°C. Ketony aromatyczne zawierają ketogrupę = CO, związaną z aromatycznym węglowodorem. Aromatyczne ketony podobne są do ketonów alifatycznych pod względem swych cech ogólnych. Najprostszym ketonem aromatycznym jest dwufenyloketon $(C_6H_5)_2CO$, czyli benzofenon. Najprostszym ketonem mieszanym aromatyczno-alifatycznym jest acetofenon $C_6H_5—CO—CH_3$, czyli fenylo-metylo-keton. Gdy na niego zadziałamy chlorem, powstanie chloroacetofenon $C_6H_5 — CO — CH_2Cl$. Jest to silny środek łzawiący, który będzie miał niewątpliwie szerokie zastosowanie w przyszłości, gdyż wyrób jego jest łatwy i tani, chociaż nie jest on jednym z najsilniej działających lakrymatorów.

Terpeny. Znaczna ilość lotnych olejków, znajdujących się w roślinach, istnieje pod postacią estrów, ale tak zwane olejki esencje, są to terpeny, tak np. olejek terpentynowy, olejek cytrynowy i t. p. Terpentyna jest mieszaniną terpenów. Przy destylacji, lżejsze człony terpenów ulatniają się, pozostając żywicę lub kalafonję. Większość terpenów odpowiada formule $C_{10}H_{16}$. Terpeny ulegają z łatwością polimeryzacji i utleniają się, tworząc przy obu tych procesach żywicę. Łączą się one z chlorowcami, tworząc związki addycyjne, które są częstokroć krystaliczne. Cholesterole są ściśle spokrewnione z terpenami. Zawierają one OH grupę i są drugorzędowymi alkoholami. Budowa ich nie jest dokładnie znana.

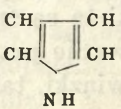
Alkakoidy, są to substancje zasadowe, znajdujące się w roślinach, zawierają one w swym składzie pierścienie pirydyny, chinoliny, izochinoliny, lub pyrolu. Są to wszystko związki aromatyczne.



Chinolina C_9H_7N



Izochinolina



pyrrol

Dołączone tablice przedstawiają zasadnicze stosunki związków organicznych. Na tablicy szeregów alifatycznych, można przejść od etanu do każdego innego wskazanego związku, posuwając się wzdłuż strzałek. Odczynnik potrzebny dla uskutecznienia tej zmiany, zaznaczony jest na strzałce wskazującej zmianę. Tablice obejmują metody służące dla przejścia od jednych związków do drugich.

Na tablicy szeregów aromatycznych, można przechodzić on benzenu do każdego innego przedstawionego związku. Ponieważ nie można było wykazać wszystkich podobnych, tablica ogranicza się zasadniczo do pojedyńczego podstawienia produktów benzenu.

ROZDZIAŁ IV.

Meteorologja.

Meteorologja zajmuje się badaniem zjawisk atmosferycznych. Stan atmosfery, zmiany zachodzące i przyczyny tych zmian, wywierają wpływ bezpośredni na rozpraszanie się środków bojowych.

Atmosfera jest warstwą gazową, otaczającą ziemię i posiada wszystkie fizyczne własności gazu. Centymetr sześcienny czystego suchego powietrza, waży przy warunkach wzorcowych 0.0012927 gr.

Głównymi składnikami powietrza są:

	N.	O.	Argon	CO_2
Objętość procentowa	78.04	20.99	0.94	0.03
Waga procentowa	75.46	23.19	1.30	0.04
Ciężar atomowy	14.04	16.00	30.9	

Wskutek stałej dyfuzji, skład powietrza atmosferycznego jest stały. Niżej przedstawiona tablica podaje skład procentowy wdychanego i wydychanego powietrza:

	Wdychane	Wydychane
N	78.04	78.04
O	20.99	16.03
Argon	0.94	0.94
CO_2	0.03	4.40

CO_2 wydychane przez zwierzęta zostaje w znacznej mierze zużyty przez roślinność, tak, że równowaga pomiędzy

O i CO_2 jest w rzeczywistości stałą. Gdyby ilość CO_2 zwiększyła się znacznie, wegetacja, rozwinęłaby się bujnie, natomiast życie zwierzęce chyliłoby się ku upadkowi.

Ilość pary wodnej, zawartej w powietrzu, jest nieznaczna i nigdy nie przekracza 4 procent, jest to jednak ważny bardzo składnik.

Powietrze zawiera również części organiczne, bakterje i przetrwalniki lub nasiona roślin. Na ulicach miast ilość tych składników dochodzi do 3000 na metr sześcienny. Części nieorganiczne zowią się pyłem. Stosunek 100.000 cząstek pyłu na 1 cm^3 jest w miastach zjawiskiem normalnem. Ilość pyłu w miejscowościach bardziej wzniesionych nad powierzchnią morza i nad oceanem jest mniejszą i waha się od 500 do 2000 cząstek na 1 cm^3. Pył jest główną przyczyną mgły, służy bowiem jako ośrodek kondensacji dla mgły i kropel deszczu i jest także przyczyną barw, jakie widzimy na niebie przy wschodzie i zachodzie słońca, oraz powoduje zmrok.

CIŚNIENIE ATMOSFERY.

Jest to poprostu waga kolumny powietrza ponad powierzchnią ziemi. Ciśnienie atmosfery wynosi przeciętnie 1 kg. 33 gr. na 1 $cm.^2$, wymierza się je zazwyczaj zapomocą barometru, wysokością słupka rtęci, odpowiadającego swym ciężarem danemu ciśnieniu powietrza. Ciśnienie zmienia się wraz z wysokością ponad poziomem morza, wilgocią atmosfery oraz wraz z innymi czynnikami. Ciśnienie zmienia się codziennie, co roku, i to w sposób nieregularny. Zmiana codzienna, niedochodząca nigdy do 0,5 cm., jest zwykle nieznaczną tylko. Najwyższe maximum ciśnienia ma miejsce zazwyczaj o godzinie 10 rano, a minimum o godzinie 4 popołudniu. Drugorzędne maximum ma miejsce o godzinie 1 wieczorem, a drugorzędne minimum o godzinie 4 rano. Ciśnienie bywa większe latem, a mniejsze w zimie. Wahania te nie przekraczają zazwyczaj kilku dziesiętnych cm. Ciśnienie zmienia się również wraz z szerokością geograficzną. Najwyższe jest na równiku, poczem obniża się stale przy większych szerokościach.

SPORZĄDZANIE MAP IZOBARYCZNYCH.

Mapy te wykonywuje się, notując normalne ciśnienia, które oznaczają różne stacje meteorologiczne we wszystkich

częściach świata. Te normalne ciśnienia oblicza się w stosunku do poziomu morza, a następnie oznacza się na mapie obok danej stacji meteorologicznej, poczem stacje meteorologiczne, wykazujące te same ciśnienia atmosferyczne, łączy się linjami. Linje te zowiemy izobarami.

Nieregularne zmiany w ciśnieniu, zwłaszcza w strefach umiarkowanych, są o wiele większe od jakichkolwiek zmian perjodycznie się powtarzających. Zwykle zmiany w ciśnieniu, wynoszące 2.5 cm. lub 5 cm., następują po sobie w szybkiej kolejności.

Ponieważ gaz ma skłonność do rozszerzania się i zajmowania całej dostępnej dla niego przestrzeni, niemożna ustanowić teoretycznej granicy dla wysokości atmosfery. Jednakże atmosfera nie mogłaby sięgać wyżej niż do wysokości 33 km. i wirować wraz z obrotem ziemi. Na tej wysokości bowiem siła odśrodkowa i siła przyciągania się równoważą do tego stopnia, że powietrze mogłoby być oderwane od ziemi. Średni pokład atmosfery znajduje się na wysokości 5.5 km., to znaczy, że taka sama ilość powietrza znajduje się ponad tym poziomem, jak i poniżej jego.

OGRZEWANIE SIĘ I OCHŁADZANIE ATMOSFERY.

Jedynem źródłem ciepła atmosfery jest słońce. Ciepło, pochodzące z jakichkolwiek innych źródeł nie wystarcza nawet by podnieść temperaturę atmosferyczną o 0.25° C. Słońce wysyła wciąż energję o sile 140.000 koni parowych, z czego dostaje się ziemi zaledwie jedna dwubiljonowa część, jednak i ta energja, pochłaniana w postaci ciepła w ciągu roku, mogłaby stopić pokład lodu grubości 75 m. pokrywający całą ziemię. Stopień naświetlania zmienia się, zależnie od zbliżania się ziemi do słońca, kierunku promieni i czasu ich trwania. Wahania te zależne są od obrotu ziemi dookoła słońca i nachylenia osi ziemskiej przy jej codziennym obrocie. Ziemia znajduje się o 1.800.000 km. bliżej słońca w dniu 1-go stycznia, niż w dniu 1-go lipca i otrzymuje o 7 procent więcej promieni słonecznych w styczniu. Większe ciepło w lipcu pochodzi stąd, że w lipcu biegun północny zwrócony jest ku słońcu i promienie słońca padają prostopadle na górną półkulę. W dniu 21 grudnia biegun północny jest odchylony od słońca,

stąd mamy zimę na północ od równika i lato na południe od niego. Widzimy zatem, że światło i temperatura zmieniają się wraz z szerokością geograficzną i porą roku.

WPŁYW PROMIENI SŁONECZNYCH NA MORZE.

Ocean odbija około 40 procent otrzymywanych promieni słonecznych, a pozostałe przenikają do jego znacznej głębokości. Istnieje jednak nieznaczna tylko różnica pomiędzy dzienną a nocną temperaturą morza, a to z przyczyn następujących: 1) 40 procent promieni słonecznych zostaje straconych przez odbicie, 2) znaczna część otrzymywanego ciepła zostaje zużytą na parowanie, 3) dla podniesienia temperetury danej ilości wody trzeba użyć większej ilości ciepła, niż dla ogrzania jakiejkolwiek innej substancji, 4) ciepło, dzięki przenoszeniu się, czyli konwekcji, bywa oddawane warstwom, położonym w znacznych głębokościach, tak, że temperatura pokładów powierzchniowych istotnie nie ulega zmianie. A zatem zmiany zachodzące w temperaturze morza dniem i nocą są nieznaczne i nie wynoszą nigdy więcej niż jeden lub dwa stopnie.

DZIAŁANIE PROMIENI SŁONECZNYCH NA LĄD STAŁY.

Suchy grunt odbija tylko kilka procent promieni słonecznych, i nie pozwala wcale na ich przenikanie a pochłania prawie całą ich ilość. Wzrost temperatury ziemi pod wpływem działania promieni słonecznych jest bardzo znaczny. Jeżeli grunt jest wilgotny, lub pokryty roślinnością, zmiana zachodząca pomiędzy jego temperaturą dzienną i nocną jest o wiele mniejsza niż to ma miejsce gdy teren jest suchy, ale jest ona zawsze znaczną i zawsze większą, niż zmiany zachodzą na powierzchni oceanu.

WPŁYW PROMIENI SŁONECZNYCH NA ATMOSFERĘ.

Czyste powietrze odbija i pochłania drobną tylko część promieni słonecznych, a pozwala na przenikanie prawie wszystkich promieni. A zatem temperatura powietrza różni się tylko nieznacznie w dzień i w nocy.

W ciągu dnia, zarówno latem, jak zimą, temperatura powierzchni ziemi jest o wiele wyższa, niż temperatura powietrza. Ta różnica temperatury w porze letniej przewyższa parokrotnie różnicę, istniejącą w porze zimowej. W zimie w ciągu nocy

ziemia jest nieznacznie chłodniejsza od powietrza, a jest nieznacznie cieplejszą w lecie. Powietrze jest we dnie znacznie cieplejsze od oceanu, a nieznacznie chłodniejsze nocą. Morze nie odgrywa żadnej roli w nagrzewaniu atmosfery we dnie, lub ochładzaniu jej nocą.

Zarówno powietrze, jak i ziemia, są złemi przewodnikami ciepła. Ziemia może nagrzać się silnie w ciągu dnia, lecz ponieważ jest złym przewodnikiem, ciepło przenika do niej najgłębiej, na 75 — 90 cm. Nocą ziemia ochładza się szybko wskutek promieniowania. Powietrze może pozostawać w ciągu całego dnia w zetknięciu ze znacznie cieplejszą od siebie ziemią, a jednak zauważymy, iż zaledwie najniższe warstwy, położone na wysokości 1 m. mogą być ogrzane wskutek przewodzenia ciepła. Przenoszenie się ciepła z jednego punktu do drugiego zapomocą obiegu samej cieczy lub gazu, spotykamy jedynie w gazach lub cieczach. Przenoszenie się ciepła polega w pierwszych rzędzie na tem zjawisku, że ciecz lub gaz nagrzane, rozszerzając się, stają się lżejszemi od części chłodniejszych, a przez to wznoszą się ku górze. Ponieważ otaczająca ziemię atmosfera jest gazem, przenoszenie się ciepła nastąpi z chwilą, gdy atmosfera zostanie ogrzana silniej w jednym punkcie, niż w innych. Równik jest stale silniej ogrzewany, niż okolice biegunowe; powstające wskutek tego prądy konwekcyjne tworzą wiatry stałe. Latem lądy stałe są cieplejsze od otaczających je oceanów, a zimą są chłodniejsze, powstaje zatem prąd powietrza pomiędzy lądami stałymi a oceanem i to jest przyczyną musonów. Ląd ogrzewa się w ciągu dnia bardziej od otaczającego go morza, nocą zaś jest on od morza chłodniejszy. Jest to przyczyną wiatrów morskich i lądowych.

Jeżeli jednak dana ilość gazu (powietrza) nagrzewa się, wznosi się ona ku górze i dosięga stref, w których ciśnienie jest niższe, wówczas rozszerza się i ochładza, chociaż przewodnictwo i promieniowanie nie wywierają na nią żadnego wpływu. Te zmiany temperatury zowiemy adiabatycznemi, ponieważ zachodzą one bez wymiany ciepła z otoczeniem. To obniżenie się temperatury wynosi dla powietrza 1° C. na 100 metrów. Przy tem rozważaniu przyjmujemy, że powietrze jest nienasycone wilgocią. I tak, jeżeli 1 m.^{3} powietrza wzniesie się do 1000 m. wysokości, wtedy ochłodzi się ono o 16°C. Podobnie jeżeli to samo powietrze opuszcza się i zgęszcza, wtedy zjawia się

odpowiedni wzrost w temperaturze. Jeżeli takie wznoszące się powietrze zawierać będzie wilgoć, może się ono ochłodzić do takiego punktu, w którym wilgoć zostanie strącona (opadanie rosy). Obłoki kłębowate (cumulus), stanowiące masę białych obłoków, wyglądających jak rozstrzępione bale bawełny, mające zazwyczaj zaokrąglone wierzchołki i płaskie podstawy, są szczytami wznoszących się słupów powietrza. Słup ciepłego, wilgotnego powietrza wznosi się, rozszerza i ochładza. Jeżeli powietrze takie wzniesie się do odpowiedniej wysokości, może się ono ochłodzić do takiego stopnia, że nie jest w stanie dłużej zatrzymywać zawartej w niem wilgoci, która kondensuje się wtedy pod postacią chmur. Chmury te mają płaskie podstawy, ponieważ słupy wznoszącego się powietrza mają tą samą temperaturę i stopień wilgoci na znacznych przestrzeniach, znajdujących się na tych samych wysokościach i tam osiągają stan, w którym następuje zgęszczenie się zawartej w nich wilgoci.

PROSTOPADŁY POTENCJAŁ TEMPERATURY.

Na różnych wysokościach ponad powierzchnią ziemi, temperatura bywa różna. Ta zmiana, zachodząca w temperaturze, wraz ze wznoszeniem się, zowie się prostopadłym potencjałem temperatury. Zmienia się on wraz z porą dnia, roku i typu pogody, przyjmujemy jednak, że jego wartość przeciętna dla wszystkich czasów i miejsc wynosi 0,6° C. przy 100 metrach wysokości. Twierdzenie to da się zastosować do atmosfery jedynie do wysokości 3 — 5 km. Powyżej tego punktu, prostopadły potencjał temperatury jest bardziej regularny, a wartość jego jest nieco większa, niż w pobliżu powierzchni ziemi. Powyżej wysokości 10 km. lub więcej, temperatura przy wznoszeniu się pozostaje stałą. Ta warstwa stałej temperatury zowie się pokładem izo-termalnym. Przeciętna jego temperatura w lecie wynosi około — 5° C., a zimą 5.9 C.

ODWRACALNOŚĆ TEMPERATURY, STAŁOŚĆ TEMPERATURY NOCNEJ.

Gdy temperatura warstw wyższych powietrza jest wyższą niż warstw niższych, nazywa się to, odwracalnością temperatyru. Zjawisko to ma miejsce w nocy — a wytłumaczyć je można w sposób następujący: w nocy wskutek oziębiania się ziemi,

która traci swe ciepło przez promieniowanie, oziębiają się również najniższe warstwy powietrza , wtedy ustają prądy prostopadłe, powstające przy wznoszeniu się ku górze cieplejszych warstw powietrza, jako lżejszych. Oziębione bowiem powietrze nie może wznosić się ku górze, bo gdyby to nastąpiło, stałoby się ono zimniejsze od swego otoczenia i musiałoby opaść natychmiast z powrotem. Tak więc w nocy przy oziębieniu się dolnych warstw powietrza konwekcja staje się nieczynną — ruch powietrza ustaje. Ta stałość atmosfery nocą sprzyja atakom gazowym.

PRZYCZYNA OGRZEWANIA I CHŁODZENIA SIĘ ATMOSFERY.

Ogrzewanie się atmosfery odbywa się dzięki następującym czynnikom a mianowicie: dzięki absorbcji promieni słonecznych, pochłanianiu ciepła promieniującego z ziemi, przewodzeniu ciepła z ziemi, przenoszeniu ciepła czyli konwekcji i dzięki wiatrom. Przy ochładzaniu atmosfery działają trzy czynniki: promieniowanie ciepła w kierunku chłodnej ziemi, i oziębionym przestrzeniom, oddawanie ciepła przez przewodzenie i przez przenoszenia ciepła przez wiatr. Powietrze zarówno wypromieniowuje jak i absorbuje ciepło. Ziemia w nocy ochładza się szybko, a powietrze traci ciepło przez promieniowanie zarówno w kierunku ku górnym warstwom, jak i ku ochładzającej się ziemi. Przez przewodzenie ciepła ku ziemi może się ochłodzić zaledwie ½—1 m. powietrza znajdującego się w bezpośrednim zetknięciu się z powierzchnią ziemi, wiatr natomiast chociaż bywa o wiele słabszy nocą, niż we dnie, jest w stanie zmieszać pokład 30 — 1000 m. powietrza znajdującego się powyżej. Ponieważ, jak to już zaznaczaliśmy, przenoszenie się ciepła nie ma miejsca w nocy, wyraźne ochłodzenie powietrza może zachodzić tylko bardzo blisko powierzchni ziemi.

TEMPERATURA POWIETRZA.

W ciągu doby najniższą temperaturę notuje się podczas wschodu słońca, a najwyższą pomiędzy 2-gą a 4-tą popołudniu. Średnią temperaturę dnia notuje się między 9 rano i 8 popoł. Temperatura wznosi się szybko w ciągu poranka i wczesnego popołudnia dając krzywą wypukłą, spadek zaś temperatury w ciągu popołudnia i nocy postępuje zwolna i trwa dłu-

go, dając krzywą wklęsłą. Stan ten, że najwyższą temperaturę wciągu dnia nie notuje się w czasie południa, gdy słońce wysyła największą ilość energji, ale w kilka godzin później, tłomaczy się tem, że ziemia zarówno oddaje jak i otrzymuje ciepło. Największa ilość oddawanego ciepła przez ziemię przypada na czas w którym otrzymuje ona największą ilość promieni słonecznych. Podczas wczesnego popołudnia pomimo, iż ilość otrzymywanych promieni poczyna się zmniejszać, przewyższa ona jednak wciąż jeszcze nieznacznie ilość oddawanej energji. Wzrost temperatury trwa w dalszym ciągu, aż do chwili, w której wydatkowana energja dorówna energji otrzymywanej. Na tę chwilę właśnie przypada najwyższa temperatura w ciągu dnia.

RÓŻNICE TEMPERATURY, W ZALEŻNOSCI OD WYSOKOSCI.

Na wysokości 1½ m. do 30 m. ponad powierzchnią ziemi, różnica w temperaturze jest nieznaczna zarówno we dnie jak i w nocy, wynosi ona conajwyżej około 0.3°C. Wyraźne różnice w temperaturze obserwujemy w warstwach powietrza znajdującego się poniżej 1.5 m. ponad powierzchnią ziemi. Różnice te zaznaczają się najsilniej nocą i dochodzą do 1.1°C—1.2°C, przy maksymalnych wartościach 2.1°C — 2.3°C. Warstwa powietrza, pozostająca w bezpośrednim zetknięciu z ziemią, jest naturalnie najchłodniejsza, to też termometry należałoby umieszczać na wysokości 1.5 m. ponad powierzchnią ziemi. Temperatury notowane na wysokościach od 1.5 m. do 30 m. są prawie jednakowe.

RÓŻNICE TEMPERATURY NA OGRANICZONEJ PRZESTRZENI.

Na tak małej przestrzeni, jaką jest km. kwadratowy nie można notować znaczniejszych zmian temperatury w ciągu dnia, a to z powodu istniejących prądów wiatru i z powodu przenoszenia się ciepła. W dni słoneczne, przy nieznacznym wietrze, temperatura powietrza niżej położonych miejsc, zwłaszcza znajdujących się w wąskich dolinach, może być o kilka dziesiętnych stopnia wyższą od temperatury górnych warstw. Warstwa powietrza, znajdująca się w pobliżu powierzchni ziemi, ochładza się nocą, zgęszcza się i przesiąka tak jak woda do dolin i do miejsc niżej położonych. Jeżeli wiatr jest niewystar-

czający by usunąć te warstwy chłodnego powietrza, znajdziemy wówczas na ograniczonej przestrzeni wyraźnie zaznaczoną zmianę. Krytyczna szybkość wiatru dla większości takich przestrzeni wynosi około 5 km. na godzinę. Wiatr posiadający znaczniejszą szybkość rozwiałby te skupienia chłodnego powietrza, ale przy słabszym wietrze te obniżenia temperatur stają się wyraźnemi, zmiany te wynoszą przeciętnie 2° a niekiedy 6 i 8°C.

Temperaturę notuje się obecnie na całym świecie i na podstawie otrzymanych danych wykonywuje się izotermalne tablice. Wykresy izotermalne przedstawiają wahania temperatury na terytorjum objętym przez daną tablicę i bywają zestawiane dla miesięcy lub lat całych.

WIATR.

Ruchy powietrza odbywające się w pobliżu powierzchni ziemi i prawie równolegle do niej, zowiemy wiatrami. Wszelkie inne ruchy powietrza zowią się prądami powietrza. Dla oceny wiatru należy określić kierunek, szybkość i ciśnienie. Nazwa wiatru pochodzi od kierunku skąd wiatr ten wieje. Jeżeli wiatr wieje od północy ku południowi, zowiemy go wiatrem północnym. Szybkość i ciśnienie wiatru, są tak ściśle związane ze sobą, że jeżeli znamy jeden z tych czynników, możemy na podstawie jego obliczyć drugi. Ciśnienie w gr. na cm. kwadratowy równa się stałej pomnożonej przez kwadrat szybkości w km. na godzinę. Stała waha się od 0.004 do 0.007. Jeżeli weźmiemy jako stałą wartość przeciętną, stosunek taki da się wyrazić zapomocą formuły $P = 0.005V^2$. Następująca tablica podaje ciśnienie w gr. na cm. kwadratowy dla kilku szybkości:

Szybkość na godzinę	Ciśnienie na cm. kwadratowy	Szybkość na godzinę	Ciśnienie na cm. kwadratowy
km.	*gr.*	*km.*	*gr.*
0	0	100	50
8	0.24	125	78
16	1.28	150	112
20	2.00	180	154
32	5.12	200	200
40	8.00	250	312
48	11.34		

Ocena szybkości wiatru. Szybkość wiatru można ocenić na podstawie wpływu, jaki on wywiera na przedmioty.

Km. na godzinę.	
0	Brak dostrzegalnych ruchów.
600 m.	Porusza liście na drzewach bez poruszania gałęzi.
5,5 km.—16 km.	Porusza gałęzie drzew i unosi z ziemi suche liście, lub papiery.
16 km. — 30 km.	Kołysze gałęziami drzew, wznosi pył i pędzi szybko przed sobą zeschłe liście i papier.
30 km. — 40 km.	Kołysze całemi drzewami, pędzi przed sobą po ziemi gałęzie i gałązki i przeszkadza nieco w chodzeniu.
40 km.—100 km.	Łamie mniejsze gałęzie i zaściela ziemię gałązkami; wyraźnie przeszkadza w chodzeniu.
powyżej 100 km.	Niszczy mniej więcej wszystko, co napotyka na swej drodze.

Wiatry planetarne, są to te wiatry, które wiałyby na każdej planecie gdyby ona była ogrzaną na swoim równiku i obracała się dokoła swej osi w kierunku wschodnim. W ten sposób także powstają wiatry stałe i wiatry zachodnie.

Wiatry stałe wieją od pasa tropikalnego posiadającego wysokie ciśnienie w kierunku równika, na którego przestrzeni panuje niskie ciśnienie. Takiemi wiatrami są: wiatr północno-wschodni na północnej półkuli i wiatr południowo-wschodni na południowej półkuli. Wieją one z szybkością umiarkowaną, a niekiedy są gwałtowne i mają zwłaszcza nad oceanem niezmienny kierunek, który trwać może tygodnie całe. Szybkość ich wzrasta w miarę zbliżania się do równika. Na północnej półkuli w kierunku od tropikalnego pasa ciśnień ku biegunowi, wieje wiatr od południowego zachodu lub od zachodu. Natomiast na południowej półkuli wieje wiatr od północnego zachodu. Oba te wiatry zowią się przeważającymi wiatrami zachodniemi.

Wiatry planetarne zmieniają się w zależności od dwuch czynników:

1. Oś ziemi nachylona jest o 23 i pół stopnia od płaszczyzny elipsy, co powoduje zmianę w nagrzewaniu północnej półkuli ziemi, przez promienie słoneczne w różnych częściach jej orbity. Modyfikacja wiatrów planetarnych wywołana tą zmianą wytwarza wiatry kontynentalne. To przesunięcie naświetlania o 47° wskutek nachylenia osi, powoduje przesunięcie się pasa ciepła. Na skutek tego pas wysokiej temperatury i niskie-

go ciśnienia i wynikający stąd układ wiatrów, posuwa się ku północy i południowi, dążąc zwolna za słońcem. To przesuwanie się układu wiatrów stwarza trzy pasy znane jako pas podrównikowy i dwa pasy podtropikalne, gdzie istnieją cisze oraz wiatry wiejące z dwóch przeciwległych kierunków w ciągu roku.

2. Wiatry kontynentalne. Powierzchnia ziemi nie jest jednostajna, lecz składa się częściowo z lądu i częściowo z wody. Wiatry terytorjalne, ulegające zmianom wskutek tej różnorodności powierzchni, zowią się wiatrami kontynentalnymi. Lądy stałe są zimą chłodniejsze od otaczających je oceanów, w lecie zaś są one cieplejsze. Lądy stałe stanowią zatem przestrzenie niskiego ciśnienia w lecie, a wysokiego w zimie. Stan ten powoduje dążenie do przerywania stałych pasów. Warunki te, stwarzające zimą z kontynentów ośrodki wysokiego ciśnienia ze spiralnie rozchodzącemi się wiatrami i odwrotnie centra małego ciśnienia w lecie, nie są zazwyczaj wystarczającą przyczyną, by zmieniać całkowicie kierunek wiatru w obu tych porach roku. Zdarza się jednak czasami, że taka zasadnicza zmiana ma miejsce, i powstające w ten sposób wiatry, zmieniają kierunek wraz z porą roku a zowiemy je musonami. Najwięcej typowym musonem jest muson indyjski. W czasie zimy tworzy się taki szczyt wysokiego ciśnienia nad Syberją południową, o środkowym ciśnieniu, wynoszącym 77.5 cm., wywołując suchy wiatr północno-wschodni w Indjach, czyli zimowy muson. W czasie lata równikowy pas niskiego ciśnienia przesuwa się ku północy Indji, a wiatr, wiejący spiralnie do wnętrza tego pierścienia o niskim ciśnieniu, sprawia, iż w Indjach wieją południowo-zachodnie wilgotne wiatry. Jest to muson wilgotny. Inne musony wieją w Hiszpanji i Australji.

Wietrzyki lądowe i morskie. Nad brzegiem morza ziemia nagrzewa się w ciągu dnia więcej niż woda, a nocą szybko się ochładza i staje się chłodniejszą od morza. Stan ten powoduje nieznaczny prąd powietrza, znany jako wietrzyk lądowy i morski, wywołany krążeniem konwekcyjnem. Podobnie w ciągu dnia ziemia staje się obszarem niskiego ciśnienia i wietrzyk morski zaczyna wiać zwykle około godz. 10-ej rano i wieje ze wzrastającą szybkością od morza ku ziemi. Nocą kierunek ten się zmienia. Wietrzyki lądowe i morskie mogą często łączyć się

z wiatrem panującym i w tym wypadku nie wieją one bezpośrednio od morza ku lądowi.

Wietrzyki wiejące w górach i dolinach. Wietrzyki te istnieją we wszystkich okolicach górskich, a zwłaszcza w długich, wąskich dolinach, otwierających się na wielkie niziny. Nocą warstwa powietrza, znajdująca się w pobliżu ziemi, ochładza się i przesącza do dolin. W długich, a wąskich dolinach odczuwamy to przenikanie chłodnego powietrza, jako wietrzyk górski, który zaczyna wiać w kilka godzin po zachodzie słońca i trwa aż do wczesnego ranka. W ciągu dnia, dno doliny ogrzewa się silniej, niż jej ściany, zważywszy zwłaszcza, iż jedna strona zbocza pozostaje stale w cieniu. Ciepłe powietrze z dolin płynie w kierunku ścian dolin, tutaj zbacza, unosi się ku górze, wywołując w ten sposób wietrzyk, wiejący w ciągu dnia po zboczach gór.

WILGOTNOŚĆ ATMOSFERY.

Przyczyną wilgotności atmosfery jest woda, znajdująca się w powietrzu pod postacią niewidzialnej pary wodnej. Ilość jej waha się od zera do maximum 4%. Para wodna jest lżejsza od powietrza, stosunek jej ciężaru do ciężaru powietrza wynosi 100:62. A zatem powietrze wilgotne jest lżejsze od suchego, ponieważ część suchego powietrza została zastąpiona przez lżejszą parę wodną.

Wilgotność powietrza pochodzi z parowania. Ilość pary zależy od natury powierzchni parowania, ilości pary wodnej, znajdującej się już w atmosferze, temperatury, szybkości wiatru i ciśnienia barometrycznego. Przestrzenie pokryte roślinnością wyparowywują o $^1/_3$ więcej, niż wolna przestrzeń wody przy jednakowych warunkach. Wiatr i wysoka temperatura sprzyjają parowaniu. Zdolność parowania jest tem mniejsza, im większe jest ciśnienie barometryczne. Rozmieszczenie pary wodnej w atmosferze jest zależne od dyfuzji, konwekcji i wiatrów.

Pojemność powietrza w stosunku do pary wodnej. Zależy ona jedynie od temperatury. Wraz ze wzrostem temperatury powietrza wzrasta proporcjonalnie ilość pary wodnej, którą powietrze może zawierać. Jeżeli dana ilość powietrza zawiera całą ilość pary wodnej, jaką zawierać może, mówimy, że to powietrze jest nasycone parą wodną. Ilość wilgotności zawarta

w powietrzu, stanowi o jego wilgotności. Wilgotność zarówno jak i temperatura czynią upał trudnym do zniesienia. Wilgotność absolutna jest to istotna ilość wilgoci w danej ilości powietrza wyrażona zazwyczaj w gramach na stopę sześcienną lub w gramach na metr sześcienny. Wilgotność względna wyraża się w liczbach, wyrażających stosunek istniejącej wilgotności do ilości wilgotności potrzebnej do nasycenia. Punkt tworzenia się rosy, jest to temperatura, przy której powietrze jest nasycone wilgocią w takim stopniu, iż każdy dalszy jej spadek pociągnie za sobą opad, który może być rosą, mgłą lub deszczem, zależnie od warunków.

Wilgotność absolutna, wilgotność względna, punkt tworzenia się rosy i temperatura, są tak ściśle związane ze sobą, że o ile znaną nam jest jedna z tych wartości, możemy obliczyć dwie pozostałe na podstawie przytoczonej poniżej tablicy, używając formuły W, $W = \frac{\text{A. W.}}{\text{możliwą ilość pary}}$.

Temperatura	Ciśnienie pary	Ilość pary wodnej na metr sześcienny	Masa powietrza nasyconego na metr sześcienny
$^0C.$	*mm.*	*gramy*	*kilogramy*
—30	0.38	0.44	1.45
—20	0.94	1.04	1.40
—10	2.15	2.28	1.35
0	4.57	4.87	1.30
+10	9.14	9.36	1.25
20	17.36	17.15	1.20
30	31.51	30.08	1.15
+40	54.87	50.67	1.11

Oznaczmy sobie jako zadanie — oznaczenie wilgotności względnej i absolutnej powietrza przy temperaturze 20^0 C. i przy przyjęciu punktu tworzenia się rosy przy 10^0C. Na powyżej podanej tablicy widzimy, że powietrze przy 10^0C może zawierać 9.36 gramów pary wodnej na m^3. Absolutna wilgotność wynosić będzie zatem 9.36, a przy 20^0 powietrze może zawierać 17.15 gr. pary wodnej na m^3. Wilgotność względna zatem wynosi $\frac{9.36}{7.15} = 0.54\%$.

Absolutna wilgotność określa się przy pomocy hygrometrów, składających się zazwyczaj z dwuch rurek kształtu

litery U, zawierających $CaCl_2$ i H_2SO_4, przez nie przepuszcza się znaczną ilość powietrza, poczem odważa się wilgoć pochłoniętą. Wilgotność względną można określić w sposób mniej lub bardziej dokładny, zapomocą hygrometru włoskowatego. Punkt tworzenia się rosy określa się przy pomocy cynowego kubka i termometru. Kubek ten napełnia się rosą w chwili osiągnięcia punktu tworzenia się rosy.

Działanie wilgoci na ruch atmosfery. Powietrze wilgotne jest lżejsze od powietrza suchego, a ilość wilgoci na równiku wynosi sześć razy tyle, co ilość wilgoci, zawartej w takiej samej ilości powietrza na biegunach. Stan ten, podobnie jak i temperatura, panująca na równiku, wywołuje różnice ciśnienia między równikiem a biegunami i jest przyczyną ogólnego krążenia powietrza.

Rosa. W ciągu dnia, w miarę wzrastania temperatury, ilość wilgoci, zawartej w powietrzu, zwiększa się wciąż wskutek parowania. Nocą ziemia traci szybko swe ciepło przez promieniowanie, a warstwa powietrza, znajdująca się w pobliżu ziemi, traci to ciepło zarówno przez przewodnictwo, jak i przez promieniowanie i szybko osiąga punkt nasycenia, czyli tworzenia się rosy. Każde dalsze obniżenie się temperatury jest przyczyną opadania rosy na ziemię. Szron jest to rosa, która utworzyła się w chwili, gdy temperatura opadła poniżej 0^oC.

Mgła. Gdy temperatura warstwy powietrza posiadającej znaczną grubość, opadnie poniżej temperatury nasycenia, wilgoć nie może się skroplić pod postacią rosy w dowolnych pokładach tej warstwy, ale kondensuje się pod postacią mgły. Kondensacja taka zachodzi zwłaszcza naokoło cząstek pyłu lub innych drobnych cząsteczek, znajdujących się w powietrzu. Mgła składa się z drobniutkich kropeleczek, mających około 0.001 cm. średnicy, których jądro stanowi cząsteczka pyłu. Ilekroć razy powstaje mgła, wilgotność względna bywa zazwyczaj bardzo wysoka i wynosi nie mniej niż 90%.

W czasie późnego lata, gdy powietrze jest ciepłe i naładowane wilgocią, w nocy temperatura może opaść poniżej punktu tworzenia się rosy na znacznej przestrzeni i wtedy tworzy się mgła. Takie mgły tworzą się zawsze nocą, są one najgęstsze o wschodzie słońca, a w ciągu dnia zazwyczaj znikają. Wszystkie mgły powstają według następujących dwu sposobów; albo zapomocą

przenoszenia wilgotnego powietrza do chłodniejszych stref, lub też wskutek wypromieniowania ciepła z wilgotnego powietrza.

Chmury. Początkowo znano cztery typy chmur: pierzaste (cirrrus), kłębiaste (cumulus), uwarstwione (stratus), i deszczowe (nimbus). Pierzastemi zowiemy delikatne, włókniste chmury, podobne swem ułożeniem do pęku włosów. Kłębiastemi zowiemy chmury bryłowate, spiętrzone. Chmura uwarstwiona ma wygląd poziomo rozciągniętej warstwy lub pokładu chmur, a chmura deszczowa jest to ciemno zabarwiona chmura, z której następuje opad. Ogólnie przyjęto podział następujący z pewnemi zmianami.

Postacie typowe: cirrus, stratus, cumulus nimbus.
Odmiany pośrednie: cirro-stratus, cirro-cumulus, strato-cumulus, cumulo-nimbus.
Postacie alto: alto-stratus, alto-cumulus.
Postacie fracto: fracto-stratus, fracto-cumulus, fracto-nimbus.
Cirrus, cirro-stratus na wysokości 3 km. do 15 km., średnio na wysokości 9 km.
Cirro-cumulus na wysokości 2 km. do 10 km., alto-stratus, alto-cumulus na wysokości 900 m. do 3.5 km.
Chmury niższe: strato-culumus na wysok. 300 m. do 3.5 km., 61 m. — 500 m., średnio 900 m. fracto-nimbus i nimbus.
Chmury tworzące się zapomocą codziennie wznoszących się prądów: cumulus, fracto-cumulus, cumulo-nimbus.
Wysokie mgły: stratus, fracto-stratus 120 m. — 1500 m., średnio 750 m.

Kolejność postaci chmur. Kształt chmur ma jedynie tylko nieznaczne znaczenie przy przewidywaniu pogody. Istnieje jednak pewna regularna kolejność przechodzenia od jasnego nieba do burzy. Najpierw więc chmury cirrus, które gęstniejąc, przechodzą w cirro-stratus lub cirro-cumulus, a następnie stają się alto-stratus, albo alto-cumulus; następnie ukazuje się nimbus. Przy wyjaśnianiu się nieba nimbus zazwyczaj dzieli się na fracto-nimbus, odsłaniając górną przestrzeń chmur cirrus, albo cirro-cumulus. Górna warstwa chmur znika stopniowo, a dolny fracto-nimbus przechodzi w strato-cumulus, fracto-cumulus, a ostatecznie w cumulus.

Chmury poruszają się o wiele szybciej, niż wiatry powierzchniowe. Gdy wiatry powierzchniowe poruszają się z szybkością

90 km. na godzinę, szybkość chmur może wynosić 200 do 250 km. na godzinę.

Zachmurzenie. Nazwa ta odnosi się do obszaru nieba pokrytego chmurami, bez względu na kształt chmur. Określa się je zapomocą nieuzbrojonego oka. Dzieli się niebo na dwie części: ilość górnych i dolnych warstw chmur oznacza się oddzielnie i ocenę tę określa się w częściach piątych, gdyż wówczas suma obu ocen da nam zachmurzenie w dziesiętnych dla całego nieba. Niebo zowiemy czystem, jeżeli niema na niem zupełnie chmur, jasnem, gdyż część pokryta chmurami wynosi od 0 do $^3/_{10}$, częściowo zachmurzonem, gdy zachmurzenie waha się pomiędzy $^3/_{10}$ a $^7/_{10}$; pochmurnem, gdy $^7/_{10}$ lub cała przestrzeń pokryta jest chmurami.

Wielkość cząsteczek chmur waha się od $\frac{1}{1000}$ do $\frac{1}{400}$ cm. średnicy, z powodu tych małych rozmiarów, mogą one być zawieszonemi w powietrzu. Kropla wody, mająca $\frac{1}{400}$ cm. średnicy, opadałaby z szybkością nieco mniejszą, niż 5 cm. na sekundę, ale już słaby prąd powietrza, idący ku górze, wystarczy do utrzymania cząsteczki chmur w zawieszeniu.

Tworzenie się chmur. Istnieje dziewięć sposobów tworzenia się chmur, z których trzy tylko mają większe znaczenie.

1. Kondensacja wilgoci, niesionej przez ciepłe wiatry, wiejące ponad chłodną powierzchnią ziemi. W ten to sposób południowy wiatr niesie na północ ciepłe, wilgocią obciążone powietrze z południowych krajów, gdzie chłodniejsze powierzchnie powodują zgęszczenie się wilgoci. Powstają chmury, które należą głównie do rodzajów stratus i nimbus i unoszą się one na wysokości od 800 m. do 3.200 m. ponad powierzchnią ziemi.

2. Zgęszczenie wilgoci, zdarzające się w prądach, idących wzwyż. Gdy powietrze wznosi się wskutek konwekcji, rozszerza się ono i ochładza z szybkością 1°C na każde 100 m. Gdy temperatura jego obniży się aż do punktu tworzenia się rosy, wtedy następuje zgęszczenie się wilgoci, a ponieważ konwekcja zachodzi zazwyczaj w ciągu dnia, chmury, powstałe w ten sposób, trafiają się tylko za dnia i należą do postaci kłębiastych (cumulus). Wysokość, na której tworzą się chmury na skutek konwekcji, można obliczyć, dzieląc różnicę pomiędzy temperaturą a punktem tworzenia się rosy przez 1.27 i mnożąc

przez 100. I tak, jeżeli w letnie popołudnie temperatura wynosi 28°C, a punkt tworzenia się rosy wynosi 10°C, wysokość chmury utworzonej przez konwekcję wyniosłaby $\frac{28-10}{1.27} \cdot 300$ czyli 1.400.

3. Kondensacja w prądach ku górze powstałych wskutek innych czynników. Powietrze musi się wznieść, gdy przechodzi ponad górami lub ponad środkiem burzy, stanowiącym przestrzeń niskiego ciśnienia barometrycznego. Powietrze, pochodzące z takiego środka burzy, jest główną przyczyną tworzenia się chmur stratus i nimbus.

Warunki, przy których powietrze jest czyste. Istnieją dwa główne procesy, powodujące brak zachmurzenia: są to chłodne wiatry, wiejące ponad ciepłą powierzchnią i prądy powietrza, skierowane ku dołowi. Brak zachmurzenia widzimy często przy północnym lub północno-zachodnim wietrze i wówczas, gdy istnieje przestrzeń wysokiego ciśnienia barometrycznego, powodującego opuszczanie się prądów powietrza.

OPADY.

Deszcz. Rozważaliśmy już warunki atmosferyczne, wywołujące rosę, szron i mgłę, do postaci opadów pary wodnej z powietrza, należy jeszcze dodać deszcz, śnieg i grad. Krople deszczu powstają z cząsteczek chmur. Większe cząsteczki chmur spadają i zlewają się z innemi cząsteczkami, tworząc kropelkę. Gdy kropla deszczu zaczyna opadać, przedostaje się szybko do cieplejszego powietrza i wtedy zachodzi kondensacja pary wodnej na chłodnej kropli. W ten sposób rozmiar kropli deszczu wzrasta wskutek zlewania się z innemi kroplami wskutek kondensacji pary, aż do chwili, w której osiąga ona podstawę chmury i wreszcie spada na ziemię. Wielkość kropli waha się, zaczynając od bardzo małej, aż do $^1/_{10}$ cm. Można je wymierzyć, pozwalając im opadać na powierzchnię mąki i wymierzając rozmiar utworzonych kulek ciasta.

Śnieg. Śnieg jest opadem, który zachodzi przy temperaturze niższej od punktu zamarzania. Kryształki śnieżne, są to maleńkie, płaskie, sześcioboczne kryształki, których kąty wynoszą od 60° do 120°. Przy temperaturze poniżej 0°C. tworzą się delikatne igiełki lodowe, zamiast płatków. Jeżeli temperatura niższych warstw atmosfery jest bliską punktu

zamarzania, płatki łączą się i tworzą wielkie zlepki. Powyżej punktu zamarzania topnieją. Znaczna część opadów deszczowych w zimie opuszcza prawdopodobnie chmury pod postacią śniegu i topnieje w czasie opadania.

Grad. Istnieją trzy rodzaje gradu. Grad zimowy, są to poprostu zmarzłe krople deszczu. Mięki grad w postaci małych, białych kulek, tworzy się przypuszczalnie ze zmarzniętych cząstek chmury, zmieszanych z kroplami deszczu i zbitych przez silny wiatr. Taki grad zdarza się wiosną i jesienią. Latem grad pada zawsze tylko w czasie burzy. Gradowiny mogą być wielkich rozmiarów i składają się z koncentrycznych warstw zbitego śniegu i lodu. Taki grad tworzy się w wirze huraganowej chmury podczas ulewy z grzmotami. Jądro gradowiny zostaje uniesione w górę do chmury i powleka się śniegiem, poczem opada i powleka się wodą, unosi się znów do góry, zamarza i powleka się znów śniegiem. Proces ten powtarza się aż do chwili, w której gradowina staje się zbyt ciężką, by ją mógł utrzymać wirujący wiatr i wtedy spada.

Ilość opadów bywa znaną jako wynik obserwacji dla każdej okolicy, można się poinformować w tej mierze w biurze dla danych statystycznych, dotyczących pogody. Może ona wynosić z górą 250 cm. dla strefy tropikalnej i spadać prawie do zera w pustyni.

CYKLONY.

Cyklony tropikalne. Cyklony te, zwane tajfunami, huraganami i „baguios", są to szerokie wiry atmosferyczne, wirujące w kierunku wskazówki zegara na południowej półkuli i w kierunku odwrotnym na półkuli północnej, wraz ze spiralnie dopływającymi wiatrami, które osiągając wielką szybkość, powodują spustoszenie na swej drodze. W środku tych wirów ciśnienie bywa zazwyczaj niskie. Te wiry atmosferyczne mają 7.5 km. do 9.5 km. średnicy i poruszają się z umiarkowaną szybkością. Cyklony takie trafiają się: 1) w Indjach Zachodnich i Zatoce Meksykańskiej; 2) na Morzu Chińskiem, Wyspach Filipińskich i Chinach; 3) z obu stron Indji w Zatoce Bengalskiej i Morzu Arabskiem; 4) na zachód od Madagaskaru; 5) na zachód od Australji, w pobliżu Samoa. Trafiają się one najczęściej w okresie od lipca do października na północnej

półkuli, a od grudnia do marca na półkuli południowej, t. j. w czasie najgorętszych miesięcy.

Powstawanie cyklonów. W stojącym, przegrzanym, napełnionym wilgocią powietrzu, konwekcja przyjmuje największe nasilenie. Przypuśćmy, iż istnieje wielka masa spokojnego, ciepłego, wilgotnego powietrza. W miarę wznoszenia się, rozszerza się ono, ochładza się, wilgoć jego strąca się w postaci chmury i może spaść w postaci deszczu. Ciepło utajone, uwolnione przez kondensacje pary wodnej, zmniejsza szybkość ochładzania się wznoszącego się powietrza i powoduje dalsze wznoszenie się jego. Wskutek nadmiernej temperatury i wilgotności ciśnienie staje się mniejsze niż w otaczających je strefach. Ochłodzone powietrze, torujące sobie drogę do środka zostaje wskutek wirowania ziemi odchylone na prawo na północnej półkuli i zbliża się do środka wirując odwrotnie do ruchu wskazówki zegara. To wirowanie powietrza dookoła środka, wywołuje siłę odśrodkową, która wyrzucając powietrze od środka, powoduje w ten sposób jeszcze niższe ciśnienie barometryczne. Zwiększona różnica ciśnienia pomiędzy środkiem a otaczającą go strefą, zbiera powietrze z większą siłą, i powoduje wznoszenie się jego środka. Stąd powstaje więcej chmur, więcej opadów, więcej ciepła utajonego i jeszcze gwałtowniejsze wznoszenie się powietrza. Stan ten z kolei powoduje zwiększenie siły wiru, zwiększenie siły odśrodkowej i obniżenie ciśnienia barometrycznego w środku. W ten sposób powstaje cykl zjawisk, którego każda faza dąży do zwiększenia wiru. Szybkość wirowania zwiększa się, w miarę zbliżania się do środka, a w środku samym znajduje się przestrzeń kilkokilometrowa zupełnego spokoju z łagodnie opuszczającym się prądem powietrznym i bez chmur. Możnaby tu przeprowadzić analogję z odpływem wody z krągłego naczynia, posiadającego otwór w środku dna.

Ekstratropikalne cyklony i antycyklony. Ekstratropikalny cyklon jest to wirujący wicher, spotykany pod szerokościami umiarkowanemi. Wichry te są uwidocznione na codziennych kartach pogody, jako przestrzenie niskiego ciśnienia. Bezustanne zmiany, zachodzące w naszej pogodzie, powstają prawie wyłącznie wskutek zbliżania się i przesuwania się tych przestrzeni o niskiem ciśnieniu. Mają one wiele cech podobnych do cyklonów tropikalnych, a różnią się od nich w niektórych tylko szczegółach. Ekstratropikalny cyklon jest przestrzenią niskiego ci-

śnienia barometrycznego z dopływającemi spiralnie wiatrami wirującemi w kierunku wskazówek zegara na południowej półkuli, a w kierunku odwrotnym na północnej. Szybkość wiatru bywa zazwyczaj umiarkowana, zachmurzenie, towarzyszące temu zjawisku, jest zwykle olbrzymie, przytem zdarzają się opady. Zmiany, zachodzące w temperaturze i wilgotności, są wielkie i silnie zaznaczone. Zjawisko to ma od kilkuset do kilku tysięcy km. średnicy; przeciętnie 2000 km., porusza się z umiarkowaną szybkością w kierunku od zachodu na wschód. Można przytem zauważyć wyraźnie zaznaczony wzrost temperatury na południowej i wschodniej stronie cyklonu, tutaj bowiem wieją wiatry południowe i wyraźny spadek temperatury na stronie zachodniej, pochodzący od wiatrów północnych. Podobne są również zmiany wilgotności. Na południowej i wschodniej stronie cyklonu wilgotność bezwzględna zwiększa się bardzo szybko. W środkowej zaś strefie cyklonu, zarówno absolutna jak i względna wilgotność są wysokie. Na stronie zachodniej, gdzie wieją wiatry północne, wilgotność absolutna jest niska, ale wilgotność względna pozostaje wysoką, a to wskutek zmniejszonej pojemności powietrza dla pary wodnej. Na zachodniej stronie brak chmur pierzastych, natomiast sięgają one daleko na wschód. Przestrzeń zajęta przez chmurę, zwaną nimbus, która daje opady, nie znajduje się w środku izobaru, ale znajduje się przeważnie w południowo - wschodnim kwadrancie. Obserwacje znacznej liczby tych burz, wykazują, że posuwają się one wzdłuż dokładnie określonej drogi. Można zatem przewidzieć pogodę dla pewnej miejscowości z wielką dokładnością, notując kierunek i szybkość zbliżania się jednej z takich burz i kojarząc tę informację z warunkami miejscowemi, które mogą powodować zmiany, a warunkami temi są: 1) Powierzchnia topograficzna okolicy, taka, jak góry, bliskość przestrzeni wodnych i t. p. 2) Warunki meteorologiczne, takie jak obecność śniegu, lub jego brak i t. d. 3) Sąsiednie ukształtowania meteorologiczne, t. j. położenie innych niży, wraz z ich antytezami t. j. wyżami, w stosunku do zbliżającego się niżu.

Zbliżanie się ekstratropikalnego cyklonu. Oznaki zbliżania się takiej burzy są następujące: Wiatr zaczyna wiać łagodnie ze wschodu, ciśnienie obniża się nieznacznie, pojawiają się pierzaste chmury (cirrus), a temperatura i wilgotność zaczynają

wzrastać. Poczem barometr spada nieco więcej, kierunek wiatru zmienia się na południowo-wschodni i szybkość jego zwiększa się nieznacznie. Chmury pierzaste cirrus zgęszczają się i stają się pierzasto uwarstwionemi cirro stratus lub pierzastokłębiastemi cirro cumulus, a temperatura i wilgotność wzrastają w dalszym ciągu. W porze zimowej chłód się zmniejsza. Latem zaś zjawia się okres parnej pogody. Wtedy ciśnienie obniża się jeszcze więcej, a wiatr zmienia nieco kierunek i dmie silniej, przyczem temperatura i wilgotność wzrastają stale. Poczem następuje okres deszczu, lub śniegu, a barometr spada, osiągając ostatecznie stan najniższy. Poczem wiatr wolnieje i zaczyna wiać z południa lub południowego zachodu. Następnie wiatr zmienia się z południowo-zachodniego na zachodni, a wreszcie na północno-zachodni, barometr zaczyna się podnosić, opady się zmniejszają, a temperatura i wilgotność się obniża. Chmury deszczowe rozpraszają się. Wiatr wieje w dalszym ciągu z północo-zachodu, ze wzrastającą szybkością, w miarę jak podnosi się barometr, a temperatura szybko opada i powietrze staje się bardziej suche. W lecie zaczyna wiać zimny północno-zachodni wiatr w miejsce parnej pogody, która rozpoczynała opisany cyklon. W zimie odwilż i łagodne ciepło ustępują miejsca ostremu mrozowi. Ten szereg zmian atmosferycznych potrzebuje dwóch do trzech dni zimą i prawie podwójnie długiego czasu latem.

Antycyklony. Tak, jak nie mogą istnieć dwie doliny, nieprzedzielone pagórkiem, tam samo nie mogą istnieć dwie przestrzenie niskiego ciśnienia bez strefy wysokiego ciśnienia pomiędzy niemi; strefy te zowiemy antycyklonami, lub poprostu wyżami. Wyż, jest to przestrzeń wysokiego ciśnienia barometrycznego ze spiralnie wypływającemi z niego wiatrami, wirującemi w kierunku wskazówki zegara na północnej półkuli, a odwrotnym na południowej półkuli. Szybkość wiatru jest umiarkowaną, a zmiany, zachodzące w temperaturze i wilgotności, są znacznie silniej wyrażone. Całe to zjawisko posiada mniej więcej ten sam rozmiar co ekstratropikalne cyklony, i porusza się z umiarkowaną szybkością w kierunku od zachodu ku wschodowi. Zauważyć można wyraźny spadek temperatury w części północnej, gdzie wieją wiatry z północy i wyraźny wzrost temperatury w częściach południowo - zachodnich i zachodnich, gdzie wieje wiatr południowy. Zimą wyże takie są

większe, ciśnienie, znajdujące się w środku wyżu, jest wyższe niż latem.

Kolejność zmian, charakteryzująca przejście wyżu, jest następująca: przypuśćmy, że właśnie ukończył się niż, jego przestrzeń opadów przesunęła się już i nimbus zmienił się na strato-cumulus. Wiatr zmienił swój kierunek na północno-zachodni, a temperatura opadła znacznie, powietrze jest już bardziej suche i barometr podnosi się. Wskazuje to na to, że niż ustępuje miejsca wyżowi i że można oczekiwać kilku dni pogody. Jak długo ciśnienie barometryczne będzie się wznosić, a kierunek wiatru pozostanie ten sam, t. j. północno-zachodni, pogoda pozostanie jasną i chłodną, czyli będzie trwać wyż, a gdy zbliży się środek wyżu, ciśnienie będzie najwyższe. Poczem zacznie ono spadać, w miarę jak zacznie zbliżać się inny niż, czyli ekstratropikalny cyklon, wyżej opisany.

Ulewa z grzmotami. Ulewa jest to obfity, a krótkotrwały opad deszczu. Błyskawice i grzmoty są wynikiem obfitej kondensacji elektrycznej w chmurach. Przyczyną ulewy z grzmotami jest olbrzymia kłębiasto-deszczowa chmura, której towarzyszy obfity deszcz, znaczny spadek temperatury i huraganowy wiatr, który poprzedza opad. Burzy tej towarzyszą zawsze także grzmoty i błyskawice, a czasami pada grad. Jest to obraz gwałtownej miejscowej burzy, która trwa zwykle krótko. Przeciętny czas trwania burzy wynosi zwykle mniej niż dwie godziny. Pierwszy grzmot daje się zwykle słyszeć na godzinę przed rozpoczęciem deszczu, ostatni grzmot czasami następuje jeszcze w pewien czas po ustaniu ulewy, a wicher huraganowy jest to kolisty wir powietrza poniżej dolnej powierzchni zbliżającej się chmury. Ulewy z grzmotami zdarzają się we wszystkich częściach świata, ale najczęściej w strefie tropikalnej, tutaj zdarzają się one w ciągu dwustu dni w roku, częstość takich burz zmniejsza się szybko, w miarę posuwania się od równika ku biegunom. Ulewa z grzmotami obejmuje tylko nieznaczną przestrzeń, ma ona kilka km. długości i dwa lub trzy km. szerokości. W miarę jak burza posuwa się wzdłuż kraju, rozszerza się ona i obejmuje wciąż większe przestrzenie i po upływie 6 do 7 godzin czoło jej wynosi 200 do 250 km. długości i około 60 km. szerokości. Przeciętna szybkość posuwania się burzy wynosi 45 km. do 60 km. na godzinę. Większość burz trafia się w czerw-

cu, lipcu i sierpniu i w ciągu najgorętszej pory dnia, w większości wypadków od 3-ej do 5-ej popołudniu.

Orkan jest to właściwie gwałtowna ulewa z grzmotami, w czasie trwania której, wicher obejmuje przestrzeń tak dużą, iż może utworzyć lej, sięgający aż do ziemi. Szybkość wiatru w takim leju wynosi od 160 do 800 km. na godzinę, a ciśnienie barometryczne w środku jego spada prawdopodobnie do połowy normalnego. Ten nagły spadek ciśnienia wywiera wybuchowe działanie na budynki, w których zamknięte powietrze zachowuje pierwotne swe ciśnienie, a wiatr dopełnia zniszczenia. Szybkość orkanu wynosi 30 do 80 km. na godzinę, tak, że mija ona każdy dany punkt w przeciągu mniej niż minuty. Orkany, tak jak i burze z grzmotami, trafiają się najczęściej pomiędzy 3-cią a 5-tą popołudniu.

PRZEWIDYWANIE POGODY.

Pogodą nazywamy stan atmosfery w danym czasie i miejscu. Zależy ona od sześciu czynników: temperatury, ciśnienia, wiatru, wilgoci, zachmurzenia i opadów. Przewidywanie pogody, jest to określenie wartości, jakie te różne czynniki pogody mieć mogą w czasie przyszłym. Pogoda jest to suma, czyli wypadkowa trzech czynników następujących: 1) normalnego stanu atmosfery, który istniałby, gdyby nie zachodziły żadne zaburzenia, lub miejscowe wpływy. 2) zaburzeń wywołanych takiemi przejściowymi stanami atmosferycznymi, jak ekstratropikalne cyklony, antycyklony i burze. 3) wpływów miejscowych takich, jak wietrzyki lądowe i morskie, obecność gór lub wielkich przestrzeni wodnych. Pogodę normalną, czyli typową, dla danego miejsca oznacza się na podstawie całego szeregu obserwacyj jego stanu atmosfery w ciągu każdej pory roku, a te normalne wartości skoro zostaną raz określone, dadzą się zastosować do każdego czasu. I w ten sposób znamy pogodę normalną dla pewnego miejsca na przeciąg tygodni i lat naprzód. Wpływy miejscowe nie mają zazwyczaj większego znaczenia i dają się ocenić z dokładną ścisłością. Główna trudność polega zatem na określeniu przemijających ukształtowań meteorologicznych. Gdyby wszystkie wyże i niże były stałemi dla danego miejsca, przepowiednia pogody nie przedstawiałaby większych trudności, możnaby było dokonywać jej z dokładno-

ścią. Na nieszczęście, niże i wyże są tak fantastyczne pod względem swej drogi, szybkości oraz innych cech charakterystycznych, iż przepowiadanie pogody nie jest rzeczą łatwą. A zatem przy przepowiadaniu pogody, należy w pierwszym rzędzie ocenić wpływ, jaki będzie wywierało w ciągu najbliższych dni przejściowe ukształtowanie meteorologiczne. Potem należy określić wpływy miejscowe. Jeżeli zestawimy te dwa czynniki z pogodą normalną, otrzymamy jako wypadkową przewidywaną pogodę.

Biura meteorologiczne otrzymują meteorologiczne spostrzeżenia z całego kraju o godzinie 8-ej rano i 8-ej wieczorem, na podstawie tych spostrzeżeń wydają one mapę pogody i przepowiednie na dzień następny. Przepowiednie, oparte na spostrzeżeniach, czynionych o godzinie 8-ej rano, służą na następne 36 godzin, a przepowiednie, oparte na spostrzeżeniach, podanych o godz. 8-ej wieczór, służą dla następnych 48 godzin, przepowiednie te dotyczą temperatury, wiatrów, zachmurzenia, oraz ilości i jakości opadów. Nie przepowiada się nigdy ciśnienia, ani wilgotności. Przepowiada się również fale chłodu, mrozy, oraz wielkie szybkości wiatru. Wszystkie przepowiednie i ostrzeżenia o silnych wiatrach, falach chłodu i mrozach, pochodzą z centrów, zestawiających przewidywania pogody.

Umiejscowienie ośrodka burzy na 24 godziny naprzód. Bez względu na to, czy oczekujemy wyżu, czy też niżu, musimy na 24 lub 48 godz. przed burzą określić w jakiem miejscu znajdzie się jego ośrodek. Z dużą dokładnością daje się to określić na 24 godziny naprzód, a znacznie mniej dokładnie na 48 godzin naprzód. Ogólna zasada polega na określaniu drogi, wzdłuż której zdaje się posuwać ów niż, i na ustaleniu następnie miejsca, w którem znajdzie się on po upływie 24 godzin. Szybkość normalna niżu wynosi przeciętnie 500 km. dziennie zimą, a około 900 km. latem. Potrzeba długoletniego doświadczenia dla trafnego przepowiadania pogody. W związku z tem istnieją pewne prawa pomocnicze:

1. Niże znajdujące się w pobliżu siebie dążą do zlewania się i przez to nabierają większego natężenia, niż ich części składowe.
2. Niże i wyże odpychają się wzajemnie.
3. Niże dążą do zachowywania ciągle tej samej szybkości.

4. Niże dążą do posuwania się w kierunku przestrzeni największych opadów dnia ubiegłego.

5. Niże dążą do posuwania się w kierunku przestrzeni najwyższego punktu rosy.

6. Niże dążą do posuwania się w kierunku przestrzeni najmniejszej szybkości wiatru.

7. Niże zwiększają swe natężenie w miarę zbliżania się do wielkich przestrzeni wodnych takich, jak wielkie jeziora lub wybrzeże Atlantyku.

8. Niże zwiększają szybkość posuwania się w miarę obniżania się ciśnienia.

9. Niże słabną przy wietrze wyższym od normalnego, zwiększają się zaś przy wietrze niższym od normalnego.

10. Niże posuwające się łukowym szlakiem wzmagają swą szybkość w chwili, gdy kierunek ich ruchu zbacza na północo-wschód.

Przewidywanie mrozu. Przewiduje się go w ten sposób, jak i każdą inną temperaturę, a podstawą przewidywania powinna być ocena prawdopodobnej temperatury następnego ranka z mapy pogody. Ocena ta opierać się powinna głównie na przypuszczalnej czystości nieba w ciągu nocy i szybkości wiatru. Jasne niebo i brak wiatru są przyczyną znacznego spadku temperatury i wynikającego stąd mrozu. Temperaturę mierzy się zapomocą termometrów, umieszczonych w odpowiednich ochraniających je pudełkach na pewnej wysokości ponad powierzchnią ziemi. Aby odczytać temperaturę powietrza możliwie bez pomyłek, należy wziąć pod uwagę następujący stan rzeczy: 1) Temperatura roślin jest niższa od istotnej temperatury powietrza, gdyż nie są one niczem osłonięte i tracą ciepło przez wypromieniowanie. 2) Roślinność, znajdująca się na powierzchni ziemi, znajduje się niżej niż termometr. 3) Wahania się temperatury na ograniczonej przestrzeni bywają nieraz znaczne, tak, że temperatura roślin może być od 2^0 do 8^0 niższą od minimalnej temperatury, wykazywanej przez termometr, znajdujący się w pudełku ochraniającym.

Dokładność przepowiedni pogody. Dokładność ta waha się od 80 do 85 procent. Dokładność, jaką można osiągnąć w różnych częściach kraju, bywa różna. Dokładność w przepowiadaniu mających nadejść fal chłodu wynosi jedynie około 70 procent. Dokładność, wynosząca 85 procent, oznacza, że średnio biorąc pogoda jednego dnia na siedem dni nie będzie zgodna z przepowiednią. Jednakże przepowiadanie pogody

powinno się przynajmniej sprawdzać w 50 procentach. Przepowiadanie pogody podobne jest do medycyny, z tego względu też nie może być nauką tak ścisłą, jak naprzykład astronomja. Jednakże jest ono rzeczą bardzo pożyteczną, a koszta, jakie za sobą pociąga, pokrywają dziesięciokrotnie ocalone majętności i życia ludzkie.

Przepowiednie, oparte na miejscowych spostrzeżeniach. Pomimo tego, że dla dokładnego i ścisłego przepowiadania mającej nastąpić pogody, konieczne jest wykreślenie codziennych map, można sobie jednak stworzyć o niej pewne pojęcie na podstawie miejscowych spostrzeżeń. Poniżej przytoczony tekst znajduje się pod nagłówkiem każdej mapy, pochodzącej z Biura meteorologicznego Stanów Zjednoczonych:

Gdy wiatr zaczyna wiać od południa lub południowego wschodu, a barometr spada stale, zbliża się burza od zachodu lub północnego zachodu, a środek jej przejdzie na północ od obserwatora w ciągu 12 lub 24 godzin z wiatrami przesuwającymi się na północo-zachód i na zachód. Gdy wiatr poczyna wiać ze wschodu lub północo-wschodu, a barometr spada stale, zbliża się burza od południa lub południo-zachodu, środek jej przejdzie na południe lub na wschód od obserwatora w ciągu 12 do 24 godzin z wiatrami przesuwającymi się na północo-zachód. Szybkość zbliżania się burzy i jej natężenie wskaże nam szybkość i wielkość spadku barometru.

Źródła.

Willis I. Milham: Meteorologja.
The Macmillan Company, New York, 1918.
Stefan Hłasek - Hłasko: Wskazówki meteorologiczne, Warszawa 1926.

ROZDZIAŁ V.

Cechy charakterystyczne dymu i fal gazowych.

Dym, jest to zawieszony w powietrzu obłok, składający się z drobniutkich cząsteczek ciała stałego. Mgły lub opary są bardzo zbliżone do dymu, składają się jednak z drobniutkich kropeleczek cieczy, zawieszonych w powietrzu. Wielkość cząsteczek dymu lub mgły waha się w granicach od wielkości cząsteczki, którą może dostrzedz nieuzbrojone oko ludzkie, aż do wielkości pojedyńczej molekuły. I tak, cząsteczki dymu, mają mniej więcej taki sam rozmiar, jak cząsteczki roztworu koloidalnego i dym można uważać za zawiesinę koloidalną, której środowiskiem jest gaz (powietrze), zamiast cieczy. Ponieważ głównym celem używania dymu trującego jest jego zdolność przenikania przez maskę przeciwgazową, wszystkie usiłowania dążą do wytworzenia obłoków dymu, mającego największą ilość najdrobniejszych cząsteczek.

PRZENIKANIE CZĄSTECZEK DYMOWYCH DO OTACZAJĄCYCH WARSTW POWIETRZA.

Cząsteczki dymu posiadają ruchy Browna, które są prawdopodobnie spowodowane zderzaniem się molekuł powietrza z cząsteczkami dymu. W wyniku tego ruchu, cząsteczki dymu mogą stopniowo dyfundować i rozpraszać się. Większe cząsteczki dymu przenikają wolniej od cząsteczek mniejszych, nietylko ze względu na wielką ich masę i bezwładność, lecz wskutek większego oporu powietrza. Wiatry i prądy konwekcyjne, są o wiele ważniejszymi czynnikami przy rozpraszaniu dymów, niż przenikanie (dyfuzja), w istocie przenikanie jest bez znaczenia w porównaniu z wiatrem.

OSIADANIE CZĄSTECZEK DYMU.

Cząsteczki dymu osadzają się z powietrza bardzo wolno, z szybkością, zależną od ich rozmiaru, przyczem większe osiadają szybciej od mniejszych. Następująca tablica podaje nam ocenę szybkości osiadania z powietrza cząsteczek kulistych, posiadających tę samą gęstość, a różnorodne wielkości:

Średnica cząsteczek	Szybkość osiadania
10^{-2} cm.	30 cm./sek. 1080 m. na godzinę
10^{-3} cm.	0.3 cm./sek. 10.8 m. na godzinę
10^{-4} cm.	3×10^{-3} cm./sek. 10.8 cm. na godzinę
10^{-5} cm.	3×10^{-5} cm./sek. 1.08 mm. na godzinę

W ten sposób cząsteczka, mająca średnicy 10^{-4} cm. czyli wielkości najczęściej spotykanej u cząsteczek dymu, spadałaby z szybkością, wynoszącą mniej więcej 0.188 cm. na minutę, szybkość ta jest tak mała, iż niema ona żadnej wartości dla celów praktycznych.

ZWIĘKSZANIE SIĘ CZĄSTECZEK DYMU.

Cząsteczki dymu, zarówno jak i cząsteczki roztworu koloidalnego, mają skłonność do zwiększania swych rozmiarów. Przyczyną tej tendencji bywa zderzanie się, lub zlewanie cząsteczek, w miarę, jak się stykają one ze sobą, niesione wskutek ruchów Browna, lub prądami powietrza. To skupianie się cząsteczek zdarza się rzadziej, gdy one są suche, ale jest wyrażone silniej u cząsteczek ciekłych, lub u cząsteczek rozpływającego się ciała stałego, które skondensowało na swych powierzchniach nieco pary wodnej. Zwiększanie się cząsteczek wskutek skupiania się, jest o wiele szybsze w gęstym, aniżeli w przejrzystym obłoku, ponieważ wtedy cząsteczki znajdują się bliżej siebie i łatwiej wchodzą w kontakt ze sobą.

Wreszcie, cząsteczki małe wyparowywują względnie szybciej, niż większe, ponieważ mają one większą powierzchnię w stosunku do swej wagi. Powierzchnia ciała kulistego zmienia się w stosunku do kwadratu jego średnicy, podczas gdy masa zmienia się w stosunku do sześcianu jego średnicy. A zatem podwojenie średnicy ciała kulistego, zwiększy powierzchnię czterokrotnie, a ciężar zwiększy się wtedy ośmiokrotnie.

W ten sposób rozmiar i liczba cząsteczek większych, wchodzących w skład większych obłoków dymu, wzrasta kosztem mniejszych cząsteczek. Wzrost wielkości, zwiększa szybkość osadzania się, a następstwem tego jest obniżenie się stężenia danej substancji w obłoku, nawet wówczas, gdy go prądy powietrza nie rozcieńczają. Najbardziej stały będzie taki dym, którego cząsteczki są bardzo małe i składają się z suchego, nielotnego i nierozpływającego się ciała stałego.

RODZAJE DYMU.

Dymy, używane dla celów bojowych, dzielą się na: 1) dymy zasłonowe, które zasłaniają cel i 2) dymy toksyczne, posiadające działanie trujące lub drażniące. O dymach trujących będziemy mówić na innem miejscu. Dym zasłonowy osiąga cel częściowo, zaciemniając promienie światła, lecz bardziej jeszcze przez rozprószenie tych promieni, spowodowane odbiciem ich od poszczególnych cząsteczek dymu. Rozprószenie promieni świetlnych zależy w pierwszym rzędzie od stężenia cząsteczek dymu, lub od ich ilości, zawartej w danej objętości. A zatem dym zasłonowy będzie bardziej skuteczny, jeżeli cząsteczki jego będą bardzo drobne, gdyż stan ten zwiększy ich ilość w danej objętości i w ten sposób zwiększy rozprószenie promieni światła. Wartość dymu zasłonowego zależy od jego siły zaćmiewania przedmiotów, znajdujących się poza nim, a względną wartość dymów zasłonowych określa się zapomocą ich „całkowitej siły zaćmiewającej“ (w skróceniu C.S.Z.). W Stanach Zjednoczonych przyjmuje się jako jednostkę całkowitej siły zaciemniającej: przestrzeń, wyrażoną w stopach kwadratowych, którą wypełni dym, pochodzący z materjału badanego, a posiadający taką grubość i gęstość, że jest w stanie zaciemnić 10-cio watową żarówkę firmy „Mazda“. Gęstość dymu pojęta w ten sposób, odnosi się do wpływu, jaki wywiera on na światło, a dla niektórych dymów, których cząstki mają określoną wielkość, gęstość dymu będzie wprost proporcjonalna do stężenia materjału dymowego w obłoku.

W praktyce jako jednostkę gęstości dymu przyjmuje się warstwę obłoku, grubości jednej stopy, a będącej w stanie zaciemnić jedną żarówkę. Jeżeli gęstość danego obłoku wynosi ½, oznacza to, że potrzeba będzie dwóch stóp takiego obłoku, aby

taką lampę zaciemnić. Jeden funt fosforu wytwarza 4600 stóp sześciennych dymu gęstości równej 1. Stąd C.S.Z. fosforu wynosi 4600.

ZACHOWANIE SIĘ CHMURY DYMOWEJ.

Wykazaliśmy już, że dyfuzja i osadzanie się cząsteczek dymu wywiera jedynie nieznaczny wpływ na drogę chmury dymowej i na rozszerzanie się jej. Nawet w bardzo gęstych dymach waga materjału dymowego, zawieszonego w chmurze, stanowi jedynie nieznaczny ułamek odsetki, wagi powietrza, zawartego w tejże chmurze. Chmurę dymową można wobec tego uważać za masę powietrza, odróżniającą się od otaczającej atmosfery tem tylko, że jest w niej zawieszona mała ilość obcego ciała. Ruch chmury będzie zatem tylko ruchem powietrza. To nam tłumaczy charakterystyczne cechy ruchów chmur. W ten sposób wznoszenie się chmury dymowej znajduje przyczynę w skierowanych ku górze prądach powietrza. Jeżeli chmura dymowa powstanie w ciepłem powietrzu, będzie ona się wznosić w miarę tego, jak ciepłe powietrze będzie się rozszerzać i będzie się stawać lżejszem od otaczającej je atmosfery. Jeżeli zaś chmura dymowa zostanie wytworzona w chłodnem powietrzu, lub też w powietrzu, w którem niema prądów cieplnych, będzie ona się trzymać przy ziemi.

KĄT ROZWARCIA.

Jeżeli jakieś niewielkie pojedyńcze źródło dymu będzie wytwarzać dużą ilość dymu i dym ten będzie niesiony stałym wiatrem, rozprószy się on pod postacią chmury, mającej kształt ostrosłupa, którego wierzchołkiem będzie jego źródło. Chmura taka będzie się rozpraszać z jednostajną szybkością na znacznej odległości. Szybkość rozpraszania się chmury zależną jest od szybkości wiatru, a przy szybkościach wynoszących 16 do 20 km. na godzinę, które to szybkości są najbardziej odpowiednie dla zastosowania materjałów wojny chemicznej, kąt rozwarcia wynosi od 10^0 do 15^0, po każdej stronie osi wiatru. Rozpraszanie się chmur dymowych zdarza się nawet przy stałym wietrze i jest spowodowane tem, że nawet wtedy powietrze nie porusza się w linji prostej, lecz jest pełne wirów, które odrywają kłęby dymu od głównej masy chmury dymowej. W stałych wiatrach,

wiry te bywają mniej więcej rozmieszczone jednostajnie, i dym rozściela się z jednostajną prawie szybkością, a granicami chmury dymowej bywają prawie proste linje rozchodzące się promienisto od źródła dymu.

Ale gdy dym znajdzie się już na większej odległości od swego źródła, wtedy kąt jego rozwarcia zdaje się zmniejszać, a linje graniczne dymu stają się stopniowo prawie równoległe do kierunku wiatru, jest to spowodowane tym stanem, że dym na znacznej odległości od swego źródła, bywa rozcieńczony na brzegach chmury, wskutek domieszki powietrza otaczającego i to do tego stopnia, że staje się mniej widoczny, aż wreszcie brzeg chmury staje się zupełnie niewidocznym. Stąd też zmniejszenie się kąta rozwarcia chmury dymowej na pewnej odległości od jej źródła, jest prawdopodobnie tylko pozorne, a przynajmniej wzdłuż boków chmur w pobliżu ziemi.

Ale u szczytu chmury dymowej istnieje istotne zmniejszenie się kąta jej rozwarcia. Szybkość wiatru bowiem jest zawsze większa na pewnej odległości od ziemi, niż w jej pobliżu. Stąd też górna część chmury, posuwa się szybciej naprzód, niż jej część dolna, a czynnik ten zaczyna działać z chwilą, gdy górna część chmury znajdzie się na wysokości, na której zetknie się ona z większemi szybkościami wiatru. Ten efekt spłaszczający staje się wyraźniejszy w miarę, jak chmura posuwa się naprzód, stąd też wysokość do której znaczniejsza chmura będzie się mogła wznieść, jest ograniczona, i będzie ona zależała od różnicy szybkości wiatru na powierzchni ziemi i w warstwach wyższych. Im mniejszą będzie ta różnica, tem wyżej wzniesie się chmura dymowa. Z powodu tego spłaszczenia chmury, powietrze otaczające będzie miało łatwiejszy dostęp do niej od góry i będzie ją rozcieńczać coraz więcej w miarę jej posuwania się naprzód. Tak więc czoło chmury nie będzie przedstawiało prostopadłej ściany dymu, ale górna część chmury wyprzedzać będzie przy posuwaniu się naprzód część niższą, znajdującą się w pobliżu ziemi. Stan ten będzie tem jaśniej wyrażony, im większa różnica zachodzić będzie pomiędzy szybkościami wiatru przy ziemi i w warstwach wyżej położonych i im większą będzie odległość chmury od jej źródła.

Z tego wystającego, czyli zwieszającego się czoła chmury, prostopadłe wiry powietrza znoszą mniej, lub więcej dymu ku dołowi, co wywołuje wrażenie opadania czoła chmury. Przednia

i górna część chmury dymowej, rozcieńczona już znacznie przez powietrze wdzierające się z góry lub z boków chmury, rozcieńcza się również przez powietrze wchodzące od czoła chmury. W ten sposób osoba stojąca na drodze zbliżającej się chmury nie zetknie się nagle z wysokim stężeniem dymu, lecz spotyka narazie prawie niedostrzegalny tylko ślad dymu i stopniowo w miarę posuwania się chmury stykać się będzie z coraz wyższemi stężeniami, aż do jego maximum. A im dalej chmura odsunęła się od miejsca w którym powstała, tem więcej stopniowany będzie wzrost stężenia materjału dymowego, zaczynając od czoła chmury w kierunku do jej wnętrza.

WPŁYW TERENU I POGODY.

Kierunek i natężenie wiatru wiejącego w pobliżu powierzchni ziemi mogą być przekształcone wskutek ukształtowania się powierzchni ziemi, rozłożenia pagórków, dolin, oraz przeszkód przeciwstawianych ruchom powietrza, takich, jak naprzykład wysokie drzewa. W pogodny dzień letni, słońce nagrzewa ziemię i niższą warstwę powietrza i stąd pochodzi stałość prądów wywołanych przenoszeniem ciepła, podczas gdy w jasne noce, przy wysoko stojącym barometrze, mogą zdarzać się nawet prądy powietrza idące ku dołowi. Wszystkie czynniki atmosferyczne, wywierające wpływ na ruchy powietrza, wywierają również wpływ na ruchy chmur dymowych. Pozatem temperatura wywiera również znaczny wpływ na wszystkie chmury, zależne od wilgotności atmosferycznej, a wilgotność ta jest o wiele wyższa przy ciepłej, niż przy chłodnej pogodzie.

Powyższe zasady ogólne, odnoszące się do zachowania się chmur dymowych, stosują się w równej mierze do chmur gazowych. Jednakże należy pamiętać, że większość gazów bojowych jest cięższą od powietrza, a zatem chmury gazowe będą przesiąkać do dolin i zagłębień terenu. Wysoka trawa, krzaki, drzewa, budynki i t. p. opóźniają ruchy powietrza i chmur gazowych, czyniąc je bardziej stałemi. W schronach, piwnicach, budynkach, jamach powstałych od wybuchu pocisków, głębokich wyżłobieniach terenu i lasach, gazy pozostają dłużej, niż na otwartym terenie. Przy lekkich wiatrach kształt terenu jest czynnikiem decydującym dla kierunku wiatru. Używanie gazów przy wiatrach o znacznej szybkości, nie jest wskazane, ponieważ

przy takich warunkach chmura gazowa zostaje szybko rozprószona i nie powoduje zatruć. Przy takich warunkach ataki falowe przy pomocy chmur gazowych nie są groźne. Pociski gazowe mogą być skuteczne przy wiatrach, których szybkość nie przekracza 15 km na godzinę w otwartym terenie, lub nie przewyższa 40 km na godzinę w gęstym lesie.

WILGOTNOŚĆ I TEMPERATURA.

Wilgotność i temperatura mają różny wpływ na gaz. Lekki opad deszczowy, wywiera jedynie słaby wpływ na większość gazów. Nawet silny deszcz ma zaledwie nieznaczny wpływ na iperyt. Z drugiej strony fosgen i luizyt ulegają w znacznej mierze hydrolizie i tracą skuteczność w dużym stopniu przy wilgotnej pogodzie. Natomiast mgły sprzyjają wyraźnie stosowaniu obłoków gazowych, o ile gazy te nie ulegają zniszczeniu przez wilgotność. Ciepłe, słoneczne dni nie sprzyjają używaniu większości gazów, a zwłaszcza stosowaniu ich pod postacią chmur, a to z powodu istnienia dużych prądów, wywołanych przenoszeniem ciepła. Z drugiej strony substancje trwałe, o wysokim punkcie wrzenia, takie jak iperyt, rozpraszają się łatwiej w upalne dni. Iperyt zimą wyparowywuje zwolna.

ROZDZIAŁ VI.

Klasyfikacja Środków Bojowych Wojny Chemicznej.

Określenie „wojna gazowa" jest nieścisłe i dlatego zostało zaniechane. Znaczna bowiem ilość środków wojny chemicznej, są to ciecze lub ciała stałe przy temperaturze spotykanej w polu. Możemy zatem podzielić chemiczne środki bojowe, zależnie od ich stanu fizycznego, na gazy, ciecze i ciała stałe. Należy jednak pamiętać, że chociaż ciecze takie jak iperyt, mogą działać w stanie ciekłym, przechodzą one jednak przy pewnej temperaturze w stan lotny i mogą rozpraszać się jako gaz na znacznej przestrzeni i stać się przyczyną liczniejszych uszkodzeń, niż pod postacią cieczy, której działanie ogranicza się do stosunkowo małej powierzchni. Ciała stałe stają się trującemi jedynie wówczas, gdy mogą się w jakikolwiek sposób rozpuścić w cieczach ciała. Dlatego też ciała stałe rozpyla się zazwyczaj zapomocą środków wybuchowych, gorąca, lub jakiegokolwiek innego sposobu. W ten sposób zostają one rozprószone w atmosferze pod postacią drobnych cząsteczek lub dymu, i mogą być wdychane wraz z powietrzem. Widzimy zatem, że chociaż określenie „wojna gazowa" nie odpowiada pod względem technicznym rzeczywistości, to jednak daje ona nam pojęcie o sposobach, za pomocą których, środki wojny chemicznej rozwijają swe działanie. Środki wojny chemicznej dzielimy na trwałe i nietrwałe, zależnie od ich stanu fizycznego, oraz stałych własności fizycznych, zwłaszcza ciśnienia pary. Gazy są wogóle nietrwałe, podczas gdy ciecze i ciała stałe są zazwyczaj trwałe. I tak naprzykład chlor i fosgen są nietrwałe. Chloropikryna jest bardziej trwała od chloru i fosgenu, ponieważ jej punkt wrzenia jest wyższy i jest ona przy

zwykłych temperaturach cieczą. Iperyt posiada jeszcze wyższy punkt wrzenia i jest trwały, a chloroacetofenon będący ciałem stałem, nie ulega zmianie w ciągu całych tygodni a nawet miesięcy. Ciała stałe, które zostały rozpylone pod postacią dymów, zachowują się tak jak gazy i są dość nietrwałe.

Taktyczne użycie środków wojny chemicznej, jest dostosowane głównie do ich trwałości. Używanie środków chemicznych ma na celu:

1. Spowodowanie jak największej ilości uszkodzeń ciała. Nietrwałe ciała typu fosgenu, wywołują nietylko uszkodzenie ciała, ale uważa się je również za środki śmiercionośne, podczas gdy trwałe środki bojowe, takie jak iperyt, rzadko tylko stają się przyczyną śmierci, ale dają daleko większą ilość odsetek zatrutych, niż jakikolwiek inny związek nietrwały.

2. Niepokojenie nieprzyjaciela i wywołanie upadku ducha wśród wojsk. W tym celu używa się zarówno trwałych jak i nietrwałych środków bojowych, zależnie od okoliczności.

3. Uniemożliwienie nieprzyjacielowi utrzymania się na ufortyfikowanych pozycjach. Z natury rzeczy, do tego celu można użyć jedynie trwałych środków bojowych.

4. Zamaskowanie ruchu wojsk i wprowadzanie w błąd nieprzyjaciela. W tym celu stosuje się dymy, głównie ze względu na ich własności zasłaniające. Są one nietrwałe.

5. Niszczenie dowozu materjałów wojennych i zapasów nieprzyjaciela. W tym celu używa się głównie środków wzniecających pożary i ciał posiadających własności żrące. Chlor, zarówno jak i fosgen, przeżerają metale i mogą uczynić karabiny niezdatnemi do użycia. Iperyt zaś, oraz związki arsenowe, mogą służyć do zatrucia środków spożywczych.

KLASYFIKACJA FIZJOLOGICZNA CZYNNIKÓW WOJNY CHEMICZNEJ.

Najlepszą metodą klasyfikacji środków bojowych z punktu widzenia lekarskiego, będzie podział oparty na ich działaniu fizjologicznem. Działanie to jest w większości wypadków bardzo złożone i zazwyczaj różne części i narządy ciała zostają zaatakowane jednocześnie. Niemniej jednak, działanie niektórych ważniejszych środków bojowych, uwydatnia się szczególnie na niektórych częściach ciała i stosownie do tej właśnie cechy, ich

działania fizjologicznego, można je podzielić w sposób następujący:

1. Środki drażniące płuca. Główną ich cechą charakterystyczną jest podrażnienie i uszkodzenie dróg oddechowych, a zwłaszcza pęcherzyków płucnych, wraz z wywołaniem ostrego obrzęku płucnego i wynikającą stąd niedotlennością krwi (anoksemją) i śmiercią wskutek uduszenia. Gazy te wywołują również łzawienie, jednak nie w tak silnym stopniu, jak ciała zwane lakrymatorami. Głównymi przedstawicielami bojowych środków chemicznych są: chlor, fosgen i chloropikryna.

2. Środki parzące. Środki te nazywamy parzącemi, ponieważ powodują one zapalenia i owrzodzenia skóry. Wywołują one również ostre zapalenie spojówki i dróg oddechowych. Nie wywołują natomiast obrzęku płucnego. Należą tu między innemi iperyt i luizyt.

3. Środki łzawiące lub lakrymatory. Nawet b. małe stężenia tych ciał w powietrzu wywierają silnie drażniący wpływ na oczy i powodują taki ból i tak obfite łzawienie, że widzenie staje się niemożliwem. Działanie to jest przemijające. Zaliczamy do nich prócz innych: chloroacetofenon, i cjanek bromobenzylu.

4. Chemiczne środki drażniące. Zwano je pierwotnie sternitami i dymami trującemi. Wywołują one nawet przy małych stężeniach podrażnienie oczu, nosa i gardła, nudności oraz inne objawy nerwowe. W niskich stężeniach powodują one nieznaczne uszkodzenia i nie są śmiertelne.

5. Środki działające trująco bezpośrednio na układ nerwowy. Ciała te, przy odpowiednio silnem stężeniu, działają szybko, powodując częściowe lub całkowite porażenie, środkowego układu nerwowego. Pomimo to, że środki te są bardzo trujące, jednakże w polu powodują one śmierć w rzadkich tylko wypadkach. Do nich należy cjanowodór.

6. Środki, wywierające wpływ na własność utleniania się krwi. Gazy te mogą działać w różny sposób. I tak arsonowodór powoduje zniszczenie czerwonych ciałek krwi, któremu towarzyszy pojawienie się hemoglobiny w moczu i żółtaczka: niektóre gazy zmieniają hemoglobinę na methemoglobinę; tlenek węgla tworzy połączenie stałe z hemoglobiną, niedopuszczając w ten sposób do łączenia się hemoglobiny z tlenem. To ostatnia

grupa ciał trujących niema większego znaczenia z punktu widzenia wojny chemicznej, gdyż gazy te nie znalazły praktycznego zastosowania. Do tej klasyfikacji będziemy się stosować przy opisie cech fizycznych i chemicznych różnorodnych środków chemicznych, przy opisie objawów zatrucia, zmian patologicznych, jakie one powodują i sposobów leczenia zatruć różnego typu.

Poniższe tablice, wyjęte z „Historji Wielkiej Wojny" z roku 1925, tom II, podają nam różnorodny materjał chemiczny bojowy, używany podczas wojny, oraz sposób stosowania go, oraz w przybliżeniu daty wprowadzenia go w życie.

(Patrz tabl. str. 94 — 99).

ROZDZIAŁ VII.

Środki drażniące płuca. Chlor, Fosgen, Chloropikryna etc.

CHLOR.

Chlor, interesuje nas z punktu widzenia historycznego, był to bowiem pierwszy gaz, użyty przez Niemców w wojnie chemicznej. Pomimo to, że według wszelkiego prawodopodobieństwa, sam chlor nie będzie już nigdy stosowany na wojnie, a to dla tej przyczyny, że inne gazy są o wiele skuteczniejsze, wyrabia się go ciągle i w wielkich ilościach w czasie pokoju dla celów przemysłowych, a wobec tego będą go prawdopodobnie wyrabiać w wielkich ilościach i dla celów wojennych, narody nieprzygotowane do wyrobu bardziej skomplikowanych gazów trujących. Jest on również podstawowym składnikiem wszelkich innych chemicznych środków bojowych. Chlor, jest to ciężki żółtawo-zielony gaz. Jego ciężar atomowy wynosi 35.79. Litr chloru waży przy warunkach wzorcowych 3.22 grama, podczas gdy litr powietrza waży 1.293 grama. Stąd gęstość pary chloru w porównaniu do gęstości powietrza, wynosi 2.49, a więc chlor jest mniej więcej 2.5 razy cięższy od powietrza. Dzięki temu chlor trzyma się powierzchni ziemi i wnika do zabłębień terenu. Przy 15° C. potrzeba 4 do 5 atmosfer ciśnienia dla skroplenia go. Jeden litr ciekłego chloru daje przy 25° C. 434 litry chloru w stanie gazu. Chlor jest jednym z najbardziej czynnych pierwiastków, dotąd znanych i dlatego nie spotyka się go nigdy w naturze w stanie wolnym. Rodzimemi związkami chloru są zawsze chlorki metali, a głównie chlorek sodowy i potasowy. Zwykła sól kuchenna jest w rzeczywistości źródłem całej ilości chloru i związków chlorowych, spotykanych

Substancja	Formuła chemiczna	Data wprowadzenia	Punkt wrzenia	Ciśnienie pary w mm. rtęci			Stężenie w przybliżeniu mogące w przeciągu kilku sekund uczynić człowieka niezdolnym do pracy wskutek podrażnienia oczu (łzawienie) lub górnych dróg oddechowych (ból i kaszel)	Stężenie w przybliżeniu, które wdychane w ciągu jednej lub dwuch min. wywołuje określone uszkodzenie płuc lub oskrzeli	Przez kogo był użyty
				Przy 10°C.	Przy 20°C.	Przy 30°C.			
ŚRODKI SILNIE DRAŻNIĄCE PŁUCA									
			°C.	mm.	mm.	mm.	mgm.	mgm.	
Chlor	Cl_2	1915	— 33.6	3.760	5.030	6.650	1:10.000 = 0.29	1:10.000 = 0.29	B.,F.,G.*
Fosgen	$COCl_2$	1915	+ 8	83.6	1.215	1.750	1:100.000 = 0.04	1:50.000 = 0.08	B.,F.,G.
Chloroformian-chlorometylu („Palit" francuski	$Cl{\cdot}COO{\cdot}CH_2{\cdot}Cl$	1915	+105	3.6	5.6		1:100.000 = 0.05	1:10.000 = 0.5	F.,G.
Trójchlorometychloroformian („Dwufosgen" angielski, „Superpalit" francuski) .	$Cl{\cdot}COO{\cdot}CCl_3$	1916	+128	5	10.3	16.3	1:200.000 = 0.04	1:50.000 = 0.162	F.,G.
Chloropikryna . . .	$CCl_3{\cdot}NO_2$	1916	+112	10.8	18.9	30.5	1:200.000 = 0.026	1:50.000 = 0.1	B.,F.,G.
Chlorek cyny . . .	$SnCl_4$	1916	+114	10.3	18.9	31.3		działanie zbiorowe	
Chlorekfenylkarbylaminy	$C_6H_5N{:}CCl_2$	1917	+209					1:10.000 = 0.8	B.
Bromek cjanu . . .	CNBr	1918	+ 61.3 (M.P.52°)	63.3 (15°), 119.5 (25°)			1:200.000 = 0.035	1:10.000 = 0.71	G.
								1:30.000 = 0.14	A.
Eter dwuchlormetylowy	$(CH_2{\cdot}Cl)_2{:}O$	1918	+105				1:10.000 = 0.47	1:10.000 = 0.47	G.
LAKRYMATORY									
Bromek benzylu . .	$C_6H_5CH2{\cdot}Br$	1915	+198	około 1 mm. przy 25°			1:2.000.000=0.00349		G.
Bromek kasylylu . .	$CH_3C_6H_4{\cdot}CH_2{\cdot}Br$	1915	+216 do 220				1:2.000.000=0.00378		G.
Jodooctan etylowy .	$CH_2I{\cdot}COOC_2H_5$	1916	+180	0.28	0.54	0.87	1:2.000.000=0.00437	1:50.000 = 0.17	B.
Bromaceton	$CH_3{\cdot}CO{\cdot}CH_2Br$	1916	> +136	1			1:2.000.000=0.0028	1:10.000 = 0.56	F.A.
Monobromometyloetyloketon	$CH_2Br{\cdot}CO{\cdot}CH_2{\cdot}CH^3$ lub $CH_3{\cdot}CO{\cdot}CHBr{\cdot}CH_3$	1916	+145 +133				1:500.000 =0.0126	1:5.00 = 1.26	G.,A.

Dwubromometyletyl-keton.	$CH_3 \cdot CO \cdot CHBr \cdot CH_2Br$	1916	— 53 (rozłożony)				1:500.000 = 0.0188	1:5.000 = 1.88	N.A. F.
Akroleina	$CH_2 \cdot CH \cdot CHO$ OCH_3	1916	— 52	140					
Chlorosulfonian metylowy	$SO_2 <$ CI	1915	—132						N.
ŚRODKI WYWOŁUJĄCE PARALIŻ									
Kwas cjanowodorowy	HCN	1916	— 26.5	455 przy 15°	603	860	1:2.000 = 0.55 (niezwłocz. zabójczy)	W istocie niema działania zbiorow.	An. F.
Siarkowodór. . . .	H_2S	1916	— 61.8	16.500			1:1.000 = 1.39 (niezwłocz. zabójczy)	1:10.000 = 0.139 dział. na oczy i płuc.	An.
ŚRODKI DRAŻNIĄCE OCZY, NOS I PŁUCA (STERNITY)									
Dwufenyl chloroarsina	$(C_6H_5)_2AsCI$	1917	—133 (M.P.—43°)	0.02 mm. przy 50°			1:10.000.000 = 0.001	1:50.000 = 2.16	N.
Dwufenyl-cjanarsina.	$(C_6H_5)_2AsCN$	1918	—300 (M.P.—31°)				1:10.000.000 = 0.001	1:50.000 = 2.08	N.
Arsina dwuchloroetylowa	$C_2H_5AsCI_2$	1918	—156				1:500.000 = 0.014	1:20.000 = 0.35	N.
Arsina dwubromoetylowa	$C_2H_5AsBr_2$	1918							N.
N. Karbazol etylowy.	$(C_6H_4)_2N \cdot C_2H_5$	1918	—190 (M.P.—68°)						N.
ŚRODKI PARZĄCE									
Siarczek dwuchloretylu (Chlorek tiodwuglikolu „Gaz. Musztardowy“, Anglja; „Iperyt“ Francja . .	$(CH_2CI \cdot CH_2)_2S$	1917	—217 (M.P.—13°)	0.01	0.6	0.09		1:1.000.000 = 0.0065 po 60 minutowem wystawieniu na działanie	An., F., N. A.

*) An. = Anglja; F. = Francja; N. = Niemcy; A. = Austrja.

Zawartość pocisków gazowych niemieckiej artylerji i moździerzy okopowych.

Szyfrowana nazwa lub znaki rozpoznawcze na pociskach		SUBSTANCJE CHEMICZNE	UŻYWANE W
Niemieckie	Angielski odpowiednik		
T-Stoff	Substancja T	Bromek ksylitu albo bromek benzylu	Artylerji
T-grün	Zielona substancja T	Bromek ksylitu+ketony brometyl-etylu	Artylerji
K-Stoff	Substancja K	Chloromrówczan chlorometylowy	Artylerji i moździerzach okopowych
C-Stoff (K2-Stoff).	Substancja C (Substancja K2)	Chloromrówczan trójchlorometyl.	Artylerji i moździerzach okopowych
B-Stoff	Substancja B	Ketony bromometyl-etylowe	Moździerzach okop.
D-Stoff Grünkreuz	Substancja D Zielonego Krzyża	Fosgen	Moździerzach okop.
		Chloromrówczan trójchlor-metylowy; albo ketony bromometylo-etylowe; lub też chlorek fenyla karbilaminy	Artylerji
	B. Zielony Krzyż (Pocisk oznaczony podwójnym lnb Lotaryngskim zielon. krzyżem).	Fosgen + wielki ładunek trotylu B.	Artylerji
Grünkreuz 1	Zielony Krzyż 1	Chloromrówczan - trójchlor - metylowy — chloropikryna	Artylerji
Grünkreuz 2	Zielony Krzyż 2	Fosgen + chloromrówczan-trójchlor-metylowy + chloroasina dwufenylowa	Artylerji

Blaukreuz	Błękitny Krzyż	Dwuetyl-chloroarsina lub sama + dwufenyl-cjanoarsina, albo N karbazol etylowy. We wszystkich wypadkach wielki ładunek wybuchowy.	Artylerji
Gelbkreuz	Żółty Krzyż	Siarczek dwuchloro etylu + 15 do 20% rozpuszczalników, naprzykład czterochlorek węgla, chlorobenzen, nitrobenzen	Artylerji i moździerzach okopowych
	Żółty Krzyż (Pocisk oznaczony podwójnym lub Lotaryngskim żółtym krzyżem)	Siarczek dwuchlor-etyle rozpuszczalniki + wielki ładunek trotylu	Artylerji
Gelbkreuz 1 (nazwany ponownie Grünkreuz 3, w lipcu, 1918 roku)	Żółty Krzyż 1 nazwany ponownie Zielony Krzyż 3, w lipcu 1918)	Dwuchloroarsina - etylowa + eterdwuchloroetylowy lub dtto + arsina etylodwubromowa	Artylerji

Zawartość pocisków gazowych w artylerji austryjackiej

Szyfrowana nazwa lub znaki rozpoznawcze na pociskach		SUBSTANCJA CHEMICZNA
Niemieckie	Angielski odpowiednik	
C-Stoff	Substancja C	Bromek cjanu
B-Stoff	Substancja B	Bromaceton
	Substancja CB	Bromek cjanu + bromaceton; lub ketony brom-metyl-etylowe; albo bromek cjanu + ketony brom-metyl-etylowe

Zawartość niemieckich gazowych bomb dla gazowych miotaczy bomb

Fosgen

Fosgen + chloro-mrówczan trój-chlorometylowy + chloropikryna

Fosgen + chloro-pikryna

Mieszanina mniej więcej w równych częściach dwufenyl-chloroarsiny i trotylu

Zawartość niemieckich gazowych granatów ręcznych

Typ granatu	Znak rozpoznawczy	SUBSTANCJA CHEMICZNA
Granat kullsty	Czerwone „B"	Ketony bromo-metylo-etylowe
Granat kulisty	Czerwone „C"	Chloro sulfonian metylowy + 5% siarczanu metylowego
Granat (stick)	Błękitne „C"	Chloroarsina dwufenylowa + trotyl

Uwaga: Używano również w celu wytwarzania dymu kulistych szklanych granatów ręcznych napełnionych kwasem chlorsunfonowym.

Okres czasu	Sposób używania gazu	Gaz użyty	Indywidualna obrona wojska
1. Kwiecień i maj 1915 r. (6 ataków)	Cylindry (t. j. obłoki gazowe)	Chlor	Na początku żadna; w ostatnim ataku maski zrobione z odpadków bawełny
2. Kwiecień 1915 r. do lipca 1916	Pocisk gazowy	Lakrymatory naprz. bromek ksylylu	Na początku żadna, następnie kolejno — maski z odpadków bawełny, okulary, hełmy z tkaniny (Hypo, P, PH i PHG), dla poszczególnych jednostek nieznaczna ilość wielkich masek pudełkowych
3. Grudzień, 1915 r. do sierpnia 1916 r. (6 ataków)	Cylindry	Chlor i fosgen	Hełmy z tkaniny (P w grudniu PH albo PHG); dla poszczególnych jednostek nieznaczna ilość wielkich masek pudełkowych
4. Lipiec, 1916 r. do lipca, 1917 r. (okres pocisków bojowych)	Pocisk gazowy	Fosgen, dwufosgen, chloropikryna również lakrymatory	Najpierw hełmy PH albo PHG. Następnie zaczęto stosować przy końcu sierpnia 1916 r. małe maski pudełkowe zaopatrzono w nie wszystkie jednostki bojowe na wiosnę 1917 roku.
5. Lipiec, 1917 r. do końca wojny (okres gazu musztardowego)	Pocisk gazowy	Żółty krzyż (iperyt), zielony krzyż (fosgen), dwufosgen, chloropikryna + w niektórych wypadkach chlor-arsiny), błękitny krzyż (chlor-arsiny + znaczny ładunek H. E.)	Małe maski pudełkowe (zawierały one zaczynając od kwietnia 1917 r. sączek dla usuwania substancyj stałych istniejących w stanie rozproszonym w obłokach gazowych)
6. Grudzień 1917 r. do maja, 1918 r. (16 bombardowań)	Miotacze	Fosgen, dwufosgen, chloropikryna, chlor-arsiny	Małe maski gumowe

na rynku. Najlepszym sposobem otrzymywania chloru, jest elektrolityczna dysocjacja nasyconego i oczyszczonego roztworu zwykłej soli. Wielkie powinowactwo chemiczne chloru przejawia się głównie tylko w obecności wilgoci, która widocznie działa tu jako katalizator. Gdy chlor osuszymy z możliwie największą dokładnością, straci on prawie zupełnie swe powinowactwo chemiczne nawet do tak czynnych pierwiastków, jak fosfor, sód, żelazo i t. p. Dzięki temu osobliwemu zachowaniu się chloru, można go przechowywać po dokładnem osuszeniu, t. j. po usunięciu nawet śladów pary wodnej w stanie ciekłym w zwykłych stalowych cylindrach. Niekiedy otrzymujemy balony z chlorem nadżarte, nadżarcie to powstaje wskutek nieznacznego przeciekania ciekłego chloru przez zawor podczas drogi, a wtedy uchodzący chlor w obecności wilgoci, znajdującej się zawsze w powietrzu, łączy się z metalem. W medycynie używa się chloru do sterylizowania wody i do otrzymywania roztworu Dakina. Należy zapamiętać, że nadżarcia metalu są wywoływane przez chlor, a nie przez zanieczyszczenie chloru.

FOSGEN.

Fosgen ($COCl_2$), jest tlenochlorkiem węgla. Nazwano go fosgenem ponieważ początkowo wyrabiano go z tlenku węgla i chloru pod wpływem światła (Phos—światło i genein—powstawać). Fosgen wrze przy 8.2° C., a zamarza przy —75° C.; jest zatem przy zwykłej temperaturze gazem. Jest bezbarwny, posiada charakterystyczny zapach, opisywany jako zapach spleśniałego siana, zielonego zboża lub zielonych jabłek. Hydrolizuje z łatwością, odszczepiając kwas solny. Ciężar drobinowy fosgenu wynosi 99, a powietrza 28.95, a zatem gęstość fosgenu w stanie gazu w porównaniu do powietrza, wynosi 3,505. Wskutek tej wysokiej gęstości pary, fosgen ściele się po ziemi, wypełnia wąwozy, okopy i schrony, chyba, że uniosą go ku górze prądy powietrza, wywołane przenoszeniem ciepła. Ponieważ fosgen jest przy zwykłych warunkach gazem, jest on w rzeczywistości nietrwały i znika z danej miejscowości z szybkością wiatru, wiejącego w tem miejscu.

Fosgen posiada wysoką prężność pary, wahającą się od 335 mm. Hg przy —13.7° do 760 mm. Hg przy 8.2° C., temperatura ta jest zarazem jego punktem wrzenia. Im większą

będzie prężność pary gazu, tem większą będzie jego ilość w danej ilości powietrza. Ilość pary fosgenu, obecna w jednym litrze powietrza nasyconego nim, wynosi 2.1 grama przy — 13.7° C., czyli 2100 miligramów na litr. Ponieważ już 1 mgm. fosgenu na litr powietrza jest już dawką śmiertelną przy działaniu gazu trwającem dłużej niż kilka minut, widzimy z tego, że można osiągnąć trujące stężenia fosgenu nawet przy pogodzie chłodnej i słabym wietrze, wskutek jego wielkiej jadowitości i szerokich granic pomiędzy teoretycznie osiągalnem, najwyższem stężeniem a dawką śmiertelną. Jest to jeden z najsilniej działających środków drażniących płuca. Gdyby nie to, że maska daje całkowite zabezpieczenie przeciw niemu, żadna armja nie ostałaby się wobec tego gazu. Zatrucia tym gazem, zdarzające się podczas całego trwania wojny, były spowodowane przeważnie tylko brakiem dyscypliny obrony gazowej w szeregach walczących.

Własności chemiczne. Fosgen, przy zwykłych temperaturach i braku wilgoci, jest związkiem dość stałym. W zetknięciu się z wodą, fosgen ulega szybko hydrolizie, zwłaszcza przy podwyższonej temperaturze, tworząc dwutlenek węgla i kwas solny, zgodnie z równaniem następującem:

$$COCl_2 + H_2O = 2HCl + CO_2$$

jest to najważniejsza własność fosgenu. Ponieważ powietrze zawiera zawsze mniej lub więcej wody, więc rozmiar zachodzącej hydrolizy fosgenu jest wprost proporcjonalny do wilgotności atmosfery. Stąd wynika, że fosgenu nie można stosować z powodzeniem w czasie mglistej lub deszczowej pogody. Fosgen przeżera żelazo i stal, wskutek tworzenia się kwasu solnego i może również uszkodzić odzież. Działanie trujące fosgenu polega prawdopodobnie również na wydzielaniu się kwasu solnego w płucach.

Zasady oddziaływują z fosgenem, tworząc chlorki i węglan w sposób następujący:

$$COCl_2 + 4NaOH = 2NaCl + Na_2CO_3 + 2H_2O$$

Tlenek wapnia oddziaływuje w sposób podobny. „Wapna sodowego“ t. j. mieszaniny wodorotlenku sodowego z wodorotlenkiem wapnia używa się jako pochłaniacza w masce gazowej. Amonjak natomiast reaguje z fosgenem, tworząc mocznik i kwas solny w sposób następujący:

$$COCl_2 + 2NH_3 = CO(NH_2)_2 + 2HCl$$

Fenol (C_6H_5OH) reaguje z fosgenem na dwa różne sposoby, zależnie od ilości obu oddziaływujących substancyj; jedna cząsteczka fenolu z jedną cząsteczką fosgenu tworzy chloromrówczan fenylu, $ClCO\text{-}OC_6H_5$ pochodny kwasu mrówkowego $HCO\text{-}OH$, a z dwoma cząsteczkami fenolu tworzy fosgen węglan fenylu $CO(OC_6H_5)_2$. Dla tej przyczyny sprzymierzeńcy w swych pierwszych maskach używali dla pochłaniania fosgenu najpierw soli sodowej fenolu C_6H_5ONa. Używano również w tym celu urotropiny, czyli heksametyleno czteroaminy $(CH_2)_6N_4$. Jednak wapno sodowane jest lepsze, skuteczniejsze i tańsze.

Fosgen rozpuszcza się z łatwością w różnych olejach węglowodorowych, takich, jak benzen C_6H_6, toluen $C_6H_5CH_3$ i t. p.

Fosgen w stanie płynnym niszczy gumę. Płynny Fosgen może również rozpuszczać znaczne ilości innych substancyj trujących. I tak przy 0^0 C. rozpuszcza on 6.6 procent chloru, a przy -15^0 C rozpuszcza 25:57 procent chloru. Iperyt, chloropikryna, dwufenylo-chloroarsina, oraz inne związki trujące rozpuszczają się również w fosgenie. Niektórych z tych mieszanin używano w czasie wielkiej wojny, a zwłaszcza mieszanin chloropikryny i fosgenu. Ponieważ chloropikryna wywołuje podrażnienie spojówek, górnych dróg oddechowych i wymioty, używano tej mieszaniny w przypuszczeniu, że działanie to zmusi żołnierza do zdjęcia maski i w ten sposób ułatwi działanie bardziej trującemu fosgenowi. Ta mieszanina nie okazała się jednak korzystną w użyciu, wobec czego rozpoczęto poszukiwania mieszanin bardziej skutecznych.

Istnieją różne sposoby dla wykrywania w powietrzu niewielkich ilości fosgenu. Wojska brytyjskie używały w tym celu kawałka papieru, nasyconego poniżej podanym roztworem i osuszonego:

5 gramów paradwumetyloaminobenzaldehydu $(CH_3)_2N:C_6H_4:CHO$
5 gramów dwufenyloaminy $(C_6H_5)_2NH$
100 $cm.^3$ alkoholu.

Papier ten, pierwotnie biały, wystawiony w ciągu 15 sekund na działanie powietrza, zawierającego nieznaczne ilości fosgenu, nabiera odcieni barwy żółtej, aż do pomarańczowej, zależnie od stężenia fosgenu. Można w ten sposób wykryć obecność jednej części fosgenu na miljon części powietrza, czyli 0.004 mgm. na litr. W koncentracji 50 części fosgenu na mi-

Biblioteka Naukowa

ljon części powietrza, czyli 0.207 mgm. na litr, papier nabiera ciemno-pomarańczowej barwy w ciągu 15 sekund. Chlor i kwas solny oddziaływują również na ten papier, tak, że nie jest to specyficzna próba na fosgen. Próby takie znajdują zastosowanie w wypadkach, kiedy należy zadecydować, czy można z całem bezpieczeństwem zdjąć maskę. Papier taki, należy przechowywać w uszczelnionem pudełku, zabezpieczającem go również od działania światła, na które jest on bardzo wrażliwy.

Dla wykrycia obecności fosgenu można również używać lampy. Jako paliwa używa się alkoholu, a w płomieniu zawiesza się drut miedziany, powietrze przepuszcza się u podstawy lampy, przechodzi ono dokoła płomienia i miedzianego drutu, i jeżeli fosgen znajduje się w powietrzu w ilości 0.3 mgm. na litr, płomień nabiera wyraźnego zielonego zabarwienia.

Palit. Gdy alkohol metylowy poddamy reakcji z kwasem mrówkowym, utworzy się ester metylowy kwasu mrówkowego:

$$CH_3OH + HCOOH = HCOOCH_3 + H_2O$$

a gdy produkt ten poddamy działaniu chloru, wtedy dwa atomy chloru zostają wprowadzone do cząsteczki tego ciała, jeden do grupy metylowej, a drugi do grupy kwasu mrówkowego, tworząc w ten sposób chloromrówczan chlorometylu $ClCOOCH_2Cl$; ciała tego używali Niemcy pod nazwą K Stoff, a później Francuzi pod nazwą Palitu. Jest to żółta ciecz wrząca przy 105° C.

Działanie palitu jest bardzo zbliżone do działania fosgenu, jest on jednak cięższy i rozprasza się trudniej. Fosgen jest mniej więcej trzy razy bardziej trujący od palitu.

Superpalit-dwufosgen. Gdy chloromrówczan metylowy, poddamy całkowitemu chlorowaniu, utworzy się chloromrówczan trójchlormetylu ($ClCOOCCl_3$). Związek ten jest cieczą oleistą, wrzącą przy 128° C. Zwano go powszechnie dwufosgenem, ponieważ jego empiryczny wzór $C_2O_2Cl_4$ jest podwójną formułą fosgenu $COCl_2$. Nie istnieje jednak żadna zależność chemiczna pomiędzy fosgenem, czyli chlorkiem karbonylu a superpalitem, czyli chlorowrówczanem trójchlorometylowym. Superpalit jest również znacznie cięższy od fosgenu. Jest on mniej więcej równie silnie trujący jak fosgen i jest w dodatku silnym lakrymatorem. Pomijając jego własności łzawiące,

objawy, jakie wywołuje superpalit, są mniej więcej takie same, jakie wywołuje fosgen. Zarówno palit, jak i superpalit, wywołują obrzęk płuc i na tem polega ich działanie trujące.

CHLOROPIKRYNA.

Chloropikrynę, o wzorze CCl_3NO_2, można uważać za pochodną chloroformu, otrzymaną przez podstawienie grupy nitrowej na miejsce wodoru, wskutek czego właściwszem by było nazwanie je trójchloronitrometanem, lub nitrochloroformem. Nazwa chloropikryny pochodzi stąd, że obecnie w przemyśle otrzymuje się ten związek przez działanie chloru na kwas pikrynowy.

Czysta chloropikryna jest prawie bezbarwną oleistą cieczą, różniącą się mało swym wyglądem od wody. Produkt przemysłowy ma zlekka żółtawe zabarwienie, spowodowane przez zanieczyszczenia. Zapach jej jest charakterystyczny, ale nie przykry. W polu wykrywa się jej obecność przedewszystkiem dzięki drażniącemu działaniu, jakie wywiera ona na oczy.

Chloropikryna wrze przy 112° C. i zamarza przy —69° C. Jest ona nieco rozpuszczalna w wodzie; 100 cm.³ wody rozpuszcza około 0.14 grama chloropikryny pomiędzy 0° a 26° C., podczas gdy 100 cm.³ chloropikryny rozpuszcza tylko 1 cm.³ wody przy 26° C. Chloropikryna jest cięższą od wody, a zmieszana z wodą, tworzy pod nią warstwę oddzielną. Ciężar właściwy chloropikryny jest następujący:

TEMPERATURA	CIĘŻAR WŁAŚCIWY
°C.	
0	1.6923
10	1.6751
20	1.6576
30	1.6399
40	1.6221

Gęstość pary chloropikryny można obliczyć, dzieląc jej ciężar cząsteczkowy (164.4) przez objętość, zajmowaną przez jeden mol pary, przy warunkach wzorcowych (22.4), co równa się 7.35. Liczba ta podzielona przez wagę litra powietrza, przy warunkach podobnych (1.286) daje dla chloropikryny gęstość 5.7 w stosunku do powietrza. Obliczenie to nie jest zupełnie ścisłe, ponieważ chloropikryna, nie będąc gazem, nie zacho-

wuje się dokładnie według praw, wykrytych dla gazów, jednak będzie ono w przybliżeniu oddawać wartości rzeczywiste. Para chloropikryny jest za ciężką na to, by móc zająć miejsce powietrza we wszystkich zagłębieniach terenu. Ponieważ pukt wrzenia chloropikryny jest nieco wyższy od punktu wrzenia wody, ciśnienie pary jej będzie odpowiednio niższe od ciśnienia pary wodnej. I tak, jeżeli wybuchnie pocisk z chloropikryną, wtedy zawartość jego rozpyla się w powietrzu i znaczna część cieczy wyparowywuje natychmiast. Reszta cieczy opada na ziemię i wyparowywuje, zgodnie z jej właściwościami fizycznemi, nieco wolniej od wody, z szybkością zależną od temperatury.

Z liczb określających ciśnienie pary chloropikryny, można w następujący sposób obliczyć możliwie największe stężenie jej w powietrzu, przy danej temperaturze:

Temperatura	Ciśnienie pary	Największe stężenie na 1 litr powietrza
°C.	*mm.*	*mgm.*
0	6.9	57.5
10	10.8	104
15	14.1	136
20	16.9	184
30	30.5	295
50	80.7	748

Ponieważ 15 minutowe działanie pary chloropikryny o stężeniu wynoszącem 2 mgm. na litr, już powoduje śmierć, widzimy z tego, że istnieją szerokie granice pomiędzy największem możliwem stężeniem a dawką śmiertelną.

Stosowano częstokroć mieszaninę chloropikryny z fosgenem. I tak, w mieszaninie, zawierającej 75 procent chlorpikryny i 25 procent fosgenu, fosgen zwiększa własności trujące chloropikryny. Taka mieszanina, prócz objawów, jakie daje fosgen, wywołuje łzawienie i wymioty. Jeżeli przed włożeniem maski człowiek wchłonie znaczniejszą ilość mieszaniny, to wystąpią nudności i wymioty, które uniemożliwią następnie użycie maski, i wówczas bardziej trujący fosgen może wywrzeć swe śmiertelne działanie.

Chloropikryna jest związkiem stałym. Nie ulega ona hydrolizie pod działaniem wody, ani też nie ulega działaniu kwasów mineralnych, wodnego roztworu wodorotlenku sodowego,

ani amonjaku. Jeżeli ją zmieszamy z roztworem siarczanu sodowego, wtedy dwa atomy chloru w chloropikrynie zostaną zastąpione przez dwie grupy SO_3H, a jeden atom chloru przez atom wodoru. Reakcja ta przebiega tak dlatego, że siarczyn sodu w ciągu działania ulega częściowej hydrolizie w sposób następujący, dając kwaśny siarczyn sodowy i wodorotlenek sodu:

$$Na_2SO_3 + H_2O = NaHSO_3 + NaOH$$

Reakcja ta jest odwracalną i przebiega w ten sposób aż do osiągnięcia równowagi między ciałem wyjściowem i produktami reakcji. Reakcję chloropikryny i siarczynu sodowego możemy wyrazić w sposób następujący:

$$CCl_3NO_2 + 3Na_2SO_3 + H_2O = CHNO_2(SO_3Na)_2 + 3NaCl + NaHSO_4$$

Reakcja ta zachodzi z taką łatwością, że używają jej dla określenia stężenia chloropikryny w powietrzu. Określenie dokonuje się w sposób następujący: Określoną ilość mieszaniny pary chloropikryny, powietrza i obojętnego roztworu siarczanu sodowego, wstrząsa się aż do chwili, w której mieszanina gazów zostanie całkowicie pochłonięta przez płyn, wtedy oznacza się ilość utworzonego chlorku sodowego. Na podstawie tego, można z łatwością obliczyć ilość chloropikryny zawartej w ilości badanego powietrza. Reakcją tą można się również posługiwać przy niszczeniu chloropikryny, którą może być obryzgany rynsztunek, lub któraby została wypadkiem rozlana w czasie przewozu lub magazynowania. Do tego celu używa się około 50% rozczynu siarczynu sodowego w alkoholu. Obryzgany rynsztunek można również wytrzeć strzępem płótna zwilżonym we wspomnianem wyżej rozczynie siarczanu sodowego, należy jednak wiedzieć o tem, że siarczyn sodowy odbarwia tkaniny.

TOKSYCZNOŚĆ WZGLĘDNA.

Następująca tablica podaje śmiertelne stężenia przy 30 minutowem działaniu chloropikryny w stosunku do toksyczności chloru i fosgenu:

	Chlor	Fosgen	Chloropikryna
Miligramów na litr	3.0	0.36	0.8

Widzimy zatem, że chloropikryna jest mniej więcej cztery razy bardziej trująca, niż chlor, podczas gdy fosgen jest dziesięć razy bardziej trujący niż chlor.

OBJAWY ZATRUCIA CHLOREM.

Wdychanie niskich stężeń chloru w powietrzu (1:10.000) wywołuje silne podrażnienie górnych dróg oddechowych, kaszel i duszność. Przy wielkich stężeniach, śmierć następuje bardzo szybko. Podrażnienie może wywołać zapaść i utratę przytomności wskutek działania odruchowego. Przy sekcjach ofiar falowego ataku chloru, nie znajdowano u niektórych zmarłych żadnych uszkodzeń płuc, nie jest to jednakże objawem stałym. W innych zaś wypadkach ludzie zaskoczeni falą chloru, doznają gwałtownej duszności, wciągają głęboko powietrze w płuca, padają, nie mogą się podnieść i po kilku minutowej agonji umierają. Twarz ludzi zmarłych w ten sposób jest prawie czarna, usta mają odcień zielonawo-błękitny, a skóra odcień zielony. Jeżeli się przystąpi natychmiast po śmierci do autopsji, to stwierdzić można, że naczynia krwionośne obwodowe nie zawierają krwi. Płuca są skurczone i wypełniają jedynie jedną trzecią część klatki piersiowej. Są zielonawo-szare i posiadają konsystencję gumy. Przy przecięciu płuca te są suche i kruche i nie zawierają krwi, na powierzchni przecięcia mają one ten sam zielonawo-szary odcień, co i na zewnętrznej powierzchni, tchawica i oskrzela są również suche i szare, mięsień sercowy jest również suchy. Prawa komora serca jest rozszerzona i zawiera krew zgęstniałą, która barwi ręce na bronzowo i ma reakcję trochę kwaśną. Inne narządy znajdują się w stanie normalnym. W tych wypadkach płuca są tak uszkodzone, iż nie mogą rozszerzać się i śmierć następuje natychmiast wskutek niemożliwości oddychania.

W większości wypadków zatrucia, spowodowanego mniejszemi, lecz jeszcze śmiertelnemi stężeniami, przebieg choroby bywa nieco odmienny. Pierwsze objawy są takie same, pieczenie w gardle, kaszel i duszność. Duszność jest wybitna, chory nie może mówić i przy pomocy dodatkowych mięśni oddechowych z całych sił walczy z dusznością i pomimo tego nawet, że zostanie przeniesiony do środowiska świeżego powietrza, to stan jego stale się pogarsza i wreszcie umiera w przeciągu dwudziestu minut,

godziny lub też po upływie doby. W takich wypadkach śmierć bywa spowodowana ostrym obrzękiem płuc. W miarę, jak się obrzęk płuc rozwija, brak tlenu wywołuje ból głowy, uczucie osłabienia w nogach i wielkie wyczerpanie. Nawet w łagodniejszych wypadkach wyczerpanie i zmęczenie czyni ludzi zatrutych, niezdolnymi do dalszej walki. Przy badaniu osłuchowem stwierdzić można na całej przestrzeni klatki piersiowej drobne rzężenia, spowodowane obrzękiem płuc, oraz świsty i gwizdy pochodzące z oskrzeli. Stanowi temu towarzyszy zwolnienie tętna i obniżenie temperatury ciała. Twarz jest sina, a pozycja chorego jest charakterystyczną dla człowieka chwytającego z wysiłkiem powietrze. Oddech jest gwałtowny, częstokroć dochodzi do czterdziestu oddechów na minutę, towarzyszy im duszący kaszel i wykształtuszanie pienistej, żółtawej, surowiczej cieczy. W niektórych wypadkach ciecz ta wydzielała się tak obficie, że wypływała ona z ust zatrutego wówczas, gdy naskutek obniżenia noszy, głowa jego znajdowała się na niższym poziomie, niż nogi. Niekiedy w ciągu 24 godzin wydzielało się 80 do 120 gr. tej cieczy. W wypadkach mniej gwałtownego zatrucia, stan duszności trwać może od kilku do 36 godzin i w miarę jak obrzęk płuc ustępuje, rozwija się stan zapalny, któremu towarzyszą zwykłe objawy zapalenia oskrzeli. Wydzielina staje się zielonawa, śluzowo ropna, temperatura podnosi się szybko, drobne tętno dochodzi do 160 uderzeń na minutę, a oddech jest przyśpieszony i płytki (60). W tym okresie, jednym z najsilniej wyrażonych fizycznych objawów jest zmniejszona rozszerzalność płuc, wywołana prawdopodobnie skurczem oskrzeli. Pacjent uskarża się na silny ból głowy i osłabienie, które trwać mogą kilka tygodni. Niekiedy występują objawy żołądkowo-jelitowe w postaci bólu w dołku podsercowym, mdłości, wymiotów (niekiedy krwawo zabarwionych) i biegunki. Wogóle ci zatruci, którzy przeżyli pierwsze 48 godzin, powracają zazwyczaj do zdrowia. Objawy zapalenia oskrzeli mogą trwać kilka tygodni i w następstwie pozostawiają po sobie niejednokrotnie stałą rozedmę płuc. Czynność serca może przez dłuższy czas być nieregularną, a nieregularność akcji serca występuje przy najmniejszym wysiłku pacjenta, puls staje się przyśpieszony i dochodzi do stu lub stu dwudziestu uderzeń na minutę. Inne objawy, jak osłabienie, mogą trwać kilka tygodni, zależnie od silniejszego lub słabszego stopnia zatrucia. Ponieważ

jednak doświadczenie wykazało, że prawie wszyscy ci chorzy powracają do zupełnego zdrowia, powinno to pacjentom dodawać otuchy. Ponure prognozy czynione na początku wojny, gdy nie rozumiano jeszcze dokładnie działania gazu, stały się niewątpliwie przyczyną licznych wypadków neurastenji.

ANATOMJA PATOLOGICZNA ZATRUCIA CHLOREM.

Anatomja patologiczna wszystkich wypadków zatrucia zmieniała się znacznie wraz z czasem, jaki upłynął od chwili zagazowania aż do śmierci, lecz zmiany powstałe po zatruciu środkami chemicznemi drażniącemi płuca, bywały silniej wyrażone, gdy śmierć następowała dopiero po upływie 24 godzin.

Zmiany spotykane w wypadkach śmierci, która nastąpiła w ciągu 24 godzin od zatrucia są następujące:

Ciało. Oględziny zewnętrzne wykazują zaczerwienienie oczu wskutek ostrego zapalenia spojówki wraz z ropną wydzieliną, z ust wypływa pienista ciecz. Zmiany pośmiertne występują wcześnie i mogą być już wybitnie zaznaczone.

Jama brzuszna. Narządy jamy brzusznej, są silnie przekrwione, a żyła próżna i jej odnogi są b. silnie wypełnione krwią.

Klatka piersiowa. Płuca są olbrzymie i często występują poza linję środkową, powierzchnia opłucnej jest napięta i lśniąca. Konsystencja płuc jest jędrna, płuca nie zapadają się, na powierzchni są widoczne odciski żeber. W jamie opłucnej i w śródpiersiu znajdujemy zazwyczaj dużą ilość cieczy, dochodzącą niekiedy do kilkuset cm.^{3}.

Przy otwarciu tchawicy i oskrzeli wypływa z nich pienista ciecz. Błona śluzowa tchawicy jest zaczerwieniona i rozpulchniona, jej naczynia krwionośne są silnie nastrzykane krwią, niekiedy na powierzchni błony śluzowej stwierdzić można wysięk włóknikowy. Po wyjęciu płuca zachowują swój kształt i są zazwyczaj wypełnione cieczą, mają konsystencję ciasta i są prawie zupełnie pozbawione powietrza. Powierzchnia ich jest pstra o purpurowym odcieniu, na tle którego rozsiane są zapadnięte ciemne plamy niedodmy i bardziej wzniesione ponad otoczenie ogniska rozedmy, posiadające barwę jasno-czerwoną. Częstokroć widać podopłucnowe wybroczyny krwawe. Przy przecięciu płuc wypływa wielka ilość cieczy ponieważ ich obrzęk

jest olbrzymi. Widzimy wyraźny obrzęk w tkance okołonaczyniowej, błona zewnętrzna naczyń bywa niekiedy znacznie rozszerzona przez płyn obrzękowy. Powierzchnia nacięcia płuc jest czerwona, przeświecająca i ma galaretową konsystencję. Naczynia krwionośne są rozszerzone i napełnione krwią. W ciągu drugiej połowy pierwszych dwudziestu czterech godzin spotykamy niekiedy małe ogniska zapalenia zrazikowego płuc.

Serce jest w rozkurczu, komory serca są rozszerzone, lecz zazwyczaj rozszerzenie prawej komory jest znaczniejsze, tak że częstokroć wystaje ona ponad lewą. Wsierdzie jest zwykle normalne,lecz często widać w niem wybroczyny.

Zmiany mikroskopowe. Błona śluzowa tchawicy i grubszych oskrzeli jest obumarła i częstokroć już oddzielona, tak, że w świetle tchawicy znajdujemy luźne jej strzępki, a w późniejszym okresie może się ona oddzielić całkowicie. We wcześniejszym okresie niema jeszcze reakcji komórkowej, ale po upływie 12 godzin nagromadzają się już leukocyty, wydziela się włóknik i wtedy mamy typowy obraz martwicy skrzepowej. Silna reakcja zapalna obejmuje częstokroć całą ściankę oskrzeli i sięga aż do tkanek około oskrzelowych. Podobne zmiany zachodzą i w drobnych oskrzelach, lecz są one słabiej wyrażone. Stwierdzić można również rozszerzenia lub zwężenia drobnych oskrzeli. Te zmiany światła oskrzeli wraz z zamknięciem ich przez wysięk, tłomaczą nam spotykane ogniska niedodmy i rozedmy w obrazie sekcyjnym. W płucach spotykamy miejsca, w których ścianki pęcherzyków są po większej części przerwane i tworzą wielkie torby powietrzne, zawierające wyraźnie widoczne pozostałości po przegródkach pęcherzykowych. Odpowiada to jasnym plamom spotykanym na powierzchni płuc. W pozostałej części płuc rozmiar pęcherzyków jest normalny, lub też nieco zmniejszony, przyczem są one całkowicie wypełnione cieczą obrzękową, która krzepnie, gdy tkanka zostaje utrwaloną, niekiedy płyn ten przypomina koloid tarczycy, lub też ma wygląd ziarnisty. W niektórych wypadkach spotykamy w tym wysięku złuszczone komórki nabłonka pęcherzyków. Naczyńka włoskowate ścianek pęcherzyków są przepełnione krwią. Włóknik osadza się obficie po obu stronach ścianek pęcherzyków, przytem pasemka jego osadzają się na naczyńkach włosowatych, zaciskają je i tamują w nich obieg krwi. Przypuszcza się, że głównym czynnikiem powodującym rozszerzenie prawej

komory serca wraz z następowem zastojem w jamie brzusznej jest właśnie to zahamowanie w krążeniu małem. Podczas tego okresu, spotykamy niewielkie ogniska zapalenia zrazikowego, zlewanie się tych ognisk na większej przestrzeni występuje później. W pęcherzykach płucnych nie spostrzegamy zwykle krwinek czerwonych, za wyjątkiem ognisk, w których przyszło do krwawych wylewów. Jednakże już dość wcześnie możemy spotkać leukocyty wielojądrzaste w niewielkiej ilości, jako zjawisko występujące ogólnie, a nie jako zjawisko poprzedzające zapalenie zrazikowe płuc. W niektórych miejscach spotyka się martwicę ścianek pęcherzyków.

Reasumując więc: zasadnicze zmiany powodujące śmierć w ciągu 24 godzin wskutek zatrucia chlorem są następujące:

1. Ostre zapalenie tchawicy i oskrzeli rozwijające się stopniowo aż do całkowitego oddzielenia się błony śluzowej.

2. Przekrwienie i obrzęk wszystkich dróg oddechowych. Wielkie ogniska obrzęku płucnego występują obok ognisk rozedmy i niedodmy płuc.

3. Ostre rozszerzenie serca, z następowym zastojem w narządach jamy brzusznej.

W wypadkach śmierci, zdarzających nieco później, lub zgonów zachodzących w różnych odstępach czasu po upływie 24 godzin od zatrucia, cechą najwięcej charakterystyczną jest proces zapalny, który dołącza się do zmian opisanych powyżej. W tym okresie śmierć następuje zazwyczaj wskutek wtórnego zakażenia i zapalenia płuc. Jeżeli pacjent żyje dość długo, wysięk zapalny wchłania się w znacznym stopniu, lecz zarazem istnieje skłonność do powstawania marskości płuc. O ostatecznych wynikach zagazowania w tych wypadkach, w których następuje wyzdrowienie, pomówimy na innem miejscu.

DZIAŁANIE FIZJOLOGICZNE CHLORU.

Toksyczne działanie chloru na narząd oddechowy można streścić w sposób następujący:

1. Zmniejszanie się światła drobnych oskrzeli wskutek skurczu ich ścianek.
2. Zaczopowanie światła oskrzeli wysiękiem.
3. Zalanie pęcherzyków płucnych surowiczym wysiękiem.
4. Ostra rozedma płuc i poskórna rozedma szyi.

1. *Skurcz gładkich mięśni oskrzeli.* Chlor jest środkiem bardzo silnie drażniącym. Pierwszem działaniem chloru, gdy zostanie on wprowadzony do płuc, jest podrażnienie zakończeń nerwów czuciowych. Podrażnienie to jest tak gwałtowne, że powoduje silny ból i wywołuje skurcz mięśni oskrzelowych, zwężający światło oskrzeli, wskutek czego oddech staje się utrudniony. Podrażnienie krtani, tchawicy i oskrzeli wywołuje stały kaszel. Po pewnym czasie skurcz oskrzeli ustępuje i oddech staje się łatwiejszy, lecz kaszel trwa w dalszym ciągu.

2. Gwałtowne podrażnienie błony śluzowej dróg oddechowych, wywołuje jej reakcję zapalną i na znacznych przestrzeniach nabłonek obumiera. Wydziela się wysięk zapalny, mogą się również oddzielać kawałki śluzówki. Wszystkie te czynniki powodują zaczopowanie oskrzeli i wywołują uduszenie.

3. *Obrzęk płucny.* Gdy chlor przenika do dróg oddechowych, skurcz oskrzeli nie dopuszcza w pierwszych chwilach do tego, by gaz przenikał głęboko do płuc, lecz, jak widzieliśmy, skurcz ten przemija po niejakim czasie, a wówczas chlor przenika do pęcherzyków płucnych. Tu wywołuje on również silne podrażnienie, oraz zniszczenie nabłonka pęcherzykowego, wynikiem tego jest surowiczy wysięk, a wskutek zalania nim części płuc, czyni on je bezużytecznemi dla oddechowej wymiany gazów.

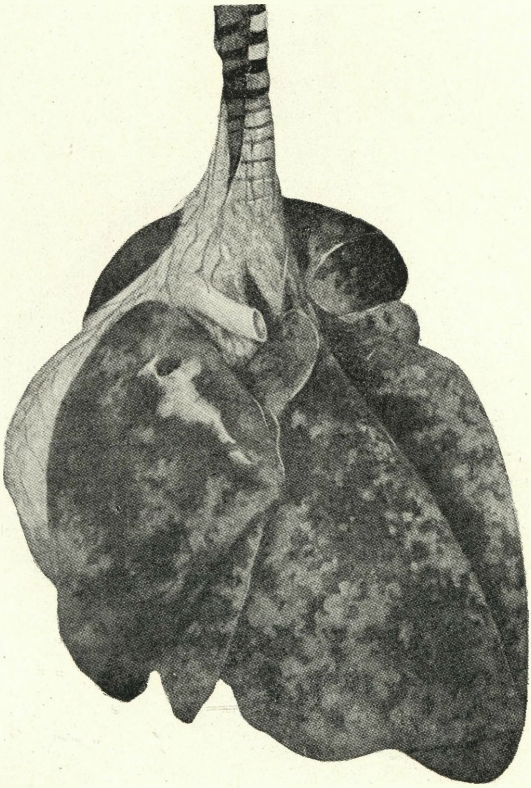
4. Ciągły kaszel rozrywa ścianki pęcherzyków, wtedy powietrze przenika do tkanki płucnej i może przejść przez wnękę płucną, aż do szyi, powodując podskórną rozedmę szyi.

Wynikiem tego stanu jest zahamowanie oddychania i duszność, której stopień zależny jest od ciężkości zatrucia i czasu, jaki upłynął od chwili zatrucia. Chory może przejść przez wszystkie te okresy i zacząć dusić się po upływie dwuch lub dwunastu godzin.

OBJAWY ZATRUCIA FOSGENEM.

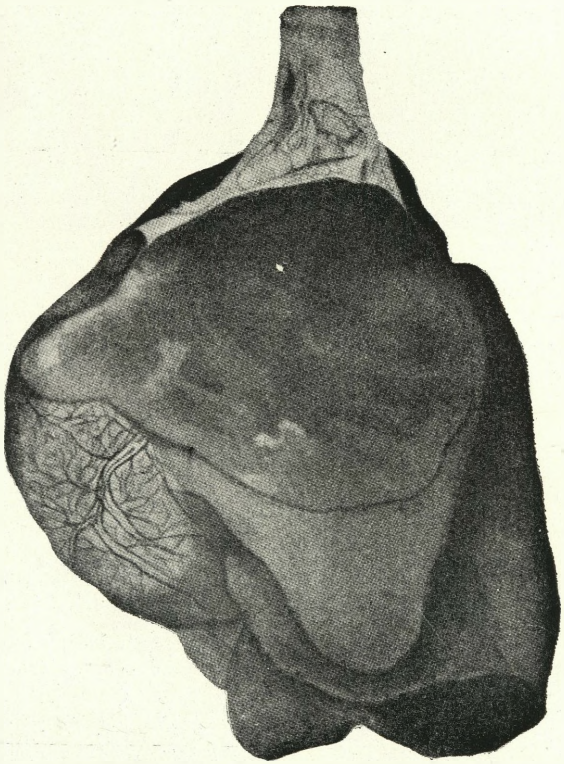
Objawy zatrucia fosgenem są zupełnie odmienne od tych, jakie daje chlor. Nawet przy wysokich stężeniach, fosgen wywołuje o wiele mniejsze podrażnienie górnych dróg oddechowych, tak, że po wydostaniu się na świeże powietrze, człowiek zatruty może nie mieć prawie żadnych objawów zatrucia, ale

Tablica 6.



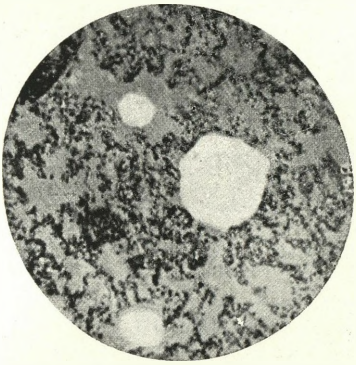
Płuca psa, który zginął we 12 godzin po zagazowaniu Fosgenem. Silny obrzęk wraz z ogniskami rozedmy.

Tablica 7.



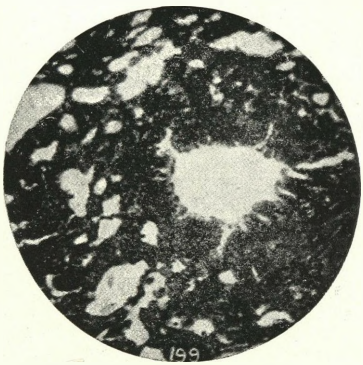
Serce i płuca psa, który zginął we 12 godzin po zagazowaniu chloropikryną. Silny bardzo obrzęk płuc, rozszerzenie płuc.

Tablica 15.



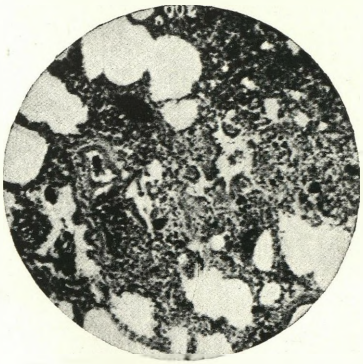
Fosgen

Śmierć nastąpiła po 24-ch godzinach. Obrzęk i przekrwienie.



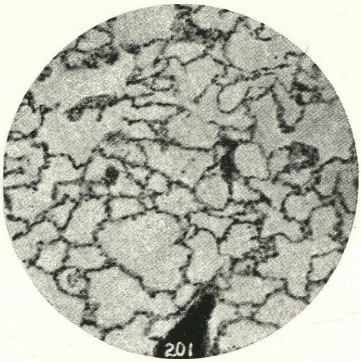
Fosgen

Zabito zwierzę po upływie 3-ch tygodni. Częściowa niedodma.



Fosgen

Zabito zwierzę po upływie 11 tygodni. Chroniczne zapalenie oskrzeli.



Fosgen

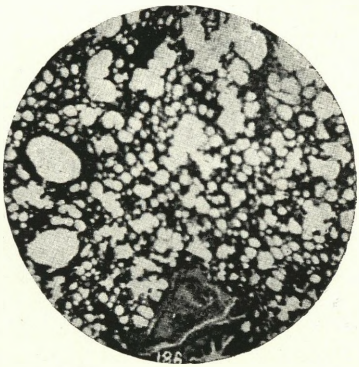
Zabito zwierzę po upływie 20 tygodni, powrót do normy.

Tablica 16.



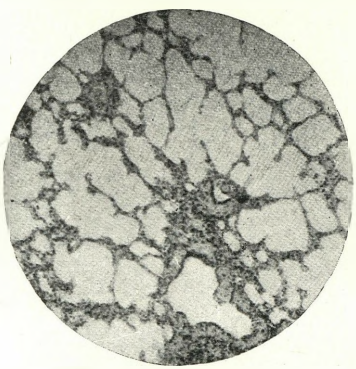
Chloropikryna

Śmierć nastąpiła po 9 godzinach. Przekrwienie, wybroczyny, obrzęk.



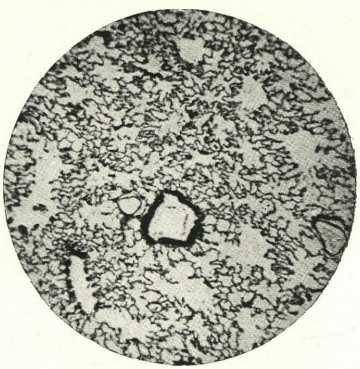
Chloropikryna

Zabito zwierzę po upływie dwuch tygodni. Częściowa niedodma.



Chloropikryna

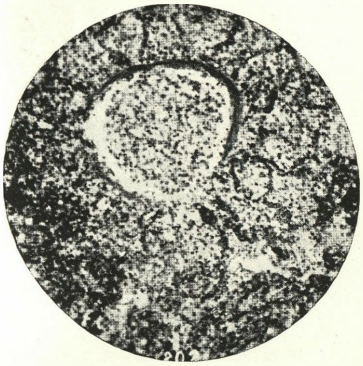
Zwierzę zabito po 26 tygodniach. Organizacja, zgrubienie ścianek pęcherzyków.



Chloropikryna

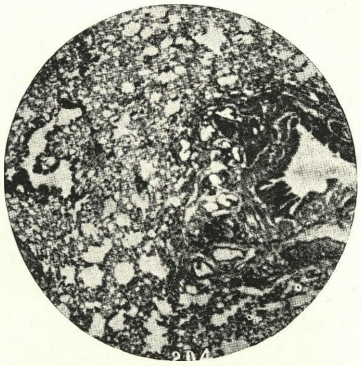
Zwierzę zabito po upływie 4 tygodni. Powrót do normy.

Tablica 17.



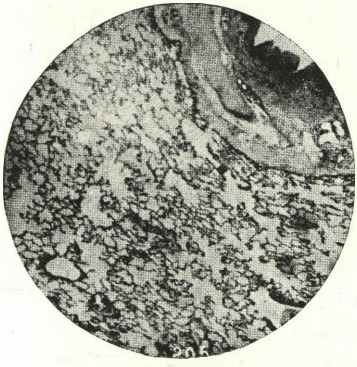
Iperyt

Śmierć nastąpiła po 8 dniach. Ropne zapalenie oskrzeli, zapalenie płuc, przekrwienie, wybroczyny.



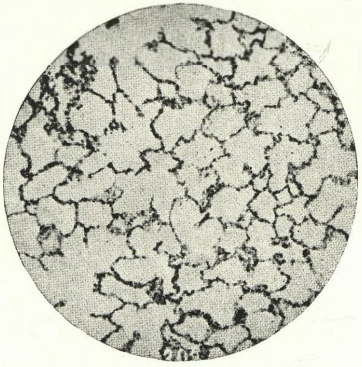
Iperyt

Zabito zwierzę po 7 tygodniach. Częściowy przerost nabłonka oskrzelowego, rozszerzenie gruczołów śluzówki.



Iperyt

Zabito zwierzę po 10 tygodniach. Przerost nabłonka oskrzelowego, rozszerzenie gruczołów śluzówki, pęcherzyki normalne.



Iperyt

Zwierzę zabito po upływie 16 tygodni. Wyzdrowienie.

po upływie krótszego lub dłuższego czasu, występują objawy obrzęku płucnego. Przytaczamy tu przykład takiego opóźnionego działania, które wystąpiło po wchłonięciu czystego prawie fosgenu, wyjątek „Offical iHstory of the War". Tom II, Londyn, 1923 r.

Dnia 3-go lutego 1917 roku, pewien chemik pracował nad nowym produktem chemicznym, gdy o godz. 1 ppoł. stojący na stole syfon fosgenu, potrzebny dla syntezy tej substancji, pękł nagle. Drugi pracownik będący naówczas w tymsamym pokoju widział jak żółtawy obłok gazu wzniósł się nad stolikiem blizko twarzy tamtego. Wtedy ów chemik z okrzykiem „jestem zagazowany" wybiegł z pokoju, a za nim opuścił również pracownię świadek nieszczęśliwego wypadku. W przyległym pokoju zatruty, nieco pobladły usiadł na krześle i dostał lekkiego kaszlu.

O godzinie 2.30 popoł., znajdował się on już w łóżku, w szpitalu, dokąd go przywieźli powozem, od chwili zatrucia pozostawał bez ruchu. Stan jego był zupełnie normalny, istniała tylko nieznaczna pobudliwość do kaszlu. Nie doznawał zupełnie uczucia niepokoju i rozmawiał swobodnie ze swemi przyjaciółmi, w ciągu przeszło godziny. Samopoczucie chorego było tak dobre, że po przyjęciu go do szpitala nie wzywano do niego wcale dyżurnego lekarza.

O godzinie 5.30 popoł. pacjent zaczął kaszleć i zaczął odpluwać plwocinę pienistą, twarz nabrała błękitnego odcienia dokoła ust. Stan jego pogarszał się szybko. Przy każdym ataku kaszlu wydzielało się dużo przejrzystej, żółtawej, pienistej cieczy, której zebrano około 250 gm. w przeciągu półtorej godziny. Poczem twarz pacjenta przybrała odcień szary, koloru popiołu (purpurową nie była zupełnie), chociaż tętno pozostało dość dobre. O godzinie 6.50 popoł. chory zmarł, bez silnych objawów duszenia się. Objawy podrażnienia były nieznaczne na początku, poczem nastąpiła przerwa w objawach, trwająca mniej więcej 4 godziny, a okres rozwoju ostatecznego, ciężkiego obrzęku płucnego, aż do chwili śmierci, trwał niewiele więcej, niż godzinę, pomimo to, że pacjent pozostawał stale w łóżku.

W polowych szpitalach chorzy, którzy po przybyciu swem, nie mieli poważniejszych objawów zatrucia, po najmniejszym wysiłku, jak naprzykład po opuszczeniu łóżka, dla udania się do ustępu, nieraz ulegali szybko wzmagającej się duszności, po której, w razie braku odpowiedniego leczenia, następowała sinica i śmierć. Wszelkie operacje, nawet bez znieczulania, pogorszały stan pacjenta, a nawet wywoływały nagłą śmierć wskutek ostrego napadu duszności.

Wypadki, w których występuje obrzęk płuc stopnia znacznego, dzielimy na dwie grupy:

1) *Sinica typu błękitnego.* W tych wypadkach duszność jest znaczna, wskutek wypełnienia żył krwią, twarz jest sina,

wargi i język mają błękitne zabarwienie i widać znaczne rozszerzenie powierzchownych żył twarzy, szyi lub piersi. Widocznem jest przyśpieszenie oddechu, jako skutek wysiłków, czynionych dla otrzymania większych ilości tlenu. Pacjent kaszle, przyczem wypluwa znaczne ilości surowiczej pienistej cieczy. Tętno wynosi zazwyczaj nieco więcej od 100 uderzeń na minutę, jest pełne i dobrze napięte.

2) *Sinica typu szarego.* Chorzy tego typu mają twarz bladą, koloru popiołu, wargi również blade, o barwie ołowianej i znajdują się w stanie ogólnej zapaści. Oddech ich jest szybki, ale płytki. Pomimo to, że płuca przepełnione są cieczą, kaszel jest nieznaczny, a plwocina wydziela się w nieznacznej ilości. Tętno jest bardzo szybkie, 130 do 150 uderzeń na minutę, przytem słabe i nieregularne. Ciśnienie krwi jest bardzo niskie. Są to wypadki, w których serce uległo rostrzeni ostrej aż do niedomogi i prognoza w tych wypadkach jest groźna. Większość wypadków zatrucia fosgenem, kończących się śmiercią, przechodzi przez ten okres. Cztery piąte wypadków tych ciężkich zatruć kończy się śmiercią w ciągu pierwszych 24 godzin. Niewielka tylko ich ilość umiera po upływie trzeciego dnia.

Obecność plwociny nie jest objawem stałym. Przy ostrym obrzęku płuc mogą wydzielać się znaczne ilości surowiczej, pienistej, krwią podbarwionej cieczy. Różowa piana spływa z ust i nosa i zbiera się nakształt krwawego grzyba na twarzy umierającego. W niektórych wypadkach jednak plwocina nie wydziela się zupełnie, chociaż płuca przy sekcji wykazują bardzo obfity obrzęk.

Jednak w przebiegu obrzęku płucnego plwocina należy do charakterystycznych objawów — i należy rozróżniać jej trzy warstwy:

1) Górną warstwę piany,

2) Średnią warstwę surowiczą,

3. Warstwę dolną, składającą się z klejowatej cieczy, konsystencji galarety z jabłek, która przylega do naczynia i może być koloru rdzawego, lub zawierać krwawe nitki.

W późniejszych stadjach schorzenia, w miarę rozwoju zapalenia oskrzeli, plwocina składa się z jednolitych mas śluzoworopnych. W tym okresie, lub po rozwoju zrazikowego zapalenia płuc, ukazują się liczne bakterje, wśród których spotyka się w dużej ilości gronkowce i pneumokoki.

ANATOMJA PATOLOGICZNA ZATRUCIA FOSGENEM.

Zmian patologicznych zatruć fosgenem w organizmie ludzkim nie dało się ustalić, ponieważ w polu używano zwykle mieszaniny różnych gazów. Dało się wszakże zaobserwować fakty następujące: ilekroć razy obrzęk płucny był wyraźny, jamy opłucnowe zawierały zazwyczaj nadmiar cieczy. Płuca po wyjęciu z klatki piersiowej, miały zwiększoną objętość i były ciężkie. W wypadkach typowych przeciętna waga prawego płuca wynosiła 1000 gramów, a lewego 875 gramów. Płuca miały jednolicie błękitnawe zabarwienie, lub też wykazywały kolejno to punkcikowate wybroczyny, to znów ogniska ostrej rozedmy płucnej. Przy przecięciu płuc, z powierzchni przecięcia wypływał obficie pienisty surowiczy płyn. Na powierzchni płuc stwierdzić można było kolejno to przestrzenie objęte rozedmą, to obrzękiem płucnym. Tchawica i oskrzele były zazwyczaj wypełnione rzadką, żółtawą lub krwią zabarwioną, pienistą cieczą. W błonach śluzowych krtani, tchawicy i oskrzeli niebyło zmian zapalnych, lub znajdowaliśmy je jedynie w słabym stopniu.

Żyły były przepełnione krwią, a serce, zwłaszcza prawa jego komora, znacznie rozszerzone. Często spotykaliśmy wybroczyny punkcikowate pod osierdziem. Ilość płynu w osierdziu była znacznie zwiększona.

Narządy jamy brzusznej były w stanie zastoju krążenia, a żyły były wypełnione krwią. Mózg i móżdżek były również przekrwione, a w wypadkach, w których śmierć następowała po kilku dniach stałej sinicy, widzieliśmy liczne punkcikowate wybroczyny na całej przestrzeni białej substancji mózgowej, co jej nadawało pstry wygląd. Zmiany te dają się najlepiej określić na zwierzętach.

Okres, w którym następuje zazwyczaj śmierć wskutek ostrego zatrucia fosgenem, wynosi ponad 48 godzin.

Objawy patologiczne, skonstatowane przy tych wypadkach śmierci, t. j. na skutek ostrego zatrucia, można streścić w sposób następujący:

Oględziny zewnętrzne. Przez nos i usta wydziela się pienista, krwią zabarwiona ciecz. Organizm traci tak znaczne ilości płynu, że jeżeli porównamy wagę zwłok psa, zatrutego przed sekcją z jego wagą przed zatruciem, to możemy stwierdzić

stratę 2 do 3 funtów (900—1400 gr.) wagi. Zmiany pośmiertne występują szybko.

Jama brzuszna. Przekrwienie i przepełnienie naczyń krwionośnych narządów jamy brzusznej jest objawem stałym. Wątroba jest silnie powiększona. Inne narządy są również przekrwione, lecz nie są dostrzegalnie powiększone.

Klatka piersiowa. Krtań, tchawica, oskrzela, napełnione są cieczą, lecz śluzówka tchawicy i większych oskrzeli ma wygląd normalny, z wyjątkiem lekkiego zaczerwienienia. Błona śluzowa mniejszych oskrzeli jest silnie przekrwiona. Płuca są ciężkie i b. dużej objętości, wypełniają one sobą całkowicie klatkę piersiową, a niekiedy zupełnie przykrywają serce. Są one całe pokryte plamami różowemi, ale główna masa płuc jest ciemno-czerwonego koloru. Te ciemno - czerwone przestrzenie mają powierzchnię lśniącą, galaretową konsystencję, a przy uciśnięciu ich, pozostają w nich zagłębienia. Są to przestrzenie, wypełnione cieczą obrzękową. Pola różowawe mogą się nieznacznie wznosić ponad powierzchnię, otaczającą, są trzeszczące i rozpoznajemy w nich ogniska ostrej rozedmy. Przy przecięciu wypływają z płuc wielkie ilości płynu, a powierzchnia przecięcia bywa zazwyczaj jednostajnie gładka i wilgotna.

Serce nie wykazuje zmian, wywołanych bezpośredniem trującem działaniem gazu, jak to ma miejsce przy zatruciach innemi gazami drażniącemi drogi oddechowe. Można jednakże stwierdzić w niem zmiany wtórne, powstałe jako następstwo procesów patologicznych, zachodzących w płucach. Jak naprzykład rozszerzenie serca całego, a zwłaszcza jego prawej komory. Często również zauważyć można wybroczyny pod wsierdziem. Innych zmian serce nie wykazuje.

Znaczniejsze zmiany mikroskopowe znajdujemy jedynie w płucach. Prawie wszystkie pęcherzyki są napełnione cieczą obrzękową. Wewnątrz pęcherzyków znajdujemy znaczne ilości złuszczonego nabłonka pęcherzykowego, zmieszanego często z rozmaitą ilością leukocytów i krwinek czerwonych. W wielu miejscach naczyńka włoskowate, otaczające pęcherzyki są pokręcone, rozszerzone i wypełnione krwią. Znaczne ilości włóknika znajdują tak się w pęcherzykach, jak i w ściankach pęcherzyków, tutaj leżą one na naczyńkach włoskowatych. I w tym właśnie obrazie widzimy anatomiczne przyczyny, wyjaśniające nam zahamowanie krwiobiegu płucnego, wraz z nastę-

powem rozszerzeniem prawej komory serca i przekrwieniem biernem w narządach jamy brzusznej. Gdzieniegdzie spotykamy ogniska rozedmy i tam pęcherzyki płucne nie są napełnione cieczą. Ścianki pęcherzyków bywają tu rozciągnięte, a niekiedy poprzerywane.

Widzimy zatem, że ostre zmiany, wywołane wskutek zatrucia fosgenem, powstają faktycznie jedynie tylko w płucach. Górne drogi oddechowe nie są uszkodzone. Stanowi to kontrast z działaniem chloru. Silny obrzęk i przekrwienie płuc wraz z towarzyszącem mu osadzaniem się włóknika, jest pierwotną przyczyną rozszerzenia serca i przekrwienia innych narządów.

Później może powstać stan zapalny oskrzeli, który rozszerza się aż do pęcherzyków i tworzy ogniska broncho-pneumonji. W większości wypadków jednak zatruci, którzy przetrwają pierwsze 48 godzin, powracają do zdrowia.

W celu zbadania rozwoju zmian patologicznych, powstających w ustroju po zagazowaniu, należy zatruć znaczną ilość zwierząt i zabijać je kolejno w różnych odstępach czasu od chwili zatrucia. Badania te przeprowadziło kilku badaczy. Dunn używał w tym celu kóz, Edkins i Tweedy królików a Laqueur i Magnus kotów.

Zazwyczaj po upływie mniej niż pół godziny od chwili zatrucia niezbyt wielkiem stężeniami gazu, niema w płucach zmian dostrzegalnych dla nieuzbrojonego oka. Po upływie pół godziny widzimy już, że środkowe pola zrazików płucnych w niektórych miejscach przedstawiają się jak czerwone punkty. Przyczyną tego jest początek obrzęku płucnego, a zaczerwienienie wywołane jest cieczą, która czyni tkankę bardziej przezroczystą, tak, że dzięki temu zabarwienie naczyń krwionośnych staje się bardziej widoczne dla oka. Do tych pierwszych śladów obrzęku płucnego, dołącza się wkrótce rozwój obrzęku w tkance międzypęcherzykowej. Przy badaniu histologicznem, obrzęk pęcherzykowy daje się zawsze rozpoznać po upływie pół godziny od chwili zatrucia, pod postacią ziarnistej treści, znajdującej się w pęcherzykach na przestrzeni całych płuc. Po upływie pół godziny można również stwierdzić uszkodzenie włoskowatych naczyń krwionośnych w ściankach przewodów przedpęcherzykowych i pęcherzykach. W okresach najwcześniejszych spotyka się naczyńka krwionośne skurczone i zawierające mało czerwonych krwinek, a znaczne ilości leuko-

cytów. Później w naczyńkach włoskowatych, znajdujących się w środku zrazika, tworzą się drobniutkie skrzepy, które z czasem zwiększają się i mogą zaczopować całkowicie światło tych naczyniek. Z drugiej strony, większość naczyniek włoskowatych pęcherzyków płucnych, położonych na obwodzie zrazika, wypełnia się silnie krwią i tam też powstaje zastój krążenia. A zatem najpierw występującem uszkodzeniem jest uszkodzenie siatki naczyń krwionośnych, wskutek czego ich ścianki stają się bardziej przepuszczalne. Uszkodzenie nabłonka pęcherzyków płucnych, na co wskazuje jego łuszczenie się, może być czynnikiem dodatkowym, wywołującym obrzęk, lecz zdaje się mało prawdopodobnem, by samo tylko uszkodzenie nabłonka mogło spowodować takie nadmierne przesiąkanie cieczy, jakie ostatecznie zachodzi. W ciągu kilku pierwszych godzin ilość cieczy, znajdującej się w pęcherzykach, jest nieznaczna. Wczesne ukazanie się obrzęku w ściankach międzyzrazikowych jest wskaźnikiem szybkości, z jaką taki nienormalny wysięk może zostać usunięty z pęcherzyków. Z miejsc wyżej położonych płyn zostaje usunięty z większą łatwością drogą naczyń chłonnych i oskrzeli. Lecz wkońcu, po upływie kilku dalszych godzin, ciecz wypełnia znaczne przestrzenie, wyłączając całkowicie dopływ powietrza. Ilość płynu obrzękowego, będącego w pęcherzykach płucnych, świadczy o tem, że dopływ jego jest większy od odpływu i jest różny u rozmaitych zwierząt. I tak, podczas, gdy dla jednych zwierząt śmierć następuje po upływie 12 godzin, przy stosunku wagi płuc do serca, poczynając od 1:4 lub 1:3, u innych zwierząt, zabitych po upływie 24 godzin, stosunek ten był o wiele wyższy, a obrzęk nie osiągał jeszcze pełni swego rozwoju.

FIZJOLOGICZNE DZIAŁANIE FOSGENU.

Wdychanie stężonego fosgenu wywołuje u zwierząt zmianę w ruchach oddechowych i wyraźnie zaznaczony skurcz mięśni oskrzelowych. Natychmiast po pierwszym wdechu, płuca pokrywają się na swej powierzchni brązowemi plamami. Po upływie kilku minut plamy te stają się większe i liczniejsze. Ruchy oddechowe zmniejszają się stopniowo i stają się wreszcie prawie niedostrzegalne. Obieg krwi ustaje bardzo szybko. Plamy brązowe, znajdujące się na powierzchni płuc, wykazują reakcję kwaśną. Przy mikroskopowym badaniu płuc stwierdzić można

skurcz wielkich naczyń krwionośnych i całkowite zamknięcie ich światła w niektórych miejscach. Oskrzela są również wyraźnie skurczone, światło ich przedstawia się na przekroju w postaci gwiazdy, są one pozbawione błony śluzowej. Pęcherzyki są puste, ściany ich obrzękłe, a naczyńka włoskowate wypełnione zlepionemi odbarwionemi, zniszczonemi krwinkami. Płynu obrzękowego niema. Jasnem jest, iż wynikiem takich uszkodzeń musi być natychmiastowa śmierć.

Śmierć, spowodowana wysokiemi stężeniami fosgenu, musi być oczywiście całkiem inna od śmierci, wynikłej wskutek wdychania fosgenu w średnich, lub niskich stężeniach. W pierwszym wypadku uszkodzenie jest tak wielkie, że płuca przestają nagle działać, a wstrząs ten wywołuje również ustanie krążenia krwi. Śmierć następuje po upływie kilku minut. Przy niskich zaś, lub średnich stężeniach, objawy zatrucia nie powstają natychmiast, a śmierć następuje ostatecznie wskutek stopniowego rozwoju obrzęku płucnego.

Przy takich stężeniach działanie fosgenu różni się od działania chloru. Fosgen nie wywołuje anatomicznego podrażnienia tchawicy i oskrzeli, a podrażnienie subjektywne jest o wiele mniej zaznaczone. Kaszel jest mniejszy, a rozedmy, wywołanej pęknięciem pęcherzyków, nie spotyka się zupełnie. Przytem wyniki zagazowania są o wiele bardziej zdradliwe w swem działaniu. Żołnierz po zatruciu fosgenem, znajdującym się w umiarkowanem stężeniu, czuje się na siłach do wykonywania w dalszym ciągu swej pracy podczas jednej lub dwu godzin, przytem objawy zatrucia są zupełnie nieznaczne, poczem nagle stan jego pogarsza się szybko, występuje silna sinica, która następnie przechodzi w stan szaro-białej zapaści i kończy się śmiercią. W ten sposób ludzie, którzy ulegli atakowi gazowemu i czuli się pozornie zupełnie dobrze w pierwszych chwilach po zatruciu, umierali nagle, po upływie kilku godzin, przy najmniejszym wysiłku fizycznym.

Toż samo działanie można obserwować u zwierząt, zatrutych średniemi stężeniami. W tych wypadkach można zauważyć w czasie zatruwania, lub wkrótce potem, nieliczne tylko objawy zatrucia. Kaszel jest nieznaczny. Oddech może być trochę przyśpieszony i nieco krótszy. Odruchów obronnych, jak np. skurczu śluzówki górnych dróg oddechowych nie ma. Od samego początku gaz dostaje się do płuc i tu rozwija

swe szkodliwe działanie. Po ukończeniu doświadczenia, nie daje się zauważyć u zwierząt żadnych objawów w ciągu kilku godzin. Po upływie 2 do 6 godzin, powstaje duszność. Utrudnienie oddechu staje się stopniowo coraz wyraźniejsze, a przy pełnym rozwoju choroby, ilość oddechów wynosi 80 do 100 na minutę. Śmierć w czasie ostrego okresu (t. j. w ciągu 24 do 48 godzin) jest spowodowana obrzękiem płucnym. Zmiany patalogiczne, powstające w płucach, jako wynik drażniącego działania fosgenu, opisaliśmy już powyżej.

Objawy choroby, którą mamy leczyć, dadzą się streścić w sposób następujący: obrzęk płuc zaczyna się rozwijać rychło po wchłonięciu umiarkowanych stężeń fosgenu, u niektórych zwierząt już po upływie dwuch godzin. Z początku obrzęk ten pozbawiony jest składników komórkowych, ale po upływie około 5 godzin, znajdujemy już nieliczne leukocyty, a później wysięk może już obfitować w komórki. Przy zatruciu fosgenem znajdujemy zrzadka tylko krwinki czerwone w wysięku, (podczas gdy przy zatruciu chlorem pokazują się one w znacznej ilości), poczem osadza się włóknik i powstają ogniska zrazikowego zapalenia płuc, a przy pełnym rozwoju choroby, uwagę naszą zwraca przedewszystkiem obraz obrzęku płucnego. Jeżeli śmierć nie zajdzie drugiego lub trzeciego dnia, płyn zostaje wchłonięty i nastąpi wyzdrowienie, o ile nie zajdą komplikacje, wywołane zrazikowem zapaleniem płuc.

Działanie drażniące fosgenu na błonę śluzową przy stężeniach, spotykanych w polu, jest nieznaczne, a cały obraz kliniczny powstaje wskutek zmian, zachodzących w miąszu płucnym, wskutek wtórnych zjawisk, mianowicie ciągle postępującego obrzęku płucnego. Dokładne wyjaśnienie działania fosgenu ma wielkie znaczenie, gdyż jeżeli uda się nam poznać jego działanie i wynaleźć sposoby leczenia go, wtedy będziemy mieli również podstawę do leczenia obrzęku płucnego, wywołanego przez jakikolwiek inny środek, drażniący płuca.

FIZJOLOGJA PATOLOGICZNA ZATRUĆ FOSGENEM.

I. Powstanie obrzęku płucnego.

Ważne zmiany, wywołane wskutek zatrucia fosgenem, dotyczą w rzeczywistości li tylko samych płuc. Przy badaniu zmian tych od samego ich początku, stwierdzić można, że już w pół

godziny od chwili zatrucia, można wykazać przy sekcji uszkodzenia naczyń włoskowatych. W pierwszej fazie zatrucia naczyńka włoskowate w ściankach pęcherzyków są wyraźnie skurczone i jakby zapadnięte. Później są one rozszerzone i przepełnione krwią i stwierdzić w nich można zastój krążenia, tu i owdzie zauważyć również można małe zakrzepy, zamykające światło naczyń, a stan ten również wywołuje zastój krążenia. To rozszerzenie naczyń włoskowatych wraz z zastojem jest główną przyczyną obrzęku płucnego, który od tej chwili szybko się rozwija. Obrzęk płucny można wykazać u zwierząt zabitych po upływie pół godziny od chwili zatrucia i ilość jego zwiększa się następnie znacznie. Krogh i inni, wykazali, że przy zastoju w naczyńkach włoskowatych, istnieją przerwy ciągłości komórek, tworzących ścianki naczyń włoskowatych. Przez te drobniutkie szpary przesącza się osocze krwi. Zbiera się ono w pęcherzykach, ponieważ wylewa się szybciej, aniżeli zdołają go unieść obwodowe naczynia limfatyczne. Ilość płynu zwiększa się ciągle, aż do chwili, kiedy przesączanie się staje mniejsze, niż wchłanianie. Gdy płyn obrzękowy wysączy się w znacznej ilości, wymiana gazowa zmniejszy się do takiego stopnia, że występują objawy poważnej anoksemji i aż do tej właśnie chwili zatruty nie zdradza poważniejszych objawów. W tym stanie leży przyczyna utajonego okresu przy zatruciu fosgenem, który trwa zazwyczaj kilka godzin. Jednak po upływie dwuch do sześciu godzin, rozpoczyna się duszność, utrudniony oddech staje się stopniowo coraz silniej zaznaczony, a wreszcie przy pełnym rozwoju choroby, szybkość oddechu może dojść do 80 lub 100 na minutę.

Mechanizm powstania obrzęku płucnego. Istnieją liczne teorje co do powstawania obrzęku, a klasyfikujemy je w sposób następujący:

1. Zahamowanie odpływu limfy.
2. Zwiększenie ciśnienia krwi.
3. Zmniejszenie ciśnienia tkanek naokoło naczyń.
4. Zwiększona przepuszczalność ścianek naczyń włoskowatych.
5. Zwiększona przesączalność osocza krwi.
6. Zmiany w ciśnieniu osmotycznem (zmniejszenie ciśnienia osmotycznego wewnątrz i zwiększenie zewnątrz naczyń).

7. Zmiany w powinowactwie koloidów do wody.

Doświadczalnie można było wywołać obrzęk płuc przy pomocy jednego lub kilku naraz sposobów, podanych powyżej. Obrzęki te wywoływano przez tworzenie zakrzepów żylnych przez dożylne wstrzykiwania takich ciał, jak adrenalina i muskaryna, oraz trujących środków chemicznych, takich, jak azotan srebra i kolargol, przez uszkodzenie lewej komory serca, przewiązanie i zaciśnięcie naczyń płucnych, zamknięcie światła oskrzeli i oskrzelików, uszkodzenie krwi, wprowadzenie znacznej ilości płynu do krwi, zwiększenia dopływu żylnego powyżej maximum wydajności serca, i zmniejszenie ilości tlenu, dostarczanego do płuc.

Widzimy zatem, że obrzęk płuc da się wytworzyć w różny sposób i musimy orzec zgóry, który z tych sposobów będzie najlepiej odpowiadał w wypadkach obrzęku fosgenowego.

Sposoby powstawania obrzęku płuc na skutek działania fosgenu. Możemy przytoczyć decydujące dowody, że w tych wypadkach obrzęk płuc zależy od miejscowego uszkodzenia naczyń włoskowatych i, że inne zmiany, zachodzące we krwi i krwiobiegu, mają drugorzędne znaczenie.

W płucach, zatrutych fosgenem, powstaje obrzęk przy ciśnieniu perfuzyjnem, wynoszącem 30 do 40 mm. Hg. Lecz w płucach normalnych nie uda się wywołać obrzęku nawet przy zwiększeniu ciśnienia do 82 mm. Hg. Nawet zamknięcie światła, choćby tak znaczne, że prąd krwi zatrzymuje się, nie powodują obrzęku płucnego, o ile ciśnienie krwi w tętnicach nie przekroczy 35 mm. Hg. Natomiast w płucach zatrutych fosgenem, ciśnienie normalne, lub nieco wyższe, wytworzy obrzęk płuc przy nieznacznym utrudnieniu krążenia żylnego. A nawet zwykłe zwiększenie ciśnienia tętniczego może wywołać obrzęk. Po wprowadzeniu amonjaku do naczyń krwionośnych, tkanka płucna może zostać tak uszkodzoną, że obrzęk płuc może powstać nawet przy normalnym krwiobiegu. Jasnem jest, że przy zatruciu fosgenem jest zwiększoną przepuszczalność płucnych naczyń włoskowatych dla osocza krwi.

Z drugiej strony, kwas wytwarzany w tkankach, wskutek rozkładu fosgenu, również może stanowić przyczynę obrzęku. Tkanki, uszkodzone przez fosgen, dają reakcje silnie kwaśne. Na tem opiera się teorja powstawania obrzęków Fischera, który ujmuje tę sprawę w sposób następujący:

Obrzęki powstają w chwili, gdy powinowactwo koloidów tkanek dla wody zwiększy się ponad to, które się uważa za normalne, a główną przyczyną tego zwiększenia się powinowactwa koloidów do wody, jest nagromadzenie się kwasów wewnątrz tkanek, spowodowane albo nienormalnem wytwarzaniem się ich, lub też nieodpowiedniem ich usuwaniem. Obrzęk towarzyszy wszelkim reakcjom chemicznym, przy których ma miejsce albo nagromadzenie się, albo nienormalne powstawanie kwasów w tkankach.

Obrzęk płucny powstaje również ilekroć razy dopływ tlenu do płuc napotyka na znaczniejsze przeszkody, ponieważ brak tlenu powoduje nagromadzenie się kwasów w tkankach. Można z łatwością wywołać obrzęk płuc w wyciętem płucu, ponieważ nie ma ono wtedy normalnego dostarczania tlenu. Fischer wywoływał obrzęk płuc owczych, wprowadzając do tętnic płucnych roztwór fizjologiczny soli. Przy tych warunkach płuco ważące 500 gramów, wchłaniało kilka litrów płynu w przeciągu godziny. W tem zjawisku rozróżnić można dwa okresy. W ciągu pierwszego okresu niema płynu w tchawicy, następnie powierzchnia opłucnej staje się wilgotna i krwawy pianisty płyn wydostaje się z tchawicy. Chociaż żyły nie są podwiązane, ciecz z nich nie wypływa. Im więcej czasu minęło od chwili wyjęcia płuc ze zwierzęcia, tem szybciej powstaje obrzęk płucny.

Przy zatruciu fosgenem mamy zatem błędne koło: skutkiem wzmożonej przepuszczalności naczyń włoskowatych i silnej reakcji kwaśnej, powstałej wskutek hydrolizy fosgenu w tkankach, zjawia się szybki rozwój obrzęku płucnego, a obrzęk ten jużto przez swoją obecność, jużto przez zgęstnienie krwi i co za tem idzie, przez utrudnienie krążenia, albo też przez inne jeszcze przeszkody, natury mechanicznej, wywołuje prawie niepokonalne trudności oddychania. Następstwem zaś tego stanu jest dalsze nagromadzenie się kwasu w płucach, a zatem — zwiększanie się obrzęku.

2. Zmiany, zachodzące we krwi.

1. *Początkowe rozcieńczenie krwi.* Płyn obrzękowy jest osoczem krwi, można to wykazać nietylko przy pomocy mechanizmu przytoczonego powyżej, ale również na podstawie chemicznego badania. Jego skład chemiczny jest ściśle taki sam, jak i osocza krwi.

Ponieważ normalnie ciałka czerwone krwi stanowią mniej

więcej 50% jej objętości, możemy oznaczyć stopień rozcieńczenia lub zgęstnienia krwi, przy pomocy obliczenia hemoglobiny. W krótkim czasie po zagazowaniu, stwierdzono nieznaczne, lecz wyraźne zmniejszenie się ilości hemoglobiny, wskazujące na początkowo zjawiające się rozcieńczenie krwi.

Rozcieńczenie to zbiega się prawdopodobnie z okresem skurczu naczyń włoskowatych w płucach, i jest wywołane prawdopodobnie stanem takiego ich skurczu, że krwinki już nie mogą przez nie przechodzić, podczas gdy jeszcze osocze przepływa, a wskutek tego, że krwinki zostają odrzucone z powrotem wstecz do płuc, w biegu obwodowym znajdujemy zwiększoną procentowo ilość osocza. Faza ta jednak przemija rychło, naczynia włoskowate rozszerzają się i osocze wlewa się do płuc.

2. *Gęstnienie krwi w fazie drugiej.* Znaczna ilość płynu, wlanego w drugiej fazie do naczyń płucnych, zostaje w ten sposób usunięta z krwiobiegu i powoduje znaczne zgęstnienie krwi. Dowodzi tego zwiększenie się ilości hemoglobiny i czerwonych krwinek, zarówno u zwierząt, jak i u ludzi. Można wykazać (aparat Sahliego) w wypadkach zatrucia gazem, zwiększenie ilości hemoglobiny od 25 do 50%. Normalna ilość hemoglobiny wynosi według aparatu Sahliego około 80%, podczas gdy w ciągu pierwszych czterech dni u ludzi zatrutych gazem, leżących w szpitalach polowych, stwierdzono ilość hemoglobiny dochodzącą do 122%. W większości wypadków tych, procent ten powraca do normy po upływie 5 dni. W ciągu acme (szczytu zatrucia fosgenem), ilość erytrocytów u ludzi wynosiła zgórą 9 miljonów. Tę samą policytemję znajdujemy u zwierząt. W czasie trwania tego stanu, obwodowe naczynia krwionośne są znacznie skurczone i krew krąży bardzo powoli, tak, że wtedy nie można wziąć krwi z ucha zwierzęcia i trzeba zazwyczaj brać krew z żyły jarzmowej.

Ilość krwi u zwierząt wynosi zazwyczaj 70 gramów na kg. Przy pełnym rozwoju zatrucia (przeciętna z 23 doświadczeń) z tych pierwotnych 70 gr. krwi, ubywa 21.3 gr. wody. W poszczególnych wypadkach strata ta dochodziła do 34.3 gr. na kg. Tak wielka strata wody z krwi w tak krótkim przeciągu czasu, trafia się niezmiernie rzadko przy innych cierpieniach. Jasnem jest, że dla wyrównania tej straty, należy przedsięwziąć środki terapeutyczne.

Wzrost wagi płuc wskutek obrzęku płucnego, wynosił prze-

ciętnie w 23 doświadczeniach 23,3 gr. na kg. wagi zwierzęcia. Strata płynu ze krwi oceniona przy pomocy określań hemoglobiny, wynosiła przeciętnie 21.3 gr. na kg. Widzimy zatem, że strata płynu ze krwi odpowiadała ściśle prawie zwiększonej wadze płuc i dowodzi również teorji, że płyn obrzękowy u płuc pochodzi bezpośrednio z krwiobiegu. U ludzi również ilość płynu straconego z krwiobiegu odpowiada ilości płynu obrzękowego w płucach. Przy sekcji zatrutych gazami, stwierdzono, że waga płuc wynosiła 2 do 2,5 kg, lub więcej, zamiast 500 do 600 gramów wagi płuc normalnych. Ponieważ dorosły człowiek posiada 4 do 5 litrów osocza krwi, przypuszczać można, że $^1/_3$ do $^1/_2$ tego płynu przechodziła do płuc.

Możnaby się spodziewać, że ta strata płynu, usuniętego w ten sposób ze krwi, może być wyrównaną przez pobranie płynu z tkanek. Że jednak przy zatruciach fosgenem fakt taki nie zachodzi w najmniejszym nawet stopniu, tłumaczyć można tem, że płyn w płucach posiada skład osocza krwi, a więc niema zupełnie możliwości wymiany osmotycznej, która stanowi przecież główną przyczynę wymiany płynu pomiędzy krwią i tkankami.

Jednakże doświadczenia wykazały, iż upuszczanie krwi, dokonane zawczasu, znacznie zmniejszało skłonność do obrzęku płucnego. To dobroczynne działanie venesekcji, da się wyjaśnić w sposób następujący: chociaż ciśnienie osmotyczne krwi nie zmienia się po upuszczeniu krwi, to jednak zmienia się nagle stosunek ciśnienia pomiędzy krwiobiegiem i tkankami, a to prowadzi do następowego rozcieńczenia krwi wodą z tkanek. W wypadkach nie leczonego zatrucia fosgenem, przedostawanie się płynu do płuc odbywa się stopniowo w ciągu godzin, tak, że niema nagłej zmiany ciśnienia pomiędzy krwią a tkankami, puszczenie krwi zaś powoduje nagłą i wybitną zmianę ciśnienia w kierunku odwrotnym. Zmiana ta nietylko powstrzymuje wzrastający obrzęk płuc, dopomagając choremu do otrzymywania tlenu z powietrza, ale zapomocą następowego rozcieńczenia krwi, umożliwia swobodniejszy krwiobieg, zmniejszając w ten sposób anoksemję tkanek i podnosząc działalność serca.

3. Zmiana w krwiobiegu.

Zmiany w krwiobiegu, powstające w fazie początkowej zatrucia, są natury odruchowej i występują nieomal że natychmia-

stowo. Majer w swem sprawozdaniu z dnia 3 grudnia 1915 roku (Sur les Reactions Reflexes Respiratoires et Circulatoires determinés par le passage des gaz et vapeurs par le premieres voies respiratoires) dochodzi do wniosków następujących:

1. Przedostanie się gazu drażniącego do górnych dróg oddechowych wywołuje natychmiast odruch przedtem już opisany przez Knolla i Francka. Odruch ten wyraża się w

a. zmianach rytmu oddechowego, czego wynikiem są ruchy skurczowe narządów, służących dla przewietrzania płuc;

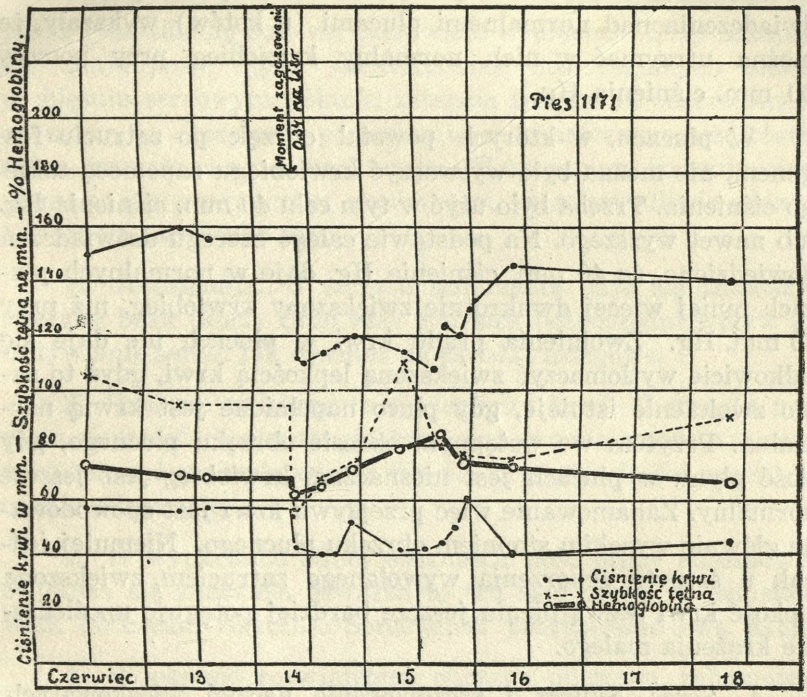
b. zmianach rytmu i amplitudy skurczów serca;

c. zmianach w ciśnieniu krwi.

1. *Tętno.* U wszystkich prawie zwierząt doświadczalnych daje się zauważyć wyraźne zwolnienie tętna i szybki spadek ciśnienia krwi, wywołany zapomocą tego odruchu i występujący natychmiast po zatruciu gazem drażniącym drogi oddechowe. Widzimy to na tablicy Nr. 1. Po tem odruchowem zwolnieniu tętna, następuje reakcja, której wyrazem jest przyśpieszenie tętna powyżej stanu normalnego, poczem po mniej lub więcej gwałtownych wahaniach, tętno powraca do normy. Późniejsze stopniowe wznoszenie się szybkości tętna, zachodzi w czasie okresu rozwoju obrzęku płucnego i wynikającej stąd duszności. Schneider i Trussdell wykazali, że sama duszność, wywołana wskutek oddychania czystym azotem, przyśpiesza z wybitną szybkością ilość uderzeń serca i że wzrost szybkości tętna postępuje stopniowo tak długo, dopóki trwać może doświadczenie. Wyjaśnia to nam znaczne przyśpieszenie tętna w ostatnich okresach zatrucia gazowego i wskazuje zarazem, w jaki sposób można ulżyć sercu, stosując poprostu tlen.

2. *Ciśnienie krwi.* Obraz ciśnienia krwi jest bardzo podobny. Wkrótce po zagazowaniu występuje wyraźnie zaznaczony spadek ciśnienia, zarówno skurczowego, jak i rozkurczowego, wywołany przez odruch, opisany przez Majera. Poczem, zarówno jedno, jak drugie ciśnienie, powraca do stanu normalnego, po mniej lub bardziej gwałtownych wahaniach. Później, gdy się rozwija obrzęk płuc, wzrasta zazwyczaj spadek ciśnienia skurczonego, a temu towarzyszy stopniowy wzrost ciśnienia rozkurczowego. W ten sposób ciśnienie bywa niekiedy zupełnie niskie, gdy obrzęk płuc jest u szczytu swego rozwoju. To zmniejszenie się ilości krwi krążącej, może tylko zwiększyć obecną już duszność, gdyż nawet ta nieznaczna ilość tlenu,

absorbowanego z płuc, nie może być skutecznie przeniesioną do tkanek. To obniżenie ciśnienia krwi tłumaczy się współdziałaniem trzech czynników: postępowego osłabienia serca, uszko-



Tablica Nr. 1.

dzenia ośrodków naczynio-ruchowych, które następuje wskutek anoksemji mózgu i zmniejszonej objętości krwi wskutek utraty osocza do płuc.

3. *Zmiany w krążeniu małem.* Jak to już zaznaczyliśmy, po dostaniu się gazu drażniącego do głębi płuc, występuje natychmiast skurcz naczyń włoskowatych.

Szybkość krążenia płucnego zmierzono przy pomocy metody Stewarta, która polega na obserwowaniu przechodzenia przez obnażoną arterję szyjną, cząsteczek barwika, wprowadzonego do żyły jarzmowej. W chwili rozpoczęcia wdychania gazu, zauważono znaczne opóźnienie krążenia małego. Czas krążenia małego może wzrastać od trzech do dwudziestu sekund.

Szybkość przepływu krwi przez płuca po tem pierwszem zahamowaniu i w czasie pierwszej godziny lub dwuch po za-

truciu, jest tylko nieznacznie mniejsza od normalnej, pomimo nawet istniejącego w tym czasie nieznacznego obrzęku. Przy pojawieniu się rozległego obrzęku występuje bardzo znaczne upośledzenie szybkości przepływu krwi przez płuca. Doświadczenia nad normalnemi płucami (u kotów) wykazały, że można utrzymać w nich normalny krwiobieg przy pomocy 30 mm. ciśnienia Hg.

W płucach, w których powstał obrzęk po zatruciu fosgenem, nie można było wytworzyć krwiobiegu zapomocą takiego ciśnienia. Trzeba było użyć w tym celu 40 mm. ciśnienia Hg. lub nawet wyższego. Na podstawie całego szeregu doświadczeń dowiedziono, że 40 mm. ciśnienia Hg. daje w normalnych płucach mniej więcej dwukrotnie zwiększony krwiobieg, niż przy 30 mm. Hg. Zwolnienia prądu krwi w płucach nie daje się całkowicie wytłomaczyć zwiększoną lepkością krwi, gdyż to samo zwolnienie istnieje, gdy płuco napełnione jest krwią normalną. Przytem we wstępnym okresie obrzęku płucnego, gdy ilość płynu w płucach jest nieznaczna, krwiobieg jest jeszcze normalny. Zahamowanie więc przepływu krwi jest spowodowane głównie wysokim stopniem obrzęku płucnego. Niemniej jednak u szczytu schorzenia wywołanego zatruciem, zwiększona lepkość krwi bezwątpienia jeszcze bardziej potęguje upośledzenie krążenia małego.

4. *Serce.* Skurcz i zaczopowanie naczyń włoskowatych zwiększa znacznie opór w krwiobiegu płucnym i pracę prawego serca. W tym okresie prawa komora serca rozszerza się często i rozszerzenie to można wykazać przy badaniu promieniami X. Rozszerzenie to występujące z początku zatrucia bywa krótkotrwałe, lub też może trwać kilka godzin, zależnie od stopnia zatrucia. A czas trwania jego, zbiega się ściśle z trwaniem początkowego rozcieńczenia krwi, ponieważ oba te objawy spowodowane są skurczem naczyń włoskowatych.

Nieco później, gdy naczynia włoskowate rozszerzają się, wymiary serca powracają do stanu normalnego. W czasie zaś rozwoju obrzęku płucnego, wymiary serca zmniejszają się. Ponieważ podobne zmniejszenie się objętości serca można obserwować również po ciężkich krwotokach, jest więc prawdopodobnem, że jest ono spowodowane zmniejszeniem się objętości krwi. W czasie okresu agonji, wskutek duszenia się, serce

rozszerza się znowu, zwłaszcza prawa jego komora i prawy przedsionek. Po śmierci serce jest rozszerzone.

Fosgen nie wywiera bezpośrednio szkodliwego wpływu na serce, rozkłada się bowiem całkowicie w płucach. Przy antopsji nie znajdujemy nigdy jakichkolwiek dostrzegalnych zmian w mięśniu sercowym. Skutki zatrucia fosgenem, obserwowane na sercu, są częściowo pochodzenia mechanicznego, częściowo zaś są wywołane przez anoksemję. Przy pełnym rozwoju cierpienia istnieje cały szereg okoliczności, które szkodliwie oddziaływują na serce jako to:

1. Anoksemja. U szczytu schorzenia daje się zauważyć znaczny brak tlenu. Stan taki wywiera bezpośredni wpływ na odżywianie serca, jak również na ośrodki mózgowe.

2. Znaczne zwiększenie się lepkości krwi. U szczytu rozwoju cierpienia konsystencja krwi jest prawie smolista i serce musi używać znacznie więcej siły dla przepchania jej przez naczynia włosowate.

3. W wypadkach silnej duszności, ilość pracy mięśniowej zwiększa się znacznie. Stwarza to ten sam efekt, co jakiekolwiek ćwiczenie fizyczne. Serce musi przyśpieszać swą akcję.

4. W okresie rozwiniętego obrzęku płucnego, zahamowanie obiegu krwi w płucach obciąża znacznie prawe serce.

Wszystkie te warunki działają na niekorzyść serca, wywiera to wyraźny wpływ na czynnościową zdolność serca. Prawe serce zazwyczaj rozszerza się i słabnie. Z powyższego opisu łatwo zrozumieć zachowanie się serca przy zatruciu fosgenem. W łagodniejszych wypadkach i w początkowym okresie wypadków cięższych, tętno jest normalne, pełne i regularne. Po upływie krótkiego czasu od chwili zatrucia, może powstać zwolnienie tętna. W cięższych wypadkach szybkość tętna wzrasta stopniowo, zaczynając od 160 do 180 uderzeń na minutę i staje się drobne, nieregularne i trudno wyczuwolne. Wtedy też można stwierdzić wypukiem i Rentgenem rozszerzenie prawej komory, a niekiedy i całego serca. Rozszerzenie to wywołuje pulsację naczyń krwionośnych w szyi, oraz wystąpienie szmerów systolicznych. Wypadki takie mogą się zakończyć nagłą śmiercią wskutek zapaści, wynikłej z nagłego osłabienia serca.

4. Anoksemja.

Rozróżniamy trzy typy anoksemji, jako czynnika zatruć gazowych.

A. Typ anoksemji, przy którym spotykamy niskie ciśnienie tlenu we krwi, pozatem normalnej. Stan taki może powstać wskutek niedostatku tlenu, podobnie jak to bywa w atmosferze na wielkich wysokościach, lub też wskutek zaburzeń w wymianie gazowej pomiędzy krwią a powietrzem w płucach.

B. Typ anoksemji, której przyczyna leży w krwi samej, jest ona wywołaną utratą hemoglobiny, spowodowaną krwiotokiem, anemją lub też połączeniem z jakiemkolwiek ciałem, naprzykład takim jak CO, który nie dopuszcza do łączenia się hemoglobiny z tlenem.

C. Typ zastoinowy, którego przyczyną jest wadliwe krążenie krwi. Wtedy krew może mieć wystarczający zapas tlenu, lecz jest on dostarczany do tkanek w ilościach niewystarczających.

Przy wdychaniu powietrza pozbawionego tlenu, występuje prawie natychmiast utrata przytomności.

Przy przebywaniu w atmosferach, w których stężenie tlenu zostało znacznie obniżone, występuje cały szereg objawów ze strony centralnego układu nerwowego, jak ból głowy, utrata siły mięśniowej, zaburzenia w koordynacji, osłabiona czynność serca i duszność. Te objawy anoksemji występują bez względu na to, jakie przyczyny ją spowodowały. Omówiliśmy już wpływ jaki anoksemja wywiera na serce. Możemy obserwować stan ten przy zatruciu tlenkiem węgla. Gdy się hemoglobina nasyci w jednej czwartej swej ilości tlenkiem węgla, jak długo osobnik zatruty znajduje się w spokoju, nie można spostrzec żadnych niepokojących objawów, ale przy najmniejszym wysiłku występuje zawrót głowy i omdlenie. W miarę zmniejszania się ilości tlenu, wszelki wysiłek staje się coraz bardziej niemożliwy do wykonania, serce nie może podołać zwiększonej pracy i dopływ krwi do mózgu ustaje. Tej upośledzonej działalności serca towarzyszy wyraźnie zaznaczony wzrost częstości skurczów serca bez odpowiedniego zwiększania się objętości wyrzucanej krwi. W końcu tętno staje się nieregularne wskutek braku koordynacji akcji serca.

Zatruci fosgenem cierpią na anoksemję I-go typu (A.), ponieważ płyn obrzęku upośledza wymianę gazów w płucach, spostrzegamy u nich również anoksemję zastoinową, którą opisaliśmy w sposób wyczerpujący przy zmianach zachodzących w krwiobiegu.

1. *Przyczyna nagłej śmierci zatrutych fosgenem.* Nieraz obserwowaliśmy wypadki nagłej śmierci u żołnierzy walczących lub wykonujących ćwiczenia w polu i u zwierząt doświadczalnych. Łatwo daje się wykazać przyczyny takiej śmierci. U zwierząt normalnych, przy nasyceniu krwinek tlenem, zawartość tlenu we krwi tętniczej waha się od 94 do 98%. Zawartość tlenu we krwi żylnej wynosi zazwyczaj połowę tego, co we krwi tętniczej. Barcroft znalazł u kozy zatrutej fosgenem w umiarkowanem stężeniu, że ilość tlenu w jej krwi tętniczej spadła mniej więcej do 80 procent. Taki spadek zawartości tlenu we krwi może wywołać ból głowy, upośledzenie wzroku, oraz niezdolność do pracy, lecz nie jest w żadnym razie śmiertelny. Jednakże przy pracy mięśniowej, gdy tkanki zużywają więcej tlenu, ilość jego we krwi tętniczej może się obniżyć do 44%, a stan ten jest wywołanym przez zwiększone użycie tlenu przez tkankę mięśniową. Taki wysoki stopień anoksemji wpływa zarówno na ośrodki sercowe jak i oddechowe. Wysoki stopień anoksemji pobudza również nerw błędny, czego następstwem bywa ustanie akcji serca, gdy zwierzę zacznie wykonywać ruchy gwałtowniejsze. Wskutek tego rozwija się obok anoksemji typu I i anoksemja zastoinowa. Działanie ośrodka oddechowego upada, zwierzę przestaje oddychać i ginie nawet wtedy, gdyby serce zaczęło bić na nowo.

2. *Anoksemja błękitnego i szarego typu.* Wszyscy ci, którzy obserwowali zatrutych fosgenem, opisywali dwa kliniczne typy braku tlenu we krwi, sinicę błękitną lub posiadającą odcień koloru śliwki i sinicę szarą. Wszyscy badacze zgodnie stwierdzają, że wypadki szarej sinicy są o wiele poważniejsze, że zabieg upuszczania krwi w tych wypadkach nie pomaga zupełnie. Ten typ sinicy spotykano o wiele częściej po zatruciu fosgenem, niż po zatruciu chlorem, a Haldane twierdzi, że u wszystkich zatrutych fosgenem powstaje sinica szarego typu. Za przyczyny tych dwu typów przyjmujemy dwa następujące czynniki fizjologiczne: a) Reakcję krwi, czyli zawartość w niej tlenu i dwutlenku węgla, która wywołuje kurczenie się lub roz-

szerzanie się naczyń włoskowatych; b) powinowactwo hemoglobiny do tlenu, która zależy w dużej części od ilości dwutlenku węgla we krwi. Te dwa czynniki pozwolą nam poniekąd wyjaśnić powstawanie dwu typów sinicy.

Wypadki silnicy błękitnej, lub śliwkowej. W tych wypadkach ilość tlenu we krwi tętniczej zmniejsza się znacznie, co nadaje krwi błękitne zabarwienie. Jest to w rzeczywistości krew żylna, ilość dwutlenku węgla w niej zwiększyła się. Krew stała się kwaśna. Ta kwaśna reakcja wywołuje czynne rozszerzanie się naczyń krwionośnych, a tego rozszerzenia dowodzi nam zabarwienia skóry i warg, wskutek rozszerzenia naczyń włoskowatych, szybkość krążenia krwi wzrasta.

Czynność serca słabnie, ponieważ jest ono gorzej odżywiane z powodu istniejącego braku tlenu we krwi i nie może już podołać wzmożonej pracy, jakiej wymaga przyspieszone krążenie krwi. Prawa komora serca w tych warunkach ulega rozszerzeniu i krew pozostaje w żyłach. To wypełnienie żył obwodowych krwią tak charakterystyczne dla błękitnej sinicy, jest objawem niedomogi serca.

Upuszczenie krwi jest jedynie dobroczynnym zabiegiem, uwalniającym serce od zadużego obciążenia. O wartości tego zabiegu w wypadkach przepełnienia żył krwią przy błękitnej sinicy, nie może być wątpliwości. Zmniejszenie zaś ilości krwi, spowodowane wenesekcją, powoduje natychmiast zmniejszenie się sinicy i duszności, ustąpienie bólu głowy i dolegliwości ogólnej natury. Ta natychmiastowa poprawa pozwala przypuszczać, że ta metoda leczenia polega głównie na szybkiej poprawie utrudnionego krążenia, w momencie krytycznym, t. j. w chwili, gdy serce zaczyna słabnąć.

Wenesekcja bezwątpienia powoduje także stałe rozcieńczanie się krwi, zapobiega odpływowi osocza do płuc, albo też przyśpiesza jego wessanie się.

Sinica szara. Mechanizm powstawania anoksemji przy sinicy szarej jest nieco odmienny od poprzednio opisanego. Przy sinicy tego typu naczynia włosowate są skurczone i mniej krwi przez nie przepływa. Przebieg przypadków zatrucia, charakteryzujących się tym typem sinicy, jest daleko groźniejszy, a to dlatego, że w czasie ich trwania ilość dwutlenku węgla we krwi jest bardzo mała, a im mniejsze jest ciśnienie CO_2 we krwi, tem wiekszą jest zdolność pochłaniania tle-

nu przez homoglobinę, i tem trudniej przychodzi do odszczepienia tego tlenu w tkankach — tak, że mimo tego, że krew nie nabiera charakteru krwi żylnej przy przepływaniu przez tkanki, a przeciwnie, zachowuje wygląd i cechy krwi tętniczej, to jednak bardzo mało tlenu oddaje ona tkankom. Ten stan bywa przyczyną katastrofalnych pogorszeń w ciągu zatruć fosgenem, charakteryzujących się szarą sinicą. Tak więc, w tych przypadkach, chociaż serce słabnie, a tętno staje się słabem i b. szybkiem, niema wypełnienia żył krwią i niebezpieczeństwo grozi nie ze strony porażenia serca, lecz ze strony porażenia ośrodków oddechowych. Wskazanie dla wykonania wenesekcji w tych wypadkach możnaby jedynie wytłumaczyć zamiarem rozcieńczenia krwi, pozatem trzeba ją uważać za niepotrzebną, a nawet za niebezpieczną — natomiast podanie tlenu jest koniecznem.

Nasuwa się pytanie: dlaczego w wypadkach sinicy szarej spada ciśnienie CO_2 we krwi. Odpowiedź znajdziemy, rozpatrując skutki, jakie anoksemja wywiera na oddychanie.

Anoksemja i oddychanie. Im dłużej trwa brak tlenu we krwi, tem cięższe powstają uszkodzenia systemu nerwowego centralnego i jeżeli anoksemja trwała czas dłuższy, to już do wyzdrowienia nigdy nie przychodzi. Można to stwierdzić, obserwując zatrucia tlenkiem węgla, które przedstawia jeden z typów anoksemji. W tych wypadkach, jeżeli człowiek zatruty stracił przytomność na przeciąg paru godzin, nie wyzdrowieje on nigdy, nawet gdyby udało się usunąć całą zawartość CO ze krwi w ciągu jednej lub dwu godzin. Z uszkodzeń ośrodków nerwowych, wywołanych przez brak tlenu we krwi, najgroźniejszemi są uszkodzenia ośrodka oddechowego. Z chwilą upośledzenia czynności tego ośrodka, występuje przyśpieszenie oddechów i zmniejszenie się ich głębokości, przy takich oddechach nie wszystkie części płuc ulegają naraz wentylacji, i tak naprzykład, oddychają tylko górne płaty płuc, do dolnych zaś powietrze tylko częściowo dociera. Hemoglobina w pewnym odcinku płuc nasyca się tlenem tylko przy normalnej wentylacji, wzmożona wentylacja tego odcinka płuc nie jest w stanie zwiększyć ilości tlenu, nasycającego hemoglobinę, natomiast upośledzone przewietrzanie tego odcinka, zmniejsza utlenienie hemoglobiny. Ta nierównomierna wentylacja płuc zachodzi przy oddechach płytkich

i szybkich, a rezultatem jego jest zmniejszenie nasycenia krwi tlenem w płucach.

Odwrotnie CO_2 przy tym typie oddechów może być z górnych części płuc usuwany w ilościach większych, niż zwykle, chociaż z dolnych płuc nie zostaje on usuniętym w całości, tak, że dzięki temu, ilość CO_2 we krwi tętniczej odpowiada ilościom normalnym. Ten stan zjawisk mógłby doprowadzić do sinicy błękitnej, ale utworzenie się grubego pokładu płynu obrzękowego wprowadza w grę inny czynnik. Dwutlenek węgla jest o wiele więcej rozpuszczalny w wodzie, niż tlen i dwutlenek węgla przechodzi nazewnątrz przez płyn obrzękowy o wiele łatwiej, niż tlen mógłby się dostawać do wewnątrz. W następstwie tego, każde zwiększenie się ilości oddechów wywołuje istotne obniżenie się ciśnienia dwutlenku węgla w pęcherzykach i ułatwia uchodzenie gazu tego ze krwi. W ten sposób ilość dwutlenku węgla we krwi zostaje zmniejszona wskutek szybkich i płytkich oddechów, przy obecności płynu obrzękowego w płucach. Właśnie to zmniejszenie się ilości tlenu, który, jak wiemy, przez płyn obrzękowy do pęcherzyków płucnych dostać się nie może i obniżenie ciśnienia dwutlenku węgla we krwi wywołuje szarą sinicę. Katastrofalne znaczenie takiego stanu przy zatruciu fosgenem polega na tem, że płytkie i szybkie oddechy zwiększają anoksemję, a anoksemja z kolei oddziaływuje na ośrodek oddechowy, wywołując coraz szybszy i płytszy oddech, tak, że o ile to koło błędne nie zostanie przerwane, stan ten może się skończyć tylko śmiercią. Podanie tlenu przerywa tę fatalną kolejność. O szybkości dyfuzji pewnego gazu poprzez pokład jakiegoś płynu, decyduje rozpuszczalność tego gazu w cieczy i różnica w ciśnieniu gazu po obu stronach tej cieczy. Możemy z łatwością podnieść ciśnienie tlenu w przestrzeni pęcherzykowej, podając pacjentowi do wdychania czysty tlen. W ten sposób zwiększamy ilość tlenu we krwi i w miarę, jak się anoksemja zmniejsza, ośrodek oddechowy odżywa i oddychanie staje się wolniejsze i głębsze, dozwalając pacjentowi na otrzymywanie coraz większych ilości tlenu. Dlatego też wypadki szarej sinicy należy leczyć najpierw podawaniem pacjentowi do wdychania czystego tlenu, celem zwiększenia ciśnienia tlenu w pęcherzykach płucnych. Gdy anoksemja znika, czego dowodzi nam odzyskiwanie różowego zabarwienia śluzówek, a oddech staje się wolniejszy i głębszy.

pacjent może już otrzymywać 60% lub 40% mieszaninę tlenu do oddychania.

OBJAWY ZATRUCIA, WYWOŁANE PRZEZ CHLOROPIKRYNĘ.

Chloropikryna jest dość silnym lakrymatorem, chociaż jest ona o wiele mniej skuteczna pod tym względem od istotnych lakrymatorów. Łzawienie jest pierwszym ostrzegającym objawem jej działania. Chloropikryna wywołuje silniejszy kaszel niż fosgen, gdyż wywołuje ona palenie oskrzeli, przyczem oddziaływa ona najsilniej na średnie i drobne oskrzela. Głównym objawem zatrucia chloropikryną są nudności i wymioty. Objawy te mogą występować przy zatruciu jakimkolwiek ze środków drażniących płuca, lecz wyrażają się one najsilniej przy zatruciu chloropikryną.

Przy wysokich stężeniach może ona spowodować utratę przytomności i nagłą śmierć, lecz trafia się to nader rzadko. W ciężkich wypadkach zatrucie chloropikryną najsilniej zaznacza się przez ogólne osłabienie, któremu towarzyszy szybka i nieregularna akcja serca. Człowiek zatruty zdaje się starzeć gwałtownie, może również rozwinąć się u niego ostre zapalenie nerek. W związku z temi objawami należałoby przypomnieć teorję, według której utrzymywano, że chloropikryna, w przeciwieństwie do fosgenu i chloru, wchłania się do krwi i działa jako trucizna ogólna. Jednakże nie wykazano obecności chloropikryny we krwi zatrutych zwierząt i istnieją niektóre dane, pozwalające nam przypuszczać, iż nie wchłania się ona do krwi. Z drugiej zaś strony w ciężkich wypadkach zatrucia spostrzegano niejednokrotnie przekrwienie, a nawet zapalenie nerek, zarówno przy zatruciu fosgenem, chlorem, jak i chloropikryną, a podskórne wstrzykiwania chloropikryny zwierzętom w dawkach śmiertelnych, nie wywoływały u nich zmian w nerkach.

Zdaje się być bardziej prawdopodobnem, że przekrwienie i zapalenie nerek, powstające po zatruciu chloropikryną, bywały spowodowane ogólnem przekrwieniem narządów jamy brzusznej, jakie następuje wskutek upośledzenia krążenia płucnego i rozszerzenia prawego serca, oraz brakiem tlenu, powstałym w tych tkankach wskutek ciężkiej anoksemji ogólnej. Chloropikryna wywołuje wybitny obrzęk płuc i to jest jej głównem działaniem. Zauważono również, iż osoby, które ucierpiały od chloropikryny, stają się bardziej wrażliwe na jej działanie, tak,

że stężenia, nie wywołujące żadnych objawów zatrucia u innych mogą wywołać u tych uczulonych osobników groźne następstwa.

Chloropikryna jest również środkiem drażniącym skórę. Płynna chloropikryna może częstokroć wywołać nawet owrzodzenia skóry, oparzenia zaś lub nadżerki na skórze, narażone na działanie par chloropikryny, ulegają znacznemu pogorszeniu w postaci drążenia wgłąb i zapalenia naczyń limfatycznych. Pary chloropikryny mogą wywołać zapalenie spojówek, a jeżeli krople jej padną na rogówkę, mogą spowodować owrzodzenie, a nawet utratę wzroku.

PATOLOGJA ZATRUĆ CHLOROPIKRYNĄ.

Objawy zatrucia chloropikryną są pod niektóremi względami podobne do objawów, jakie występują przy zatruciu chlorem, pod innemi znów zbliżone są do objawów, spowodowanych zatruciem fosgenem; zasadniczemi uszkodzeniami, wywołanemi przez chloropikrynę są:

1. Obumarcie nabłonka oskrzeli i tkanek ścian oskrzeli.
2. Silne przekrwienie i obrzęk płuc.
3. Rozszerzenie serca z następowem przekrwieniem narządów jamy brzusznej.

Chlor atakuje nabłonek, wyścielający górną część dróg oddechowych, krtań, tchawicę i większe oskrzele. Pomimo to, że uszkodzenie to rozciąga się na pęcherzyki płucne i wywołuje obrzęk płuc, nie bywa on nigdy tak ciężki, jak po zatruciu fosgenem. Najbardziej uszkodzonemi bywają: tchawica i oskrzela.

Fosgen, który musi wpierw ulec hydrolizie, by móc zaatakować komórki, przechodzi przez tchawicę i wielkie oskrzele i niszczy nabłonek drobniejszych oskrzeli i oskrzelików, a zwłaszcza pęcherzyków płucnych, których ścianki zostają uszkodzone na całej przestrzeni.

Chloropikryna zajmuje stanowisko pośrednie pod względem działania, wywieranego na przewód oddechowy. Błona śluzowa tchawicy i grubszych oskrzeli bywa miejscami uszkodzona, lecz uszkodzenia te nie bywają nigdy tak ciężkie, jak przy zatruciu chlorem. Natomiast średnie i drobne oskrzela bywają uszkodzone w znaczniejszym stopniu, niż przez chlor, lub fosgen, podczas gdy zmiany w pęcherzykach i stopień obrzęku płucnego są mniej więcej takie same, jak przy zatruciu fosgenem.

Ciężkie uszkodzenia oskrzeli w postaci zaczopowania odcinków oskrzeli, nie leżą w bezpośredniem sąsiedztwie ognisk obrzęku pęcherzyków płucnych i widocznie powstają, niezależnie od nich. Wskutek zamknięcia światła oskrzeli, istnieje większa skłonność do rozwoju rozedmy, niż to bywa prz zatruciu fosgenem; pod tym względem działanie chloropikryny zbliżone jest raczej do działania chloru.

Każdy z tych trzech gazów wywołuje silny obrzęk płucny, który rozwija się szybko po zatruciu. Rozwój obrzęku płuc bywa szybszy przy zatruciu chlorem lub chloropikryną, niż przy zatruciach fosgenem. Przy tych samych stężeniach tych gazów, punkt kulminacyjny obrzęku płucnego przy zatruciu chlorem lub chloropikryną, zostaje osiągnięty, po upływie mniej, niż 12 godzin, podczas gdy po zatruciu fosgenem, punkt kulminacyjny obrzęku płuc zjawia się po upływie mniej niż 18-tu godzin.

DJAGNOZA.

Widzimy zatem, na podstawie tego, co powiedzieliśmy powyżej, o opóźnionem działaniu fosgenu, że postawienie djagnozy zatrucia niezawsze jest rzeczą łatwą. Wielu żołnierzy może usiłować opuścić linje czołowe, jedni dlatego, że istotnie są przekonani, że zostali zatruci, inni zaś dlatego, że chcą symulować zatrucie. O ile lekarz ma pewność, że nie użyto gazu na danym odcinku frontu, może tych ludzi z zupełnym spokojem odesłać ponownie do okopów. Jeżeli jednak użyto gazu na tym odcinku, rozsądniej byłoby traktować wszystkich zgłaszających się na posterunek lekarski, jako istotnie zatrutych gazem. Wypadki wątpliwe można zatrzymać na stacji zbornej, dla tego właśnie celu urządzonej. A ponieważ obrzęk płucny osiąga maximum swego natężenia mniej więcej po upływie 24 godzin, zatem po upływie doby będzie można usunąć tych, którzy byli przekonani, że zostali zatruci, zarówno jak i tych, którzy symulowali zatrucie. W związku z powyższem, możemy tu przytoczyć charakterystyczny objaw zatrucia fosgenem, mianowicie, że, po zatruciu nim dym tytoniu wywołuje uczucie wstrętu. Lekarz może na podstawie powyższego wnioskować, że żołnierz, który pali papierosy, nie uległ zatruciu.

Przy pierwszem badaniu należy żądać, by zatruty sam opisał swe objawy bez stawiania mu pytań, które mogłyby nadać

pewien kierunek jego odpowiedziom. Zatruty winien podawać, że miał wymioty, lub uskarżać się na osłabienie i wyczerpanie, stwierdza się zaś u niego bladość powłok oraz zmiany w tętnie i oddechu. Należy również zwrócić uwagę na obecność lub brak kaszlu, oraz bolesność oddechu. Stwierdzenie któregokolwiek, lub wszystkich tych objawów wskazuje na prawdopodobieństwo zatrucia gazem.

LECZENIE. PIERWSZA POMOC.

Rozpiąć bluzę, rozluźnić mundur w pasie i pod szyją. Pierwsza pomoc polega na pozostawieniu pacjenta w absolutnym spoczynku, w pozycji leżącej i na utrzymywaniu go w cieple. Pamiętać trzeba o tem, że brak tlenu dla tkanek, serca i mózgu jest jedną z głównych przyczyn zejścia śmiertelnego.

Przy spokojnem oddychaniu dopływ i odpływ powietrza wynosi około 500 cm.^{3} w ciągu jednego oddechu. Ponieważ człowiek oddycha 15 — 20 razy na minutę, można obliczyć, że w ciągu 24 godzin wdycha on 10.600 do 14.400 litrów powietrza. Powietrze wydechane zawiera o 4,78% mniej tlenu, niż powietrze wdychane, natomiast zawiera ono o 4,34% więcej dwutlenku węgla. Widzimy stąd, że w ciągu 24 godzin zużywamy 516 do 688 litrów tlenu. Jest to minimum zużycia. Przy obniżonej temperaturze ciała, zapotrzebowanie tlenu staje się podwójnem, a przy ciężkiej pracy fizycznej, zużycie tlenu może wynosić cztery razy tyle, lub nawet więcej, niż w czasie spoczynku.

Przytaczamy tu cyfry podające ilość tlenu wdychanego na minutę:

W czasie spoczynku w pozycji leżącej	7.7
W czasie spoczynku w pozycji stojącej	10.4
W czasie marszu 3 km. na godzinę	18.6
W czasie marszu 4.5 km. na godzinę	24.8
W czasie marszu 6.5 km. na godzinę	37.3
W czasie marszu 7 km. na godzinę	46.5
W czasie marszu 8 km. na godzinę	60.9
W czasie silnego ćwiczenia fizycznego	62.0 do 67.0

Cyfry te zdają się być zbyt wysokie. Lecz badania Hilla Lupton przeprowadzone przy pomocy metody worka Douglas'a, wykazały, że zużywanie tlenu wahało się zazwyczaj od 422c^3 na

minutę w czasie spoczynku do 4175c³ przy biegu z szybkością 14 km. na godz. Zrozumiałą więc jest wartość terapeutyczna zupełnego spoczynku i ciepła w wypadkach, w których wskazanem jest oszczędzanie tlenu. Niejednokrotnie ludzie zatruci gazami bojowemi mają zupełnie dobre samopoczucie i chcą odbyć drogę do punktu ratunkowego pieszo. Jednak pod żadnym pozorem nie należy pozwolić takiemu choremu przebywać drogi inaczej, jak na noszach, lub w wozie ambulansowym. Każdy wypadek zatrucia gazem należy uważać od samego początku za ciężki. Wszystkich zagazowanych należy usunąć z pobliża przestrzeni zagazowanej a w strefie niebezpiecznej należy im założyć maski. Gazy często przesiąkają w ubranie i wtedy otaczają pacjenta trującym obłokiem. W tych wypadkach należy jaknajprędzej zmienić odzież. Wskazanem jest dalej podanie choremu gorącej kawy. Dopomaga ona przy utrzymaniu ciepła, kofeina jest dobrym środkiem pobudzającym działalność serca a kawa działa również jako środek ogólnie wzmacniający i zmniejszający osłabienie. Pierwszą pomoc można zatem streścić w sposób następujący:

1. Usunięcie pacjenta z zatrutej przestrzeni,
2. Rozluźnienie lub też zdjęcie z niego ubrania i ekwipunku.
3. Ułożenie pacjenta ciepło okrytego na noszach, i ewakuowanie go w ten sposób.

Dalsze leczenie polegało w czasie wojny głównie na puszczaniu krwi i podawaniu tlenu. Angielscy fizjologowie kładli z początku główny nacisk na podawanie tlenu, a odnosili się sceptycznie do upuszczania krwi. Natomiast miarodajne powagi naukowe Ameryki, zkłaszcza Underhill i jego asystenci bronili wielkiej wartości upuszczania krwi, a podawanie tlenu uważali za środek mniejszej wagi. Faktem jest, iż oba te sposoby mają równie wielkie znaczenie, na co wkońcu zgodzili się jednogłośnie niemieccy, francuscy, angielscy i amerykańscy badacze. Krew należy upuszczać przed rozwojem rozleglejszego obrzęku płuc. W tym czasie zastosowane upuszczenie krwi daje, jak to wykazały doświadczenia na zwierzętach, jako wynik nietylko szybkie rozcieńczenie krwi, lecz utrzymuje to rozcieńczenie w ciągu dłuższego czasu w ten sposób, że do pierwotnego stężenia krwi i do towarzyszącego temu obrzęku płuc już się więcej nie dochodzi. Ponadto wenesekcja wywiera również dodatni wpływ na cały przebieg choroby.

Z drugiej strony jeżeli obrzęk płuc objął już znaczną przestrzeń i anoksemja silnie się zaznaczyła, czego dowodzi sinica i wzmagająca się szybkość tętna, podawanie tlenu jest nieodzowne. Co więcej, tlen jest środkiem leczniczym par excellence w wypadkach szarej sinicy. W takich wypadkach upuszczania krwi nie należy stosować, gdyż zwiększa ono tylko zapaść.

UPUSZCZANIE KRWI.

Przy pełnym rozwoju objawów zatrucia można upuścić człowiekowi krew w ilości wynoszącej około 1% wagi ciała, czyli 700 cm^3. Jeżeli mamy do czynienia z wczesnym okresem zatrucia, możemy osiągnąć wyniki zadawalniające puszczając krew w mniejszej ilości (0,5% wagi ciała, czyli 350 c^3), poczem bada się zawartość hemoglobiny we krwi w półgodzinnych odstępach czasu. O ile zawartość jej się nie zwiększa, powtórne upuszczenie krwi nie jest wskazane. Jeżeli jednak zawartość hemoglobiny zaczyna gwałtownie wzrastać, co wskazuje, iż znowu występuje zagęszczenie krwi, można znów upuścić krew w ilości 350 do 500 cm^3. Znaczna większość zwierząt leczonych w taki sposób pozostała przy życiu bez stosowania innego leczenia. I dzisiaj się twierdzi, że upuszczanie krwi jest równie nieodzownym zabiegiem przy obrzęku płucnym, jak podwiązanie tętnicy przy krwiotoku. W późniejszych fazach nieleczonego zatrucia krew może stać się tak gęsta, że upuszczenie jej nawet w ilości 50 cm^3 przedstawia znaczne trudności. W tych wypadkach może okazać się pomocne, podawanie 0.25 gramów kofeiny, gorącej kawy lub kamfory.

Nie należy wprowadzać kanuli do żył, ze względu na łatwość krzepnięcia krwi. Należy wykonać poprostu nacięcie żyły ramienia. Masaż ręki i szybkie ruchy ręki przyśpieszą upływ krwi. Gdyby krew nie chciała płynąć, można wlewać do żyły drugiej ręki roztwór soli fizjologicznej, aż do chwili, w której krew zacznie płynąć.

Dożylne wstrzykiwania roztworu soli fizjologicznej. Underhill zalecał gorąco stosowanie tego zabiegu na podstawie doświadczeń przeprowadzonych na zwierzętach. Natomiast Laqueur i Magnus są zdania, że dożylne wstrzykiwania roztworu solnego powodują wprawdzie zmniejszenie się stężenia krwi, lecz, że wobec wyników osiąganych przez upuszczenia krwi za-

bieg ten powinien być raczej przeciwwskazany. Główna wartość upuszczenia krwi polega na wytwarzaniu mniej lub więcej trwałego rozcieńczenia krwi, a płyn do tego potrzebny, pochodzić powinien tylko z tkanek, a zwłaszcza z obrzęku płuc. Ponieważ krew zostaje rozcieńczona bez roztworu soli, trudno zrozumieć, jaki cel mogłoby mieć wstrzykiwanie roztworu soli kuchennej, mogłoby ono jedynie przeszkodzić zmniejszaniu się płynu obrzęku płuc.

Od czasu wojny we wszystkich krajach przeprowadzano szereg badań nad tosykologją fosgenu i leczeniem tych zatruć, między innemi i Wydział Badań Medycznych w Arsenale w Edgewood przeprowadzał te badania przez szereg lat i na podstawie wyniku tych badań twierdzi, że leczenie zatruć fosgenem powinno się prowadzić wedle następującego logicznego programu. Należy:

1. Przeciwdziałać niezwłocznie działaniu gazu (leczenie przyczynowe);
2. Zmniejszenie lub ograniczenie stopnia obrzęku płuc;
3. Zapobieganie zagęszczeniu krwi;
4. Zmniejszenie anoksemji;
5. Podtrzymanie działalności serca i krwiobiegu;
6. Przyniesienie ulgi w objawach osłabienia ogólnego;
7. Zapobieżenie infekcji i występującemu na skutek tego zapaleniu płuc.

1. *Szybkie przeciwdziałanie działaniu gazu.* Ponieważ uszkodzenia występują wskutek silnej reakcji kwaśnej, jaką powoduje fosgen w tkance płucnej, to gdyby się udało kwas ten szybko zobojętnić, uszkodzenia zmniejszyłyby się znacznie. W tym celu stosowano w Anglji i Ameryce inhalacje amoniakowe. Lecz Laqueur i Magnus wykazali niezbicie w doświadczeniach na zwierzętach, że nietylko leczenie takie jest bezskuteczne, ale że w rzeczywistości zwiększa ono znacznie śmiertelność, ponieważ stanowi dalsze źródło podrażnienia.

Stwierdziliśmy, że wstrzykiwanie ureazy, fermentu, który odszczepia z mocznika znajdującego się we krwi amoniak, wywiera dobroczynny wpływ, jeżeli ją wstrzykniemy natychmiast po zatruciu. Prawdopodobnie amonjak odszczepiony w taki sposób, dostaje się bezpośrednio do tkanek płuc i zobojętnia szybko pewną część kwasu.

Ureazę przygotowuje się z 10% roztworu wodnego mąki otrzymanej z fasoli strączkowej. Zmieszany z roztworem mocznika roztwór tego fermentu, zabarwia na różowo roztwór fenolftaleiny w mniejszym przeciągu czasu niż pół minuty. Ureazę wstrzykuje się dożylnie w ilości jednego centymetra sześciennego na każde 10 klg. wagi, tak, że dawka dla dorosłego człowieka powinna wynosić około 7 cm^3. Można przyśpieszyć działanie ureazy przez równoczesne wstrzykiwanie kilku gramów mocznika. U psów leczonych w ten sposób obrzęk płuc rozwijał się powolniej, żyły one również dłużej, niż psy nieleczone.

2. *Zmniejszenie ilości obrzęku płuc.* Płyn przesiąka do płuc wskutek znacznego rozszerzenia naczyń płucnych włoskowatych i wynikającego stąd zastoju. Gdyby można było naczynia włoskowate płuc utrzymać w stanie skurczu, obrzęk nie miałby miejsca. Zdaje się, że wstrzyknięcie ureazy wywołuje skurcz naczyń włoskowatych, oraz zobojętnia część kwasu. Błony śluzowe zwierząt leczonych w ten sposób bledną, jednakże to działanie ureazy jest przejściowe. Wypróbowano również działania znacznej ilości leków, lecz tylko wymiotnica (emetyna) jest jedynym środkiem, po użyciu którego powstaje skurcz naczyń włosowatych płuc na przeciąg dłuższego czasu. Znanem jest oddawna, że ipekakuana zmniejsza przekrwienie płuc, a emetyna zdaje się wywierać działanie zwężające na wszystkie naczynia włosowate i dlatego stosowano ją jako środek leczniczy przy krwiopluciu.

Oprócz tego działanie emetyny jest długotrwałe, ponieważ wchłania się ona zwolna. Przy leczeniu zatrutych śmiertelnemi dawkami fosgenu stwierdziliśmy, że jednorazowe podanie podskórnej pełnej dawki chlorku wymiotnicy przy równoczesnym wstrzykiwaniu dożylnem ureazy dawało wyniki zadawalniające. Obrzęk płucny rozwijał się wolniej u zwierząt leczonych w ten sposób, niż u zwierząt leczonych jedynie podawaniem ureazy. Dawka wymiotnicy wynosi $^1/_6$ grama (0.01 gr.) na 10 klg. wagi, czyli 1 gran (0.06 gr.) dla człowieka wagi przeciętnej.

3. *Zapobieganie zagęszczeniu krwi. Wstrzykiwanie roztworu glukozy.* Usiłowano zapobiegać obrzękowi płuc przez zwiększenie stężenia koloidów krwi do tego stopnia, by zapobiec stracie płynu z naczyń włosowatych. Laqueur i Magnus stwierdzili, że zapomocą wstrzyknięcia wśródżylnego 25% roz-

tworu glukozy, dawało się ocalić życie połowie zwierząt zatrutych, które w przeciwnym razie zginęłyby bezwątpienia. Barry stwierdził, że obrzęk płuc zmniejsza się w różnym stopniu zależnie od podniesienia osmotycznego ciśnienia krwi przez wstrzyknięcie 10% roztworu gumy. Doświadczenie przeprowadzone w arsenale w Edgewood wykazały, że psom można wstrzykiwać dożylnie 25% roztwór gumy z 25% roztworem glukozy. Przekonano się na podstawie całej serji doświadczeń na zwierzętach, że o ile wstrzyknięcia tego roztworu dokonano rychło po zatruciu gazem, to po upływie jednej do dwóch godzin udawało się ocalić zwierzęta, które były zatrute nawet śmiertelną dawką fosgenu. Ta metoda lecznicza jest o wiele skuteczniejszą od upuszczania krwi i zapobiega rozwojowi obrzęku płuc, chyba, że zostały użyte nadmierne ilości fesgenu. Wyjałowione roztwory gumy i glukozy można zawczasu przygotować w szpitalach polowych i można je zastosować na stacjach zbornych lub też może nawet na punktach opatrunkowych, ponieważ wymagane wyposażenie dla takiego leczenia jest niezwykle proste i składa się jedynie z igły do wstrzykiwań podskórnych o dość wielkiem świetle, rurki gumowej i szklanego irygatora. Irygator napełnia się ciepłym roztworem, igłę wprowadza się do żyły i wykonywa się zwolna wstrzyknięcie. Zabiegu tego nie możemy wykonywać szybko, gdyż lepki roztwór przechodzi z pewną trudnością przez igłę. Czas trwania takiego wstrzyknięcia powinien wynosić 20 minut, jeżeli wykonamy go szybciej, spowoduje on zaburzenia oddechu i nudności. A zatem leczenie w polu zatrutych środkami drażniącemi płuca powinno obejmować:

a) Wstrzyknięcia dożylne ureazy z mocznikiem lub bez niego i podskórną injekcję 0.06 gr. chlorku emetyny, które mogą być wykonane na posterunku sanitarnym pierwszej pomocy. Ten sposób leczenia przedłuża czas rozwoju obrzęku płucnego o kilka godzin, co w każdym wypadku polepsza szanse wyzdrowienia, a zwłaszcza umożliwia przewiezienie chorego na stację zborną, lub do szpitala polowego, gdzie można zastosować inne sposoby leczenia.

b) Jaknajwcześniejsze doprowadznenie dożylne roztworu gumy i glukozy.

3. *Sposoby zmniejszenia anoksemji.* Jeżeli użyto b. silnych stężeń gazów drażniących płuca, obrzęk płuc rozwinie się

pomimo wstrzyknięcia gumy i glukozy, ale dopiero po dłuższym czasie. Tak więc obrzęk płuc u psa, któremu zastrzyknięto roztwór gumy i glukozy, zaczyna się rozwijać po upływie 20 do 24 godzin, podczas gdy zwierzęta nieleczone w ten sposób giną już po upływie 8 do 10 godzin.

Dla leczenia obrzęku płucnego i wynikającej stąd anoksemji, potrzeba tlenu. Wyniki tlenoterapji są wprost cudowne. Zwierzę w stanie głębokiej sinicy w kilka minut po umieszczeniu go w atmosferze czystego tlenu, zaczyna oddychać z łatwością, a dziąsła jego nabierają zabarwienia różowego. Takie same wyniki otrzymywano u ludzi. Nawet wypadki szarej sinicy ulegały poprawie. Wraz ze znikaniem sinicy znikają też skutki anoksemji. Ustępuje ból głowy, znika uczucie niepokoju, oddech staje się spokojny, tętno polepsza się, chorzy odzyskują przytomność, uspakajają się i zasypiają z maską na twarzy. Jeżeli jednak przestaniemy podawać tlen, stan pierwotny powraca z mniejszą, lub większą szybkością i w wielu wypadkach chorzy sami proszą o ponowne podanie im tlenu. Należy zatem podawać tlen stale w ciągu dłuższego czasu. Tlen można podawać zapomocą aparatu Haldana lub jakiegokolwiek podobnego przyrządu zaopatrzonego w maskę, okrywającą nos i usta. Improwizowane sposoby stosowania tlenu rzadko kiedy mają jakąś wartość. Najlepszym z tych sposobów jest podawanie tlenu zapomocą kateteru, przeprowadzonego przez nos. Należy podawać od 2—10 litrów tlenu na minutę, lub tyle, by pacjent mógł odzyskać różowe zabarwienie twarzy, a ponieważ należy stale myśleć o zachowaniu zapasu tlenu, nie należy więc go marnować i używać więcej, niż potrzeba dla utrzymania chorego w dobrym stanie. Gdy twarz zaczyna nabierać różowej barwy, a tętno staje się wolniejsze, ilość tlenu podawanego jest wystarczającą. Leczenie to należy stosować w ciągu całych godzin, a niekiedy w ciągu jednego lub dwóch dni, zmniejszając stopniowo dawkę tlenu, aż do chwili zupełnego powrotu do zdrowia t. j. gdy u pacjenta przestaje występować sinica po przerwaniu podawania tlenu.

Czysty tlen drażni płuca, jeżeli go stosujemy zbyt długo. Przy pracach ratowniczych w kopalniach, ludzie mogą korzystać z aparatów tlenowych conajmniej po 8 godzin z rzędu bez uszczerbku dla zdrowia. Doświadczenia przeprowadzone na zwierzętach wykazują, że można bez szkody dla zdrowia wdy-

chać czysty tlen w zamkniętej komorze w ciągu 24 do 36 godzin, a powietrze zawierające 40% do 60% tlenu można wdychać bez żadnej szkody w ciągu czasu nieograniczonego. Czysty tlen należy podawać jedynie w czasie najsilniejszego rozwoju obrzęku płucnego, w żadnym wypadku nie należy podawać czystego tlenu dłużej, niż 24 godzin. Taki przeciąg czasu w żadnym razie szkody ustrojowi ludzkiemu wyrządzić nie może, a skoro to tylko będzie możliwe, t. j. gdy objawy ostrej niedotlenności krwi ustąpią, należy procent tlenu obniżyć do 60%, a następnie 40%.

Przy wdychaniu czystego tlenu z worka i wydychaniu w zamkniętej przestrzeni np. w pokoju, istnieje możliwość obniżenia się ciśnienia dwutlenku węgla we krwi do tego stopnia, że ośrodek oddechowy nie będzie dostatecznie pobudzany i oddech zacznie słabnąć. Uniknąć tego można przez wprowadzenie powietrza wydychanego również do worka, lub też przez zmieszanie tlenu w stosunku 1 lub 2% z dwutlenkiem węgla. Powinno to wystarczyć dla pełnej wentylacji płuc i dopomóc do zmniejszenia anoksemji. Takie środki ostrożności są jednak zbyteczne za wyjątkiem wypadków, w których trzeba podawać tlen w ciągu dłuższego okresu czasu. Należy również zapamiętać, że cylindry tlenowe nie powinny być naoliwione niczem innem, jak tylko najczystszą gliceryną. Mieliśmy kilka smutnych wypadków wybuchu, spowodowanego naoliwieniem zaworów aparatu tlenowego oliwą.

5. *Środki służące dla podtrzymania serca i krwiobiegu.* Wraz z powstawaniem przeszkód w krążeniu płucnem, daje się zauważyć rozszerzenie i osłabienie prawej komory serca. Kamfora i kofeina wstrzyknięte podskórnie, wywierają silny wpływ na serce i krwiobieg, jakoteż na ośrodki nerwowe. Leki te nadają się szczególnie do zastosowania przed przewozem chorego. Alkohol jest również dobrym środkiem pobudzającym i można użyć go w postaci niewielkich dawek wina, lub wódki. Amerykanie odnoszą się krytycznie do stosowania naparstnicy, natomiast Niemcy zalecają ją gorąco. Środek ten jest bezużyteczny przy stosowaniu go przez usta, gdyż potrzebuje on 17 do 22 godzin dla absorpcji i przejawienia swej działalności. Zaleca się wobec tego dożylne stosowanie strofantyny w ilości 0.25 mg. lub też digipuratu, digalenu lub innych preparatów naparstnicy. Podobnie jak przy upuście krwi poleca się czekać z zastosowaniem tych środków aż do chwili pełnego rozwoju

choroby, a używać je należy profilaktycznie wtedy, gdy serce działa jeszcze dobrze. Z chwilą poprawienia się tętna, należy zaprzestać podawania preparatów naparstnicy. Ponowne podawanie ich można powtórzyć po upływie 4 godzin, jeżeli zajdzie tego potrzeba. Kofeina wstrzyknięta dożylnie działa jeszcze może silniej, niż digitalis, strofantyna lub atropina, jako środek pobudzający serce, nawet gdy leki te stosujemy dożylnie. Wśródżylnie można wstrzyknąć 0.12 gr. coffeinum natriobenzoicum.

6. *Środki polepszające samopoczucie.* Męczące pragnienie daje się usunąć przez podawanie wody, a lepiej jeszcze kawy lub herbaty. Kaszel jest raczej dodatnim objawem, jeżeli wynikiem jego jest wypluwanie płynu. Gwałtowny i dokuczliwy kaszel następujący po zatruciu chlorem zmniejsza się częstokroć, gdy pacjenta umieścimy w łóżku. Inhalacje z różnych łagodnych mieszanin mogą się również okazać korzystnemi dla polepszenia takiego stanu! nie należy jednak używać morfiny. W razie potrzeby można podać choremu nieco kodeiny. Ból głowy jest objawem anoksemji i najlepiej go leczyć inhalacjami tlenu. W późniejszym okresie cierpienia, gdy rozwija się zapalenie oskrzeli, zalecano gorąco stosowanie ipekakuany (wymiotnicy) i jodku potasu, jako środków wykrztuśnych.

Leki przeciwwskazane. Oprócz wyżej wskazanych, istnieje mała liczba leków, które można stosować. Większość lekarstw jest raczej szkodliwą. Morfina i fenacetyna, oraz środki podobne działają ujemnie na krwiobieg. Próbowano adrenaliny i przekonano się, że jest ona szkodliwa. To samo można powiedzieć o pituitrynie. Azotyn amylu jest również środkiem wzmacniającym serce, ale obniża ciśnienie krwi, które i bez tego szybko spada.

7. *Środki zapobiegające infekcji.* Zatruci, którzy przeszli ostry obrzęk płuc, potrzebować jeszcze będą w ciągu kilku tygodni starannej opieki i pielęgnacji. Przy zatruciu gazowem mamy zawsze do czynienia z poważnem cierpieniem płuc i zawsze istnieje możliwość infekcji i rozwoju ogniskowego zapalenia płuc. U chorych takich należy dawać pilne baczenie na higjenę jamy ustnej i na stan powietrza, w którem się oni znajdują. Powinno ono być, o ile możności wolne od kurzu, a wszystkie wypadki zapalenia płuc należy natychmiast usunąć z pośród innych

zatrutych gazami, a to w celu zapobieżenia przeniesienia się zakażenia. A jeżeli istnieje możność badania laboratoryjnego, należy urządzać co pewien czas badanie flory gardła chorych, w celu ewentualnego wczesnego stwierdzenia obecności pneumokoków i paciorkowców wywołujących hemolizę. Chorych, u których stwierdzono obecność tych bakterji, możnaby leczyć w oddzielnych pokojach i w ten sposób można uchronić znaczną większość zagazowanych przed zapaleniem płuc, występującem na skutek umieszczenia w sali szpitalnej choćby paru tylko nosicieli tych zarazków.

Prognoza. Prawie w każdym poszczególnym wypadku można na podstawie stanu serca i ilości hemoglobiny przewidzieć zejście, jakie będzie miało dane zatrucie. Zwiększający się procent hemoglobiny i coraz większa ilość ciałek czerwonych wskazuje na to, że obrzęk płuc się powiększa. Zmniejszanie się zaś ilości hemoglobiny mówi o tem, że kulminacyjny punkt rozwoju obrzęku płucnego już minął. Jeżeli serce wytrzymało to znaczne obciążenie, szanse wyzdrowienia są znaczne. Jeżeli jednak sinica typu błękitnego z towarzyszącą jej dusznością, przy której twarz jest przekrwioną i siną, przechodzi w sinicę typu szarego, wtedy bladość twarzy i usta o zabarwieniu popiołu wskazują na upadek działalności serca, w tych wypadkach prognoza jest niekorzystna. Należy zapamiętać, że przy zatruciu chlorem przebieg cierpienia jest o wiele szybszy, niż w wypadkach zatrucia fosgenem i, że o ile leczenie ma być skuteczne, musi ono przy zatruciu chlorem być odpowiednio szybko zastosowane. Określenie, jak długo chorzy tacy mają przebywać w szpitalu i kiedy będą oni znów zdolni do wykonywania swych obowiązków, staje się rzeczą pierwszorzędnej wagi. W Anglji przeprowadzono badanie tej kwestji na podstawie obserwacji 4575 wypadków zatrucia. Stwierdzono, że chorzy tacy musieli przebywać przeciętnie około 6 tygodni w szpitalu. Nie można tu jednak stosować reguły ogólnej, jedni chorzy potrzebują dłuższego leczenia, inni krótszego. Dłuższe leczenie w szpitalu prawdopodobnie skraca czas trwania rekonwalescencji, krótsze natomiast, może ją znacznie przedłużyć. Lekarz powinien brać pod uwagę w swej decyzji stopień zatrucia gazem i nasilenie częstokroć bezpośrednio po niem występujących objawów, a także wystąpienie lub brak komplikacji płucnych, wreszcie istniejący w chwili przyjęcia do szpitala stan pacjenta. Przy tem badaniu

brano również pod uwagę całkowity okres niezdolności do pracy, t. j. okres upływający od chwili zatrucia, aż do daty powrotu do oddziałów uzupełnień. Trwanie okresu tego różniło się znacznie. Większość żołnierzy powracała do służby po upływie 10 lub 19 tygodni. Ale w 25% tych wypadków potrzeba była zgórą 26 tygodni, by chorzy ci po wyleczeniu mogli powrócić na swe stanowisko. Z pośród wszystkich leczonych 67 przyjęto ponownie do szpitala na skutek objawów, które trzeba było przypisać zatruciu gazem i stwierdzono, że rzeczywiście te same objawy, które wymagały przedłużenia pobytu w szpitalu, stały się przyczyną konieczności ponownego przyjęcia tych chorych do szpitala. Z owych 67 chorych, 42 powróciło do służby czynnej, podczas gdy 6 do 9% zwolniono jako zupełnie niezdolnych. Widzimy stąd, że na 4475 wypadków zatrucia zwolniono ostatecznie zaledwie około $^1/_6$ do $^1/_{10}$% jako niezdolnych do pełnienia służby wojskowej. Kwestję, czy dany żołnierz zdolny jest do pełnienia swych obowiązków, najlepiej należy rozstrzygnąć przy pomocy praktycznej próby. Człowiek taki powinien przebyć około 2 km. szybkim marszem. Jeżeli nie może tego wykonać, lub jeżeli ćwiczenie to wywoła u niego duszność lub nieregularne tętno, jasnem jest, że jest on jeszcze niezdolny do służby. Jeżeli zaś próbę tę wytrzyma, należy mu kazać powtórzyć ją przy obciążeniu go zwykłym ekwipunkiem żołnierza. Jeżeli będziemy przeprowadzać tego rodzaju próby u ludzi, którzy zdają się być zdolnymi do służby na podstawie zwykłego badania lekarskiego, wtedy wracać będą do szpitala tylko nieliczni pacjenci. Istnieje pewna liczba zatrutych gazem, na szczęście nie duża, u których w okresie rekonwalescencji występują ataki nieco podobne do astmy oskrzelowej. Ataki takie mogą się powtarzać co noc, lub nieco rzadziej. W czasie takiego ataku chory zmuszony jest usiąść na łóżku, a oddech jego jest szybki i płytki, chociaż nie utrudniony i pod tym względem właśnie atak taki różni się od ataku dusznicy oskrzelowej. Może również występować lekka sinica i uczucie niepokoju. Tętno bywa często szybkie w czasie ataku, czasami zaś zwolnione i pełne. Chorzy tacy cierpią na policytemję. Ilość czerwonych ciałek krwi zwiększa się u nich i dochodzi do sześciu lub siedmiu miljonów, a zawartość hemoglobiny wynosi 110% lub nawet więcej; stan taki może trwać w ciągu całych tygodni. Stan ten opisali Bancroft, Hunt i Dufton. Stwierdzili oni, następujące objawy: (1) zaburzenia w dzia-

łalności serca, (2) nocna duszność, (3) zwiększona ilość czerwonych ciałek krwi, (4) zmniejszona ilość CO_2 w powietrzu pęcherzykowem, (5) kwasica (acidosis), oraz stany pokrewne. Ten zespół objawów jest zupełnie podobny do objawów, jakie występują na znacznych wysokościach. Leczenie polegało na trzymaniu pacjenta w komorze, której atmosfera zawierała 40 — 50% tlenu. Z komory tej usuwano parę wodną i CO_2, przepuszczając powietrze ponad wapnem sodowem i chlorkiem wapnia. Pacjenci przebywali zazwyczaj w tej komorze przez 16 godzin na dobę w ciągu 5 dni. Sypiali oni w komorze, a opuszczali ją po śniadaniu i powracali znowu przed samą kolacją. W ciągu tego czasu przeprowadzono u nich badania następujące: (1) badano krew (na policytemję), (2) tętno, (3) oddech.

Badacze ci doszli do wniosków następujących:

1. Badania były przeprowadzone w 26 wypadkach zatrucia gazami drażniącemi. Leczono je stałem podawanie tlenu. Pacjentów tych poumieszczano w komorach, w których stała ilość tlenu wynosiła 40 do 50%. Zwykły czas przebywania w takiej komorze trwał około 5 dni. Pacjenci spędzali co dzień w ciągu leczenia od 16 do 17 godzin w tych komorach.

2. Ilość czerwonych ciałek krwi. Wpływ, jaki wywierał tlen na ilość czerwowych ciałek, był następujący: Jeżeli ilość czerwonych komórek przewyższała znacznie 5 miljonów, obniżała się ona wskutek przebywania w atmosferze tlenowej mniej więcej do ilości normalnej; jeżeli jednak, jak to miało miejsce przy zatruciach iperytem, ilość czerwonych ciałek krwi nie przekraczała 5 miljonów, 1½ miesiąca przebywanie w tej komorze tlenowej nie wpływało na zmianę tej ilości. W dalszym ciągu w trakcie obserwacji trwających 1—1½ miesiąca u niektórych pacjentów ilość czerwonych ciałek miała skłonność do wzrastania, u innych zaś pozostawała prawie normalną. W miarę zmniejszania się ilości czerwonych ciałek krwi, występował zazwyczaj spadek zawartości hemoglobiny, jednak spadek był o wiele wolniejszy, a wskutek tego zwiększał się wskaźnik barwnikowy.

3. Tętno. W wypadkach zatrucia, badanych przez powyżej przytoczonych badaczy, stale stwierdzali oni bardzo powolne powracanie akcji serca do normalnego stanu po wykonaniu jakichkolwiek ćwiczeń fizycznych. Stan ten polepszał się przy

leczeniu tlenem, a u połowy chorych wracał do normalnego lub prawie normalnego stanu.

4. Duszność nocna. Z pośród 14 chorych, leczonych w serji I-szej, sześciu z nich cierpiało na ataki duszności nocnej. Żaden z nich nie uległ takim atakom w komorze leczniczej, z tych trzej zostali całkowicie wyleczeni, a u dwóch innych nastąpiło trwałe polepszenie.

5. Brak tchu w czasie ćwiczeń. Dla oceny wyników leczenia zatruć gazami drażniącemi, przypadków charakteryzujących się temi objawami, dzielono pacjentów na dwie grupy: w pierwszej grupie nie robiono specjalnych pomiarów oddechów i opierano się na danych subjektywnych, pacjenci tej grupy twierdzili, że po przebyciu leczenia w komorze tlenowej, mogli się prędzej poruszać, niż przed leczeniem. W drugiej grupie przypadków zatruć zastosowano pomiary oddechów, i niezależnie od danych osobistych stwierdzono, że na 6 przypadków duszności, leczonych w komorze tlenowej, 4 mogły zwiększyć wydajność swej pracy o 20%, a 2 o 10%.

A bardzo mała ilość zatrutych cierpiała na dłużej trwającą duszność, występującą po wysiłku fizycznym. Haldane przypisał stan ten temu, że wprawdzie nabłonek pęcherzyków u tych pacjentów nie zdołał jeszcze powrócić do pierwotnego stanu, to jednak podawanie tlenu umożliwiało takich chorym wykonywanie pracy fizycznej z wielką łatwością. Tłumaczenie nie jest jednakże wyczerpujące, ponieważ nawet przy podawaniu tlenu puls pozostaje nienormalny, a oddech staje się częstszy, nie zaś głębszy, jakby to być powinno. Tłumaczenie Haldana polega na twierdzeniu, że zarówno wdechem, jak i wydechem rządzi odruch opisany przez Heringa i Brenera. Zjawienie się tego odruchu zależy od stopnia pobudzania ośrodka oddychania przez CO_2 i dzięki temu odruchowi oddech staje się głębszym w czasie fizycznej pracy. Duszność występująca w chronicznych wypadkach następstw po zatruciu, bywa spowodowana przez neurastenję. Centralny ośrodek nerwowy, który normalnie kontroluje odruch Heringa i Breuera, jest wyczerpany, stąd też pochodzi to, że tacy chorzy nie mogą wstrzymać oddechu dłużej, jak w ciągu kilku sekund. Stan ten można również wywołać przez oddychanie przy oporze. Gdy opór jest zaduży, oddech staje się płytszy i częstszy i powstaje anoksemja, a twarz staje się błękitna. Objaw ten występuje wskutek wyczerpania ośrodka oddecho-

wego.Wówczas odruch bierze górę i rządzi oddychaniem. U niektórych osób efekt ten powstaje z większą łatwością niż u innych. W niektórych wypadkach zatrucia gazowego, ośrodek oddechowy wyczerpuje się i staje się neurasteniczny i odruch Heringa i Breuera nie poddaje się osłabionej kontroli głównej. Wogóle wyczerpanie jest powodem każdej neurastenji. Również i przemęczenie jest przyczyną powstawania „żołnierskiego serca". Leczenie stanu takiego, który stanowi zwykłą podstawę, na której opierają się żądania pensji i zapomogi inwalidzkie, jest w istocie takiem samem leczeniem, jakie stosujemy przy neurastenji. Zatrucie gazem jest o tyle przyczyną tego stanu, o ile doprowadziło ono do rozwoju neurastenji. Innemi słowy należy stwierdzić, że zaburzenia w działalności serca, jakich doświadcza nieznaczna ilość zagazowanych, jest funkcjonalną i nie bywa wywołaną przez jakąkolwiek niedomogę organiczną, wywołaną w samych płucach. Hunt i Jones zbadali 320 chronicznie chorych wskutek zatrucia gazami drażniącemi płuca. Z tych u 116 objawy były tak nieznaczne, że nie mogły dać charakterystycznego obrazu klinicznego, a pozostałe 204 podzielono w sposób następujący:

A. *Przypadłości sercowe* (116 czyli 56.3%). Stan ich przypominał „serce łatwo pobudliwe". Charakterystycznemi objawami tej grupy były bóle w okolicy serca, duszności, wyczerpanie i trwałe przyśpieszenie tętna po wysiłku fizycznym. Wyczerpanie zjawiało się u tych chorych po dość krótkim okresie wysiłku fizycznego, jak np. przejście 1 km. w ciągu 10 minut. Tętno było szybkie i nie zmniejszało liczby uderzeń tak prędko, jak u normalnych osobników.

B. *Dusznica nocna* (37 czyli 18.1%). Objawami charakterystycznemi były nocne napady duszności oraz wzrastająca ilość czerwonych ciałek krwi i hemoglobiny.

C. *Mieszane objawy ze strony serca i oddechu* (52 czyli 26.6%).

Leczenie. Objawy ze strony serca poprawiały się przy stopniowo zwiększanych świczeniach fizycznych. Na podstawie wyników otrzymanych u 900 chorych poddanych badaniu co do szybkości tętna, ustanowiono następujące prawidła dla zwiększania ilości ćwiczeń fizycznych. Na czwarty dzień po podniesieniu się z łóżka, pacjent musi przejść 1 km. w ciągu 10 minut. Jeżeli liczba tętna nie opadła do 86 uderzeń na minutę po upły-

wie pięciu minut od chwili ukończenia próby, ćwiczenie uważane było za zbyt forsowne. Jeżeli zaś ilość tętna zmniejszyła się poniżej 76 uderzeń po upływie 5 minut po marszu, ćwiczenie to nie było uważane za przenoszące siły pacjenta.

Nie można spodziewać się od kuracji tlenowej polepszenia stanu zdrowia pacjenta, u którego spotykamy taki zespół objawów przy wysiłku fizycznym. Z drugiej zaś strony, leczenie tlenem takie, jak je opisali Barcroft, Hunt i Dufton, jest najlepszym środkiem dla chorych cierpiących na duszność.

Ostateczne losy zagazowanych rozważać będziemy w dalszym ciągu w rozdziale XV.

ŹRÓDŁA.

(1) *Gilchrist:* Medecal Aspects of Chemical Warfare, War Department, Chemical Warfare Medical Division, Washington, D. C.
(2) Official History of the War, vol. II, London, 1923.
(3) *Hill:* Lecture on gas poisoning. Jour. Royal Army Med. Corps., 1916, vol. 26.
(4) *Klotz:* Acute death from chlorine poisoning. Jour. Laboratory and Clinical Medicine, September, 1917, vol. II.
(5) *Dunn:* Tissue changes in animals produced by pulmonary irritant gases. Report No. 9 of the Chemical Warfare Medical Committee, London, September, 1918.
(6) *Edkins and Tweedy:* The histological effects produced by gas poisoning and their significance. Report No. 2 of the Chemical Warfare Medical Committee, London, April, 1918.
(7) *Laqueur and Magnus:* Experimentelle Pathologie der Phosgenvergiftung. Zeitchr. für die gesamte Experimentelle Medizin., 1921, XIII, 31.
(8) *Schneider and Trusdell:* The circulatory responses of man to a sudden and extreme anoxaemia. Amer. Jour. Physiol., July, 1923, v. 65, p. 379.
(9) *Meek and Eyster:* Experiments on the pathological physiology of acute phosgene poisoning. Amer. Jour. Physiol., 1920, 51, 303.
(10) *Barcroft:* Anoxaemia as a factor in acute gas poisoning. Jour. Royal Army Med. Corps., 1921, vol. XXXVI.
(11) *Douglas:* Anoxaemia and its effects as seen in gas poisoning. Jour. Royal Army Med. Corps., 1921, XXXVII, 37, 216.
(12) *Haldane:* Lung irritant gas poisoning and its sequelae. Jour. Royal. Army Med. Corps., 1919, XXXIII, 494.
(13) *Haldane:* Respiration. Yale University Press, 1922.
(14) *Dunn:* Report of necrosis of the cortex of the kidney in goats as the result of gas poisoning with phosgene and chlorpicrin. Report No. 9 of the Chemical Warfare Medical Committee, London, September, 1918.

(15) *Hill and Lupton:* Jour. Physiology, 1922, vol. 56, no. 5, p. 32.
(16) *Underhill:* The Lethal War Gases, Physiology and Experimental Tratment. Yale University Press, 1920.
(17) *Laqueur and Magnus:* Experimentelle und theoretische Grundlagen zur Therapie der Phosgenkrankung, Zeitschr. für die gesamte Experimentalle Medizin, 1921, XIII, p. 200.
(18) *Barry:* Pulmonary oedema and congestion in heart-lung preparations. Jour. Physiol., August, 1923, vol. 57, p. 368.
(19) *Smith, Lorraine:* The influence of pathological conditions on active absorption of oxygen by the lungs. Jour. Physiol., 1897—1898, vol. XXII, p. 315; also vol. XXIX, 1899, p. 19.
(20) *Karsner:* The pathological effects of atmosphere rich in oxygen. Jour. Exper. Med., 1916, vol. 23, p. 149.
(21) *Haggard and Henderson:* The treatment of carbon monoxide poisoning. Jour. Amer. Med. Assoc., October 1, 1921, vol. 77, pp. 1065—1067.
(22) The administration of oxygen in irritant gas poisoning. Report No. 10 of the Chemical Warfare Medical Committee, London, October, 1918.
(23) Polycythaemia after gas poisoning and the effects of oxygen administration in chambers in the treatment of chronic cases. Report No. 4 of the Chemical Warfare Medical Committee, London.
(24) Treatment of patients suffering from „effort syndrome" by continuous inhalation of oxygen. Report No. 12 of the Chemical Warfare Medical Committee, London.
(25) *Hunt and Jones:* The later effects of irritant gas poisoning. Report No. 15 of the Chemical Warfare Medical Committee, London.
(26) Report on the length of stay in hospital in the United Kingdom, and the dispesal of gas casualities. Report No. 16 of the Chemical Warfare Medical Committee, London.
(27) *Barcroft, Hunt and Dufton:* The treatment of chronic cases of gas poisoning by continous oxygen administration in chambers. Quarterly Journal of Medicine, 1919—1920, vol. 13, p. 179.
(28) *Henderson and Paul:* Oxygen mine rescue apparatus and physiological efect on users. Technical paper 82, Bureau of Mines.

ROZDZIAŁ VIII.

IPERYT, CZYLI GAZ MUSZTARDOWY.

Iperytu użyli Niemcy poraz pierwszy przeciw Anglikom pod Ypres. Anglicy nazwali go gazem musztardowym ze względu na jego charakterystyczny zapach; Francuzi nazwali go iperytem według nazwy miejscowości, gdzie został on użyty poraz pierwszy; a ponieważ Niemcy wypełniali nim pociski oznaczone żółtym krzyżem, we wszystkich raportach o nim używali nazwy żółty krzyż. W skrótach aljanci oznaczali go literami HS co prawdopodobnie oznaczało Hunstoffe.

Własności fizyczne i chemiczne. Związek, zwany iperytem, jest ciężkim oleistym płynem. W czystym stanie jest on bezbarwny i prawie nie posiada zapachu, lecz w stanie zanieczyszczonym, w jakim go używano w czasie wojny, posiada on ciemne zabarwienie, a przy niskich stężeniach posiada zapach bardzo przypominający musztardę lub czosnek, przy wysokich stężeniach jest silnie cuchnący i drażniący. Gaz musztardowy jest to siarczek dwuchloretylu (chlorek tio dwuglikolu) posiada następujący wzór:

$$(Cl \cdot C_2H_4)_2S \quad . \quad \begin{matrix} ClC_2H_4 \\ \diagdown \\ \quad S \\ \diagup \\ ClC_2H_4 \end{matrix}$$

należy go odróżniać od naturalnego oleju musztardowego, który otrzymujemy z nasion czarnej gorczycy i który jest izotjocjankiem allilu, $CH_2:CH:CH_2N:CS$.

Przy zwykłej temperaturze iperyt jest związkiem stałym, przy wyższych temperaturach rozkłada się, wydzielając chlorowodór, oraz wysoce trujące i łzawiące gazy, składu nieznanego.

Przy zetknięciu się z wodą przy niskiej temperaturze ulega on powoli hydrolizie, a przy nagrzewaniu daleko szybciej. W tej reakcji tworzy się kwas chlorowodorowy i dwuwodorotlenowy siarczek etylu $(HO:C_2H_4)_2S$ w sposób następujący:

$$2HOH + (ClC_2H_4)_2S = (HO.C_2H_4)_2S + 2HCl$$

Dwuwodorotlenowy siarczek etylu, czyli tiodwuglikol, jak go często nazywają, jest substancją nietrującą, tak jak i kwas solny w niskich stężeniach. To też iperyt, który rozpylano w terenie, przestaje być szkodliwy wskutek hydrolizy. Szybkość tej reakcji zależy od ilości iperytu, jak również od temperatury i od obfitości deszczów w danem miejscu. Czas trwania jej wynosi od dwu dni do dwu tygodni lub więcej. Podchloryny reagują gwałtownie z iperytem, utleniając go na sulfotlenek iperytu, i wydzielają przytem znaczną ilość ciepła. Reakcja zachodzi wsposób następujący:

$$CaOCl_2 + \begin{matrix} ClCH_2CH_2 \\ \\ ClCH_2CH_2 \end{matrix}\!\!>S = \begin{matrix} ClCH_2CH_2 \\ \\ ClCH_2CH_2 \end{matrix}\!\!>SO + CaCl_2$$

Powstający sulfotlenek nie jest ciałem trującem i dlatego to używano podchlorynu wapnia dla niszczenia iperytu.

Przy użyciu bardzo silnych czynników utleniających przyłączają się do drobiny iperytu dwa atomy tlenu, a powstające z tej reakcji ciało zostało nazwane sulfonem iperytu, czyli:

$$\begin{matrix} ClCH_2CH_2 \\ \\ ClCH_2CH_2 \end{matrix}\!\!>SO_2$$

i jest ono silnie trujące.

Chlor również atakuje bardzo silnie iperyt, tworząc związki mające wysoką zawartość chloru, a będące zupełnie nieszkodliwe. Dlatego używa się chloru, jako też i związków chlorujących, takich jak dwuchlorek siarki SCl_2 i dwuchloraminę T dla niszczenia iperytu:

$$Cl_2 + \begin{matrix} ClCH_2CH_2 \\ \\ ClCH_2CH_2 \end{matrix}\!\!>S = \begin{matrix} ClCHClCH_2 \\ \\ ClCHClCH_2 \end{matrix}\!\!>S$$

W ten sposób można wprowadzić do molekuły iperytu dwa do czterech atomów chloru, a żaden z tych chlorowanych związków nie jest trujący.

Iperyt jest prawie nierozpuszczalny w wodzie, ale rozpuszcza się z łatwością w węglowodorach szeregu naftowego, takich jak gazolina i nafta, a również i w innych rozpuszczalnikach organicznych, takich jak czterochlorek węgla, dwusiarczek węgla, alkohol, aceton lub monochlorobenzen C_6H_5Cl. Można zatem używać tych rozpuszczalników dla usuwania iperytu z ubrania lub ciała. Oprócz wymienionych węglowodorów. Iperyt rozpuszcza się z łatwością w gumie, i wskutek tego przenika łatwo przez gumowe obuwie, rękawiczki, oraz inne części ubrania, zwłaszcza jeżeli wejdą one w zetknięcie z płynnym iperytem. Dla tej też przyczyny gumowane części ubrania nie powinny być używanemi w ciągu dłuższego czasu do zabezpieczenia przed iperytem. Ubranie zabezpieczające przed iperytem, o którem będzie później mowa, powinni nosić robotnicy zajęci przy syntezie iperytu, albo też ci ludzie, którzy pracują przy niszczeniu iperytu.

Iperyt w stanie czystym topnieje przy 13.9°, a wre przy 219.5°, lecz przy tej temperaturze nieco się rozkłada. Ciężar właściwy iperytu (w stanie stałym) wynosi 1.362,

Ponieważ pożądane wyniki użycia takiego ciała, jak iperyt (znaczny stopień rozprószenia w terenie i w atmosferze) są związane z jego fazą pary, stosowanie go zależy głównie od warunków ciśnienia jego pary, ponieważ zależnie od tego czy ciśnienie jego pary jest większe czy mniejsze, większa lub mniejsza jego ilość znajdować się będzie w powietrzu.

Stosunek ciśnienia pary iperytu do temperatury przedstawia nam w grubszych zarysach następująca tablica:

Temperatury		Ciśnienie pary w mm. rtęci	Maksymalne stężenie na litr
St. Celsjusza	St. Fahrenheita		
		mm.	*mgm.*
40	104	0.45	3.66
13.9	57	0,07	0.62
0	32	0.031	0.28
—17.8	0	0.0045	0.045

Następna tablica przedstawia dokładniejsze wartości ciśnienia pary iperytu przy temperaturach spotykanych zwykle:

Temperatura		Ciśnienie pary w mm. rtęci	Stopień nasycenia na litr
St. Celsjusza	St. Fahrenheita		
		mm.	*mgm.*
15	59.0	0.0417	0.401
16	60.8	0.0457	0.439
17	62.6	0.0499	0.480
18	64.4	0.0546	0.525
19	66.2	0.0596	0.573
20	68.0	0.0650	0.625
21	69.9	0.0709	0.682
22	71.6	0.0773	0.743
23	73.4	0.0842	0.810
24	75.2	0.0916	0.881
25	77.0	0.0996	0.958
30	86.0	0.1500	1.443
35	95.0	0.222	2.135

niskie ciśnienie pary iperytu wyjaśnia nam, dlaczego ulatnia się on tak wolno i jest tak trwały.

Cyfry te tłumaczą nam również, dlaczego możnaby z nieduzem niebezpieczeństwem przejść przez teren zroszony iperytem przy chłodnej pogodzie, zwłaszcza przy silnym wietrze, podczas gdy przy ciepłej cichej pogodzie, byłoby to połączone z poważnem niebezpieczeństwem.

Iperyt zabija przy stężeniach wahających się od 0.006 do 0.2 mgm. na litr, stosownie do czasu trwania jego działania Wogóle można przyjąć, iż 0.07 mgm. iperytu na litr zabija przy działaniu trwającem 30 minut, jest on zatem pięć razy więcej trujący niż fosgen, który znowu jak to widzieliśmy, jest 10 razy więcej trujący od chloru. Ta jadowitość iperytu tłomaczy nam, dlaczego wywołuje on tyle zatruć, pomimo niskiego ciśnienia swej pary, w upalny bowiem dzień jest rzeczą teoretycznie możliwą otrzymanie stężenia, wynoszącego 3.66 mgm. iperytu na litr powietrza, co przewyższa 50 razy jego dawkę śmiertelną, a nawet przy chłodnej pogodzie (13°C) powietrze może zawierać dziesięciokrotnie większą ilość, niż dawka śmiertelna, a czterokrotnie większą przy mrozie.

Ma się rozumieć, że te maksymalne stężenia iperytu powstają przez wyparowywanie, a dają się osiągnąć jedynie wówczas, gdy powietrze pozostaje przez pewien czas w zetknięciu z cieczą t. j. gdy niema wiatru. Ponieważ w polu zawsze jest nieco wiatru, nie należy się więc spodziewać, by przy warunkach polowych dochodziło do tych stężeń. Jednakże przy lekkim

wietrze, o ile będzie on wiać ponad dużemi przestrzeniami terenu zroszonego iperytem, stężenie iperytu w powietrzu może się zbliżać do teoretycznego maximum i stać się bardzo niebezpieczne. Co więcej, jeżeli iperyt zostanie rozproszony w powietrzu i na terenie pod postacią drobnej rosy lub mgły, wskutek wybuchu pocisku iperytowego, wyparowywanie wtedy będzie znacznie przyśpieszone, ze względu na większą powierzchnię cieczy, wystawioną na działanie powietrza i wtedy można będzie otrzymać wyższe stężenia od tych, jakie powstają zazwyczaj wskutek wyparowywania cieczy z terenu. I rzeczywiście gdy iperyt zostanie całkowicie rozdrobniony, może on się wtedy przez pewien czas unosić w powietrzu pod postacią mgły, stwarzać wskutek tego stężenie o wiele wyższe nawet od teoretycznie możliwego nasycenia powietrza przy danej temperaturze. W tym też celu miesza się iperyt częstokroć z takiemi rozpuszczalnikami jak czterochlorek węgla, chloro - benzol i dwusiarczek węgla, które mają o wiele niższy punkt zamarzania i wyższe ciśnienie pary, wtedy bowiem iperyt rozprasza się o wiele łatwiej w powietrzu zarówno przy ciepłej, jak i przy zimnej pogodzie. Możliwem staje się wobec tego użycie w ten sposób rozpuszczalnego iperytu do napełniania bomb lotniczych, bo niewątpliwie wtedy będzie on powodować liczne uszkodzenia dokoła miejsca wybuchu bomby. Lecz przy takiem zastosowaniu trwałość iperytu będzie odpowiednio obniżona.

Iperyt był używanym jako gaz parzący w ostatniej wojnie. Był on najskuteczniejszym ze wszystkich używanych czynników chemicznych i spowodował więcej strat, niż jakikolwiek inny gaz. I tak z pośród 36.965 wypadków zatruć gazowych, przy których ustalony został rodzaj gazu, 27.711 spowodował iperyt. Zgodnie z Raportem Głównego Chirurga za rok 1919, iperyt przyczynił Amerykańskiej Armji straty 1,286,784 dni, z całkowitej ilości 12,545,442 dni straconych wskutek uszkodzeń wojennych wszelkiego rodzaju. Wedle cyfr podanych przez Anglików (Oficjalna Historja Wojny, t. 2, str. 308), znajdujemy 124,702 wypadków, czyli 77,5% z całkowitej ilości 160,970 zatruć gazowych przyjętych do stacji ewakuacyjnych, z określoną djagnozą, jako zatrucia iperytowe. Możemy przypuszczać, że 80% całkowitej ilości wypadków zatrucia gazami, wskutek pocisków gazowych w okresie używania iperytu, przypisać należy pociskom żółtego krzyża (iperytowym), 10% po-

ciskom błękitnego krzyża (arsinowym) i 10% pociskom zielonego krzyża (zawierającym środki drażniące płuca).

Iperyt posiada wiele cech, przemawiających za stosowaniem go. Jest on trujący już w stężeniach, których nie może wykryć powonienie, przenika przez zwykłe ubranie i atakuje wszystkie części ciała, z któremi wchodzi w zetknięcie; jest to ciało nader trwałe, a działanie jego jest opóźnione; jest nadzwyczaj trudno zabezpieczyć oddział, który musi przejść przez przestrzeń zaiperytowaną, a jeżeli się wejdzie na ten teren, nie wiedząc że jest on zakażony iperytem, można zaniedbać nawet włożenia maski, ponieważ czysty iperyt ma zapach bardzo słaby i ludzie nie posiadający delikatnego powonienia, mogą go nie zauważyć. Ponadto powonienie stępia się szybko pod wpływem iperytu i nieraz można mylnie przypuszczać, że iperyt już znikł, z chwilą gdy się jego zapachu nie czuje. W tych okolicznościach iperyt powoduje nietylko zatrucia, ale wywiera również ujemny wpływ na stan moralny wojska. Nikt bowiem nie wie z pewnością czy może jeść, pić, spać, lub nawet usiąść nie narażając się na niebezpieczeństwo oparzenia. Gdy taki stan ciągłego niepokoju trwa czas dłuższy, nerwy wyczerpują się i poziom moralny wojska się obniża.

Toksyczne działanie iperytu. Dla zbadania resobcyjnego działania siarczku dwuchloretylu, wstrzykiwano go psom i innym zwierzętom doświadczalnym w tkankę podskórną lub w mięśnie pod postacią roztworu w oliwie. U zwierząt tych po wstrzyknięciu śmiertelnej dawki iperytu, obserwowaliśmy objawy następujące, które występowały zawsze po pewnym okresie utajenia: ślinotok, wzmożenie pobudliwości, drgawki, a także biegunkę, zwolnioną i nieregularną akcję serca, która ulegała przyśpieszeniu przed śmiercią, osłabienie siły mięśniowej i ostatecznie zapad i śmierć.

Objawy występujące po wstrzykiwaniach wśródżylnych są podobne do tych, jakie obserwowano przy wstrzykiwaniach podskórnych roztworów w oliwie. W czasie wstrzykiwania roztworu i przez pewien czas potem, zwierzę nie przejawia żadnych zmian. Notowania ciśnienia krwi, tętna i oddechu, nie przedstawiają nic osobliwego w tym okresie, jednakże po upływie 10 do 20 minut daje się zauważyć zwiększany ślinotok, który wprędce przechodzi w obfity wypływ kleistej śliny. Następnym objawem, który spostrzegamy, jest biegunka, której mogą to-

warzyszyć wymioty. Biegunka ta trwa, aż do chwili śmierci, a po upływie kilku godzin od chwili wstrzyknięcia, stolec zawiera krew. Oddech staje się przyśpieszony, a o ile nie zastosowano znieczulenia, zwierzę okazuje wyraźne wzmożenie pobudliwości. W tym okresie można wywołać odruch przestrachu zapomocą najlżejszego ruchu ręki, lub niespodziewanego dotknięcia, a odruch spojówkowy wywołuje już dotknięcie jakiejkolwiek części pyska. Chód staje się wkrótce niepewny, ruchy mięśni spastyczne, i nieopanowane i towarzyszą im widoczne tężcowe skurcze mięśni. Odruch kolanowy można wywołać zapomocą dotknięcia palcem. Zwierzę w krótkim czasie nie może ani chodzić, ani stać nawet, a gwałtowne spastyczne ruchy akcentują się i przechodzą w drgawki kloniczne, a przytem wyprężają się tylne nogi, a szyja i kolumna pacierzowa wyginają się w łuk. Tętno, które w tym okresie bywa nieco zwolnione, staje się wkrótce nieregularne. Przy badaniu ręką okolicy serca widzimy, że serce od czasu do czasu opuszcza uderzenia. Powtarza się to coraz częściej, tak, że wkrótce serce ma tylko połowę tych uderzeń co poprzednio. Jeżeli otworzymy klatkę piersiową, zobaczymy, że na każde dwa uderzenia przedsionka wypada jedno uderzenie komory. Rytm ten może nawet dojść później do stosunku jak 1 : 3.

Pobudzenie nerwu błędnego łagodzi tę widoczną pobudliwość. Ciśnienie krwi opada wolno bardzo i na parę godzin przed śmiercią serce zaczyna znowu bić normalnie. W tym też okresie, lub nieco wcześniej, możemy jeszcze stwierdzić, że silne pobudzenie nerwu błędnego nie wpływa już na zwolnienie rytmu serca i nie wywiera na nie żadnego wpływu, chociaż oddech można jeszcze z łatwością zahamować. Przecięcie nerwu błędnego niema żadnego wpływu na szybkość uderzeń serca, tempo jego zwalnia się jedynie nieznacznie, widocznie przychodzi do porażenia n. błędnego. Serce powoli słabnie, występuje znaczne rozszerzenie naczyń krwionośnych jamy brzusznej, ciśnienie żylne wzrasta, a ciśnienie tętnicze krwi spada zwolna. Drgawki ustają i zwierzę leży bezwładne, następuje śpiączka. Śmierć następuje po upływie mniej niż 24 godzin od chwili wstrzyknięcia. Przyczyną jej jest zapewne osłabienie serca i silne rozszerzenie naczyń krwionośnych jamy brzusznej. Sekcja wykazuje mniej lub bardziej silne przekrwienie śluzówki jelit, które może sięgać od żołądka do odbytu i któremu towarzyszą często

Tablica 8.



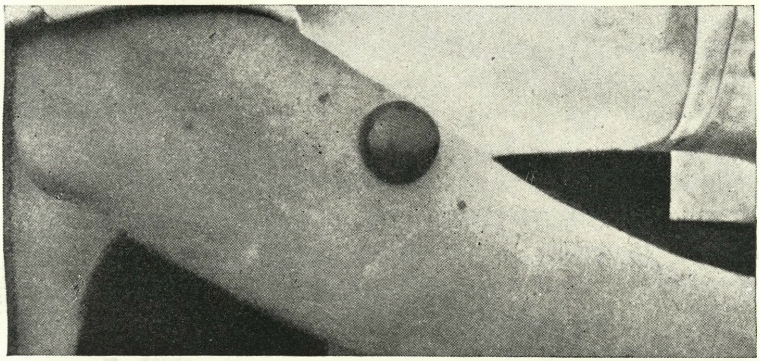
Próbka wzięta u psa, który zginął wskutek zagazowania iperytem. Widzimy tu błonę rzekomą na języku i w tchawicy.

Tablica 9.

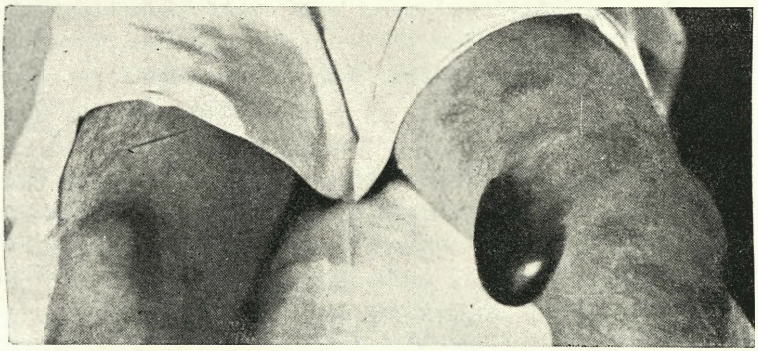


Wypadek podobny do poprzedniego, na którym widzimy obumarłą śluzówkę, odklejenie się jej i owrzodzenie.

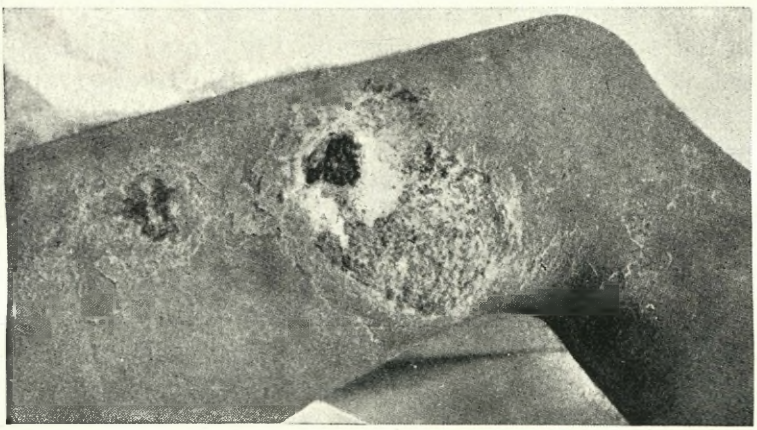
Tablica 10.



Doświadczalne oparzenie iperytem 24 godz. po zatruciu.



Oparzenie iperytem 24 godz. po wypadku.



To samo oparzenie po upływie 4 dób.

krwiotoki do światła jelit. Ten stan jelit pozwala przypuszczać, że siarczek dwuchloretylu wydziela się na błonie śluzowej przewodu pokarmowego. To oddziaływanie na serce, na przewód pokarmowy i ośrodkowy układ nerwowy, jest charakterystyczne dla iperytu.

Wpływ wdychania znacznych dawek pary iperytu. Niektóre działania, jakie mogliśmy zauważyć przy wstrzyknięciu iperytu, występują również, gdy psa zatrujemy przez wdychanie par tego ciała. Jeżeli zatrujemy psa zapomocą wdychania znacznych dawek pary siarczku dwuchloretylu, będziemy mogli obserwować te same objawy, jakie występują naskutek jego wstrzyknięcia, tj. ślinotok, wymioty, krwawą biegunkę, nadmierną pobudliwość syst. nerwowego i drgawki, wolne, nieregularne tętno, które staje się szybsze przed śmiercią, oraz paraliż nerwu błędnego. Pozwala nam to przypuszczać, że przy wysokich stężeniach siarczek dwuchloretylu może się zesorbować częściowo przez płuca i wywoływać objawy ogólne. Nie dało się jednak tego udowodnić.

Los iperytu w organizmie. Utrzymują, że jako dalszy dowód resorbcji siarczku dwuchloretylu przez płuca może służyć wykrycie jednego z produktów hydrolizy, a mianowicie siarczku dwuhydroxyetylu w moczu zwierząt zatrutych siarczkiem dwuchloretylu przez wdychanie. Ten produkt hydrolizy znajdujemy również w moczu po wstrzyknięciu wśródżylnem i po zastosowaniu iperytu na skórę psów, w ilości 0.1 do 0.2 gramów na kg. Nie jest jednak przyczyną działania iperytu. Drugim produktem hydrolizy jest kwas solny, który nie jest silnie trującą substancją, można go wstrzykiwać dożylnie w dość dużych ilościach, bez wywoływania wyraźnych zmian. Wprowadzony bowiem drogą injekcji wśródżylnej do krwi, zostaje on natychmiast zobojętniony dzięki jej buforowemu działaniu. Krew się nie zakwasza i tkanki nie bywają nigdy narażone na działanie kwasu. Jeżeli rozlejemy silny roztwór kwasu solnego na skórę lub na powierzchnię śluzówki, lub też wstrzykniemy go do tkanek, wtedy wystąpi jego działanie drażniące, wstrzyknięty natomiast w dużych ilościach do krwi lub tkanek, sprowadza zatrucie i może spowodować śmierć. Oba produkty hydrolizy iperytu rozpuszczają się bardzo łatwo w wodzie, a są słabo rozpuszczalne w rozpuszczalnikach organicznych, lub innemi słowy mają niską rozpuszczalność w lipoidach, czyli ni-

ski współczynnik rozdzielczości. Ta ich własność pozwala przypuszczać, że nie będą one przenikać z łatwością do komórek.

1. *Teorja działania.* Siarczek dwuchloretylu jest bardzo nieznacznie rozpuszczalny w wodzie, a bardzo łatwo w rozpuszczalnikach organicznych, ma wysoką rozpuszczalność w lipoidach i wysoki współczynnik rozdzielczości. Możnaby zatem z tego wnosić, że będzie on z łatwością przenikać do komórek. Własności jego szybkiego przenikania do komórek dowodzi działanie, jakie wywiera na skórę. Po przeniknięciu iperytu do żywej komórki następuje tam prawdopodobnie jego hydroliza. Uwolnienie zaś wolnego kwasu solnego wewnątrz komórki mogłoby pociągnąć za sobą poważne skutki i mogłoby poniekąd wyjaśnić nam działanie siarczku dwuchloretylu. Zgodnie z tą teorją działanie siarczku dwuchloretylu byłoby następujące:

a) Szybkie przenikanie iperytu do ciała komórki dzięki jego wysokiej rozpuszczalności w lipoidach.

b) Hydroliza wewnątrz komórki wraz z tworzeniem się kwasu solnego i tioglikolu.

c) Niszczące działanie kwasu solnego na pewne części mechanizmu komórki.

Ta teorja jest bardzo prosta i była ogólnie przyjęta. Jest prawdopodobnem, że iperyt może uledz hydrolizie w komórce, przynajmniej do pewnego stopnia. Lecz dotychczas nie zostało bezwzględnie stwierdzone, by minimalne ilości kwasu solnego, uwolnione w ten sposób wewnątrz komórki, mogły być trujące. Najmniejsza kropelka 5% roztworu iperytu wywołuje na skórze pęcherz, a ilość kwasu solnego, jaka może się znaleźć w komórce dzięki hydrolizie z takiej drobnej kropelki iperytu jest nieskończenie mała. Komórki mają normalnie reakcję alkaliczną, lecz mają one zdolność przyciągania substancji buforowych ze krwi i limfy, która je opływa. Nie jest do pomyślenia, by komórki nie mogły zobojętniać tych nieskończenie małych ilości kwasu solnego, które w dodatku nie zostają naraz odszczepione, ale stopniowo w miarę jak postępuje hydroliza.

Jeżeli znowu przyjmiemy, że przenikanie do wnętrza komórek zależy od rozpuszczalności w lipoidach, w takim razie związki podobne do iperytu i posiadające tego samego rzędu rozpuszczalność w lipoidach i zdolność hydrolizy, powinny dawać analogiczne wyniki oparzenia. Tymczasem rzecz się ma inaczej. Iperyt, czyli siarczek dwuchloretylu jest silnym środkiem pa-

rzącym, gdy tymczasem siarczek czterochlorodwuetylu, który ma większą rozpuszczalność w lipoidach i tylko nieznacznie mniejszą szybkość hydrolizy, nie posiada zupełnie własności parzących. Natomiast sulfon iperytu, którego rozpuszczalność w lipoidach stanowi jedynie $^1/_{20}$ tej, jaką ma iperyt, a szybkość hydrolizy wynosi zaledwie $^1/_{100}$ szybkości z jaką hydrolizuje iperyt, jest jednak silnym środkiem parzącym. Możnaby przytoczyć wiele innych przykładów dowodzących, że nie ma żadnego stosunku pomiędzy rozpuszczalnością w lipoidach, szybkością hydrolizy, a własnościami parzącemi.

2. *Działanie chemiczne atomu siarki.* Przypisywano również działanie trujące iperytu, obecności atomu siarki. Wiele bowiem związków zmienia się po dołączeniu do ich cząsteczki atomu siarki. Ale zmiana z siarki dwuwartościowej na siarkę więcej wartościową w iperycie równa się przeistoczeniu się iperytu w związek nieparzący, a mianowicie tlenek iperytu. Badania zaś przeprowadzone w laboratorjach Wydziału Badań Medycznych wykazały, że ani produkt wydzielczy tlenku iperytu, posiadającego 4 wartościowy atom siarki, ani też sulfonu mającego 6 wartościowy atom siarki, nie zawierają dwuwartościowego atomu siarki, znajdującego w produkcie wydzielczym iperytu. Z moczu zatrutych wydzielono końcowe produkty metabolizmu iperytu pod postacią, fenolu i tiofenolu, powstałych prawdopodobnie z kondensacji. Natomiast ani śladu tych ciał nie znaleziono po zastrzyknięciu sulfonu, lub tlenku siarki. Możemy zatem twierdzić, że wewnątrz ciała nie zachodzi ani redukcja wartości atomu siarki, ani też jakikolwiek znaczniejszy proces utleniania, ponieważ po wstrzyknięciu iperytu, c. 44% tego ciała można uzyskać z wydzielin. Jest to bardzo wysoki procent, jeżeli weźmiemy pod uwagę ewentualny rozkład iperytu pod wpływem różnorodnych procesów przemiany materji.

3. *Tworzenie się jakiegoś związku nienasyconego.* Uważano za możliwe powstanie z iperytu pewnego związku nienasyconego, analogicznie do reakcji, jaka przebiega przy zadziałaniu alkoholowego roztworu sodu na iperyt, w czasie której to chlorowodór zostaje odszczepiony i powstaje związek nienasycony. Wiemy również, że obecność grupy winylowej

$$(CH_2 = CH \text{ czyli } H—\overset{H}{\underset{|}{C}}=\overset{H}{\underset{|}{C}}—)$$

posiada znaczny wpływ na jado-

witość związku. Niejednokrotnie jednak udało się stwierdzić, że ostateczne produkty przemiany iperytu i siarczku dwuwinylu, jakie mają miejsce w organiźmie, są od siebie różne i właściwe dla każdej z tych substancji macierzystej. Jeden z nich nie przechodził w drugi. Wykazuje to, że własności trujące iperytu nie zależą od tworzenia się rodnika winylowego, i że prawdopodobnie nie da się utworzyć z iperytu innego nienasyconego rodnika trującego.

4. *Działanie cząsteczki całkowitej.* Ostatecznie doszło się do przekonania, że własności trujące iperytu zależne są od działania cząsteczki jego jako całości. W związku z tem należy zaznaczyć, że badacze angielscy ogłosili niedawno dane, które doprowadziły ich do tych samych wniosków. Nasze badania były bardziej różnorodne, stwierdziliśmy naprzykład, że wpływ iperytu na enzymy, jak i na niezłożone białka, ma charakter specyficzny. Iperyt naprzykład zabija drożdże, podczas gdy ani kwas solny, ani siarczek wodorotleno-etylu, nie wywierają na nie żadnego wpływu, a wiemy że one obydwa są produktami hydrolizy iperytu. Z drugiej strony działanie podpuszczki zostaje przyśpieszone w jednakim stopniu przez wszystkie trzy związki. Teorja ta pozostaje w zupełnej zgodzie z tem, co wiemy wogóle o substancjach trujących. Naprzykład działanie strychniny na komórki ruchowe rdzenia pacierzowego, powoduje cała jej cząsteczka, a nie może go wywołać jakikolwiek z rodników odszczepionych z tego alkaloidu. Znaczna ilość alkaloidów jest ściśle spokrewniona pod względem swej chemicznej budowy, a jednak ich farmakologiczne działanie bywa bardzo różne. Każde poszczególne skupienie cząsteczek składających alkaloid zdaje się działać jako całość, i nie możemy powiedzieć w żadnym wypadku, że ich farmakologiczna działalność zależy od któregokolwiek z zawartych w nich rodników.

Niezależnie od tego, jakąby była teorja działania, musimy stwierdzić, że iperyt jest trucizną wywierającą swe działanie niszczące na wszelkie komórki, czy to skóry, czy też błony śluzowej, niezależnie od ich budowy, o ile tylko wejdzie z niemi w bezpośrednie zetknięcie. Naczynia włosowate, oraz inne narządy których dosięga iperyt, ulegają porażeniu.

Znanem jest ogólnie, że oparzenia iperytowe goją się o wiele wolniej od innych oparzeń wywołanych przez środki chemiczne, lub przez przyczyny natury fizycznej. Ta okolicz-

ność daje się wytłomaczyć działaniem iperytu na naczynia krwionośne, które stają się niezdolne do wypełniania swych funkcji reparacyjnych, a także i tem, iż obumarła tkanka stanowi dobre podłoże dla wzrostu bakterji. Stąd też pochodzi wielka skłonność oparzeń ipertowych do zakażenia.

Patologja zatruć iperytowych. Ogólna patologja ostrych wypadków zatrucia (t. j. tych co umierają w ciągu 48 godzin). Umiejscowienie uszkodzenia skóry w ostrych wypadkach zatrucia zależą w znacznym stopniu od długości trwania działania iperytu i odporności danego osobnika. O ile człowiek oparzony miał w czasie obryzgania go iperytem maskę przeciwgazową — twarz jego bywała nietknięta, również rzadko powstawały oparzenia na czaszce. Każda zaś inna część ciała, zaczynając od szyi, aż do końców palców u nóg, mogła być siedliskiem oparzenia. Zazwyczaj wąska przestrzeń skóry odpowiadająca paskowi noszonemu naokoło pasa, pozostawała również nietknięta, a to dzięki ochraniającemu działaniu tej części ubrania. We wczesnym okresie oparzeń obserwujemy rozmaite ich nasilenie, zaczynając od rumieni lekkiego i silniejszego stopnia, aż do tworzenia się pęcherzy lekkiej i cięższej postaci. Przy oparzeniach cięższych wszystkie te zmiany można stwierdzić u tego samego człowieka. Iperyt atakuje najpierw okolice pach, łokci, wewnętrzne powierzchnie nóg i rąk, pachwiny i organy płciowe.

Uszkodzenia oczu noszą charakter albo kataralnego zapalenia, lub też zapalenia ropnego spojówek. We wczesnym okresie nie daje się zauważyć żadnych zmian w rogówce.

Błona śluzowa nosa, tchawicy oraz tylnej części języka, jest obrzękła i znajdują się na niej plamy utworzone przez tkankę obumarłą.

Przy otwarciu klatki piersiowej płuca nie zapadają się. Przedstawiają one to zapadnięte ciemne przestrzenie niedodmy, to bladoróżowe, wzniesione ponad otoczenie, przestrzenie rozedmy, miejscami znowu mają one wygląd zupełnie normalny. Przy przecięciu powierzchnia cięcia jest dość sucha, lecz naczynia krwionośne są silnie przekrwione i wypełnione krwią. Wielkie oskrzela i tchawica wysłane są błoną rzekomą, która tworzy jakby dokładny odlew tych przewodów, sięgając niekiedy aż do najdrobniejszych oskrzelików. Pewna ilość oskrzelików bywa zablokowana wysiękiem i być może tem się tłomaczy powstanie niedodmy w niektórych płatach płuc. W sercu nie znajdujemy

zmian żadnych z wyjątkiem pewnego rozszerzenia prawej komory. Wszystkie narządy jamy brzusznej wykazują bierne przekrwienie. Niekiedy znajdujemy obumarcie, albo owrzodzenie błony śluzowej żołądka, przypuszcza się, że jest ono spowodowane spożywaniem pokarmów zanieczyszczonych iperytem. Czasami znajdujemy wybroczyny krwawe na śluzówce żołądka i jelit cienkich.

Badania mikroskopowe. Wycinki skóry z różnych miejsc wykazują obumarcie nabłonka, a zaś w niektórych miejscach proces nekrotyczny sięga do różnych głębokości corrium, a czasem poprzez corrium do tkanek podskórnych.

W płucach widzimy bardzo duże przepełnienie naczyń krwią przy dość małym obrzęku, znaczne części płuc objęte niedodmą, a obok rozedmę kompensacyjną. W wielu wypadkach przychodzi poprostu do zniszczenia miąższu płuc. Miąższ płuc wygląda jak masa składająca się z przepełnionych krwią naczyń włosowatych, ze złuszczonych komórek nabłonka, komórek okrągłych, nielicznych wielojądrzastych leukocytów i czerwonych ciałek krwi. Jednakże pod większym powiększeniem widzimy dosyć nieznaczną reakcję zapalną. Leukocytów wielojądrzastych jest mało, włóknika zaś bardzo niedużo, lub też niema go zupełnie. Jest to obraz chemicznego zapalenia płuc niektórych autorów.

W górnych drogach oddechowych znajdujemy zniszczony nabłonek, a często cała błona śluzowa jest obumarła. Spotykamy tam stale błonę rzekomą, która składa się z włóknika, leukocytów, czerwonych ciałek krwi, śluzu i miazgi. Widzimy tam również obumarcie ścianek oskrzelików, oraz otaczających je pęcherzyków płucnych krwawe wybroczyny i wczesny wysięk zapalny. Barwienie na drobnoustroje wykazuje nam bakterje w błonie rzekomej i w ściankach drobnych oskrzelików, przyczem przeważają ziarnkowce gram dodatnie.

Ogólna patologja wypadków, które miały zejście śmiertelne w późniejszym okresie (tj. po upływie 48 godzin). Obrażenia skóry przedstawiają w tych wypadkach wielką rozmaitość. Przestrzenie, które pierwotnie były objęte jedynie rumieniem i gdzie nie doszło do utworzenia się pęcherzy, wykazują obecnie ciemno bronzową pigmentację i suche łuszczenie górnych pokładów naskórka. Pęcherze znajdują się w różnych stadjach swego rozwoju, niektóre z nich są napełnione cieczą,

inne zaś całkowicie wyschnięte. Znajdujemy również przestrzenie pozbawione nabłonka i obumarłe, w tych miejscach daje się zauważyć rozległa wtórna infekcja. Najpoważniejsze obrażenia skóry znajdujemy na tych miejscach, które najpierw ucierpiały, t. j. na organach płciowych, pod pachami, oraz na wewnętrznych powierzchniach ramion i ud.

Przy autopsji stwierdzamy zwykle brak uszkodzeń oczu dlatego, że one się zwykle goją bardzo szybko, a to należałoby przypisać temu, że infekcja wtórna, występująca w innem miejscu, działa na schorzenia oczu jako niespecyficzny bodziec leczniczy. Jednakże może pozostać jeszcze ropne zapalenie spojówki, a niekiedy i owrzodzenie rogówki. U żołnierzy rzadko udaje się spotkać poważniejsze uszkodzenie oczu, gdyż oczy dają się leczyć z łatwością w najwcześniejszym okresie. Natomiast bardzo ciężkie postacie uszkodzeń tych spotykamy u zwierząt doświadczalnych.

Nos, krtań i tylna trzecia część języka w późniejszym okresie są siedliskiem o wiele bardziej rozległego obumarcia tkanki, niż w ostrych wypadkach zatrucia, a niekiedy spotkać można tam tworzenie się błony rzekomej. Dokoła przestrzeni obumarłych widzimy wyraźnie zapalną reakcję.

W płucach stwierdzić można zlewające nekrotyczne ogniskowe zapalenie płuc wraz z tworzeniem się ropni. Z ognisk tych można zawsze wyhodować kultury rozmaitych bakterji i oczywistem jest, że to zapalenie płuc powstało wskutek zakażenia wtórnego i jest główną przyczyną śmierci w tych wypadkach.

Oskrzele i tchawica zawierają gęsty ropny wysięk oprócz błony rzekomej, znajdującej się w okresie rozkładu. Światło oskrzelików jest całkowicie zapełnione ropą, a na przecięciu robią one wrażenie ropni.

W sercu nie znajdujemy żadnych zmian, które możnaby przypisać specyficznemu działaniu gazu. Prawa komora jest rozszerzona, wskutek przeszkody w krwiobiegu płucnym. Narządy jamy brzusznej znajdują się w stanie biernego przekrwienia.

Badania mikroskopowe: Na skórze znajdujemy zmiany nekrotyczne w różnych okresach, zależne od stopnia uszkodzenie tych części, którą wzięto do badania. Spotykamy tutaj również nieco stanów zapalnych, których nie bywa przy ostrych wypadkach zatrucia, na dolnym brzegu przestrzeni obumar-

łych w skórze właściwej lub też w tkance podskórnej spotykamy bujanie tkanki łącznej: Widzimy również rozpoczynające odradzanie się nabłonka wychodzące z torebek włosów i gruczołów potowych.

Drogi oddechowe. Podobne uszkodzenia znajdujemy w przewodzie oddechowym, począwszy od jamy nosowo-gardłowej aż do oskrzeli włącznie. Uszkodzenie to możemy określić, jako ostre zapalenie z wytworzeniem się błony rzekomej.

Najwcześniejszą zmianą zdaje się być zwykłe, wypełnienie krwią naczyń krwionośnych. Dotknięte tem są naczyńka włoskowate, i żyły, a w razie wzmożenia się tego przekrwienia występują krwawe wybroczyny do tkanki płucnej. Później przychodzi do zakrzepów w żyłach przebiegających w warstwach powierzchownych podnabłonkowych. Mniejsze naczyńka krwionośne są zamknięte przez gęste złogi włóknika, a w większych naczyniach krwionośnych widzimy bardziej luźną siatkę włóknikową. Zniszczenie komórek nabłonkowych, złuszczenie ich i wytworzenie się błony rzekomej zjawiają się równocześnie. Błona rzekoma składa się z wysięku włóknistego tworzącego siatkę, w której oczkach znajdują się leukocyty, komórki nabłonka i znaczna ilość bakterji. Błona ta może dochodzić aż do drobnych oskrzeli, a odpowiadające im oskrzeliki zawierają zwykle pewną ilość ropy. Nabłonek oskrzelików może być nietknięty, ale czasami bywa nacieczony leukocytami, jest popękany i pozwala na krążenie ropy znajdującej się w oskrzelikach i otaczającej tkance płucnej w ogniskach zapalenia płuc.

Wytworzeniu się błony rzekomej towarzyszy zapalenie włóknikowe znajdującej się pod nią śluzówki i tkanki podśluzowej wraz z ropnem nacieczeniem i obrzękiem występującym tak ogniskowo jak i w rozsianiu.

Płuca, We wszystkich prawie wypadkach znajdujemy silne wypełnienie krwią naczyń, obrzęk i ropne ogniskowe zapalenie płuc wraz z wybroczynami międzypęcherzykowemi i ropne włóknikowe zapalenie płuc. Części płuc objęte obrzękiem wykazują również bardzo silne przekrwienie i można tam spotkać obok różnych stopni obrzęku, kataralne łuszczenie się nabłonka, nacieki białych ciałek i wybroczyny międzypęcherzykowe. W łagodniejszych zatruciach przenikanie krwinek przez ścianki naczyń krwionośnych, bywa przyczyną wybroczyn, ale w wypadkach cięższych następuje rzeczywisty zawał wybroczy-

nowy i pęcherzyki zapchane są świeżą krwią, a ścianki pęcherzyków są na mniejszych lub większych przestrzeniach obumarłe.

Spotykamy tam wybroczyny międzypęcherzykowe i obfite wybroczyny w ściankach pęcherzyków.

Z temi zmianami łączy się rozedma i niedodma płuc różnego stopnia. Rozedma nie stanowi cechy wybitnej. Tu i ówdzie tylko spotykamy ogniska rozedmy. Małe zaś przestrzenie zapadania się płuc widzimy naokoło ogniska zapalenia płuc.

Streszczenie. Uszkodzenia iperytem, powodujące śmierć powstają zazwyczaj wskutek ostrego zapalenia całego przewodu oddechowego, z następującym łuszczeniem się nabłonka śluzowego i tworzeniem się błony dyfterycznej.

Błona ta zamyka przewody oddechowe i jest dobrem podłożem bakterji, a następstwem infekcji bywa ostre ropne zapalenie oskrzeli i oskrzelowo-miąższowe zapalenie płuc.

Objawy zatrucia iperytem. Iperyt wywołuje niezwykły zespół objawów, jednakże dają się one łatwo zrozumieć i rozklasyfikować. Jakimkolwiek by był sposób jego działania, jest rzeczą znaną, że iperyt działa najpierw jako środek drażniący komórkę, a ostatecznie jako zatruwający ją. Zabija on wszystkie komórki z któremi wchodzi w zetkięcie się w organizmie i wszystkie powstające objawy dają się wyjaśnić jako wynik tego trującego działania na komórki. Potrzeba jednak pewnego czasu, by powstać mogło takie uszkodzenie komórki, gdyż objawy nie rozwijają się natychmiast po zatruciu. Jedynie w rzadkich wypadkach, w których powstają najcięższe postacie zatrucia wskutek bezpośredniego zastosowania iperytu, objawy pojawiają się w ciągu pierwszej godziny. W większości wypadków objawy zatrucia występują po upływie 4-ch do 6-ciu godzin, ale również okres wylęgania może trwać i 24 godzin. Długość trwania tego okresu wylęgania zależy głównie od stężenia iperytu, na którego działanie organizm był narażony i można przyjąć jako regułę, że im wyższe było stężenie, tem krótszą będzie zazwyczaj przerwa pomiędzy chwilą zatrucia a wystąpieniem pierwszych objawów. Reguła ta ma pewną wartość przy rokowaniu, gdyż można oczekiwać, iż o ile objawy występują wkrótce po zatruciu, wypadek będzie ciężki, i odwrotnie. Niemożna tu jednak rokować z absolutną pewnością, gdyż długość okresu wylęgania i natężenie objawów za-

leżą w znacznym stopniu od wrażliwości danego osobnika na tę truciznę. Pod tym względem istnieją duże różnice, niektórzy ludzie są bardzo odporni, drudzy znów bardzo wrażliwi, a pomiędzy temi dwoma ostatecznościami istnieje wielka ilość stopni indywidualnej wrażliwości. Objawy wywołane przez zatrucie iperytem bywają miejscowe i ogólne, a mianowicie:

I. Miejscowe. 1. Zapalenie spojówek i podrażnienie oczu.

2. Rumień na rozmaitych częściach skóry, na nim zaś mogą utworzyć się pęcherze, przeczosy lub owrzodzenia.

3. W wypadkach nie stosowania maski przeciwgazowej, może powstać zapalenie błony śluzowej, nosa, gardła, tchawicy, i oskrzeli, a w niektórych razach martwica i oddzielenie się błony śluzowej, oraz rozwój wtórnego zapalenia oskrzeli lub płuc.

4. Jeżeli nieco iperytu dostanie się do przewodu pokarmowego przez połknięcie, wystąpi podobne zapalenie błony śluzowej przewodu pokarmowego, z towarzyszeniem nudności, wymiotów i biegunek.

II. Objawy ogólne. Schorzenie systemu pokarmowego, oddziaływa na układ nerwowy, wywołując głęboką apatję i depresję, oddziaływa również na system krwionośny i powoduje zaburzenia w przemianie materji, oraz utratę apetytu.

Historja typowego wypadku zatrucia które powstało przy braku jakiegokolwiek zabezpieczenia. Po narażeniu się na działanie pary, lub obłoku drobno rozpylonego iperytu, nie daje się zrazu nic zauważyć, za wyjątkiem słabego, charakterystycznego zapachu. Po upływie kilku, mniej więcej od 4-ch do 6-ciu godzin, występują pierwsze objawy ze strony systemu nerwowego, jako to: przytępienie władz umysłowych, ból głowy, ucisk w okolicy żołądka, nudności lub wymioty, wielkie osłabienie i wyczerpanie. W innych wypadkach brak tych objawów ogólnych, a natomiast miejscowe objawy zwracają wpierw na siebie uwagę. Zjawia się ból w oczach i łzawienie, doznaje się uczucia ucisku a częstokroć ma się wrażenie obecności obcego ciała w worku spojówkowym, występuje światłowstręt, a przy badaniu stwierdza się zaczerwienie spojówki. Z nosa płynie rzadki śluz, jak przy silnym katarze, czemu towarzyszy częste kichanie. Chorzy skarżą się na uczucie suchości i palenie w gardle, głos ich staje się ochrypły i pojawia się chrypliwy kaszel. Zapalenie skóry

występuje wtedy pod postacią ciemno-czerwonego rumienia twarzy i szyi, który przypomina opaleniznę, przyczem bólu na skórze prawie niema. Wewnętrzne powierzchnie ud, organów płciowych, pach, pośladków, oraz innych części zakrytych są również objęte rumienią. Iperyt działa głównie na te okolice skóry, w których posiada ona delikatniejszą budowę i obfituje w gruczoły potowe. Swędzenie i palenie skóry może powstać samorzutnie, albo też zjawia się ono dopiero po obmyciu. Nawet te względnie łagodne objawy mogą stać się tak przykre, że wywołują bezsenność. Po upływie 24 godzin wygląd chorego nabiera cech charakterystycznych, zapalenie spojówek wzmaga się stale, naczynia są silnie nastrzyknięte, a najprzykrzejszym objawem jest ból oczu, i jest on niewątpliwie jedną z przyczyn głębokiego przygnębienia. Pacjent leży jak oślepiony, łzy spływają mu z pod obrzmiałych wystających powiek po zaczerwienionej, zlekka pęcherzami pokrytej twarzy, z nosa płynie śluz obficie, a ciągły chrapliwy kaszel trwa bez przerwy. Ból głowy, umiejscowiony w okolicy czołowej, towarzyszy zwykle bólowi oczu, a światłowstręt i skurcz powiek są zawsze bardzo silne. W ciągu drugiego dnia, na oparzonej powierzchni skóry tworzą się zazwyczaj pęcherze, a moszna, prącie, oraz inne silnie oparzone powierzchnie, nabrzmiewają i stają się bolesne przy dotyku. Rozwija się w tym czasie zapalenie oskrzeli, wraz z obfitą wydzieliną śluzowo - ropną, w której można znaleźć strzępy błony śluzowej tchawicy. Temperatura wzrasta, jak również ilość tętna i oddechów.

Jeżeli oparzenie było silne, objawy te wzmagają się w ciągu następnych dni. W wypadkach, w których chorzy zostali zatruci tylko w nieznacznym stopniu, nie dochodzi do powstawania pęcherzy Na podstawie obserwacji klinicznej możemy podzielić wypadki zatrucia iperytem na trzy grupy:

1. *Wypadki lżejsze:* rumień skóry, zaczerwienienie oczu, i nieznaczna chrypka. Stan taki może powstać pod wpływem niskich stężeń działających w ciągu długiego czasu, jednak po upływie kilku dni może rozwinąć się u tych chorych poważna reakcja ogólna, i ciężkie schorzenie, które może zakończyć się śmiercią naskutek dołączającej się infekcji. Chociaż nie można tego uważać za regułę ogólną, należy jednak się z tem liczyć, i dopiero te wypadki można zaliczyć do lżejszych zatruć, które po upływie trzech dni pozostaną lekkimi.

2. Tu należy zaliczyć tych chorych, u których występują rozległe uszkodzenia skóry, przewodu oddechowego i oczu natychmiast po oparzeniu, lub też dopiero po upływie kilku dni. Uszkodzenia te obejmują znaczniejsze przestrzenie skóry i mogą tu występować już nietylko zaczerwienienia powiek, ale i dalsze zmiany w postaci nekrozy. Prócz tego stwierdzamy u tych chorych uporczywy, męczący kaszel, bezgłos, utratę apetytu, oraz towarzyszące temu silne bóle w przewodzie pokarmowym i uporczywe zaparcie, silny obrzęk spojówek, ciągły łzotok i skurcz powiek. Chorzy tacy znajdują się w stanie ogólnej apatji, chowają głowy pod kołdry dla uniknięcia światła. Z nosa wycieka im stale śluz, kaszlą prawie bez przerwy. Mają podwyższoną temperaturę i zaczynają się u nich zjawiać zaburzenia krążenia.

3. Do trzeciej grupy zaliczamy wypadki przedstawiające obraz najcięższego zatrucia, w tych wypadkach rzadko kiedy się zdarza, by brakowało rozległych uszkodzeń miejscowych. Na obraz tych zatruć składają się poważne zaburzenia w ośrodkowym układzie nerwowym, rozległe i głębokie zmiany w skórze i w błonach śluzowych, oraz poważne owrzodzenie i zwężenie światła oskrzeli, sięgające aż do pęcherzyków. Temperatura tych zatrutych jest podniesiona, a krwiobieg utrudniony. Jest to obraz podobny, jaki spotykamy przy zatruciach drugiej kategorji, wszystkie objawy są tu jednak wzmożone, a powikłania trafiają się częściej. Do powikłań tych należy influenza, oraz zakażenie paciorkowcami, pneumokokami i gronkowcami. Niektóre powikłania występują już po upływie 24 godzin, lecz większość zakażeń występuje dopiero po kilku dniach i im dłużej trwa choroba, tem prawdopodobniejszem staje się wystąpienie tego zakażenia. Na skórze powikłania przybierają postać zakażonych owrzodzeń, w drogach oddechowych występują one pod postacią uszkodzeń o nasileniu rozmaitem, od zakaźnego zapalenia oskrzeli do najcięższego zapalenia płuc włącznie. W takich wypadkach zatrucie iperytem jest połączone z infekcją drobnoustrojami, dającą wkońcu obraz poważnej posocznicy. Zejście śmiertelne zdarza się rzadziej w ciągu 2 lub 3 dni od zatrucia, częściej natomiast w ciągu 3 — 4 tygodni. Szczególnie przy schorzeniach o przebiegu przedłużającem się.

Oczy. Zapalenie oczu zjawia się jako jeden z najwcześniejszych ojawów i waha się od najlżejszego zapalenia spo-

jówki, wraz ze łzawieniem i nieznacznem podrażnieniem, aż do najcięższych uszkodzeń. Jednakże, gdy widzi się chorego w pierwszych chwilach po zatruciu, niepodobna orzec, czy przebieg cierpienia pozostanie łagodny, czy też jest to tylko początkowy okres poważnego stanu zapalnego. Zazwyczaj zdarza się ten ostatni wypadek. Z opuchniętych, zamkniętych oczu płyną łzy i ropa. Jeżeli otworzymy worek spojówkowy, widzimy, że naczynia krwionośne są rozszerzone, a niekiedy zapalenie obejmuje rogówkę. W niektórych wypadkach występuje poważne zapalenie rogówki z towarzyszącem mu zmętnieniem. Należy dawać pilne baczenie, by pacjent sam nie pogorszył swego stanu przez tarcie oczu i należy przedsięwziąć wczas odpowiednie leczenie, by nie dopuścić do owrzodzenia rogówki. Na szczęście trafia się ono rzadko i jedynie w wypadkach, w których oczy zostały obryzgane iperytem. W tych razach, gdy nie zachodzą komplikacje, po kilku dniach światłowstręt i obrzęk zmniejszają się znacznie, a zmętnienie rogówki wyjaśnia się po upływie kilku tygodni. Ślepota występuje jedynie w rzadkich wypadkach. Należy obawiać się najbardziej wtórnego zakażenia, można go uniknąć zapobiegając podrażnieniom mechanicznem w postaci np. tarcia oczu przez pacjenta i pilnując starannego przemywania oczu. Badacze angielscy dzielą uszkodzenia oczu na trzy grupy:

1. Wypadki stopnia lżejszego stanowiące 75% całkowitej ilości zatrutych, są to ci chorzy, którzy stają się znów zdolni do pracy po upływie 1 — 4 tygodni.

2. Wypadki pośrednie stanowiące 15% całkowitej ilości zatruć, to ci, którzy powracają do zdrowia po upływie 4 — 6 tygodni.

3. Niektóre wypadki ze zmianami na rogówce stanowiące 10% całkowitej ilości, ci chorzy potrzebowali 1 — 2 miesięcy dla odzyskania zdrowia.

Skóra. Gdy działanie iperytu ogranicza się jedynie tylko do działania jego pary, uszkodzenia skóry bywają umiejscowione na nieokrytych lub niedostatecznie okrytych częściach ciała i na przestrzeniach, gdzie skóra ma delikatną budowę lub też jest gęsto pokrytą gruczołami, jak np. na twarzy, szyi, w pachach, pachwinach, na organach płciowych, udach, pośladkach. Natomiast rzadko trafiają się uszkodzenia w tych okoli-

cach, gdzie skóra ma silniejsze utkanie, np. na czaszce, na stopach, lub w okolicach, gdzie do skóry przylega ściśle ubranie, jak np. w pasie lub pod rzemieniami tornistra.

Przestrzeń która uległa oparzeniu jest zaczerwieniona, jakby od naświetlania słońcem lub od działania synapizmów. Spotykamy zawsze mniej lub więcej zaznaczone nacieczenie naskórka. W tych miejscach, w których tkanka podskórna jest luźno, przytwierdzoną do podstawy, jak naprzykład na powiekach lub na mosznach obrzęk jest bardziej widoczny, tam skóra staje się wygładzoną i nabrzmiałą. Te uszkodzenia wywołują subjektywne objawy palenia, swędzenia i bolesnego napięcia.

Uszkodzenia skóry obejmują całą skalę oparzeń różnego stopnia, zaczynając od najlżejszych sensacji palenia i swędzenia, aż do tworzenia się pęcherzy i zniszczenia tkanki połączonego z owrzodzeniem. W niektórych wypadkach skóra jest jednostajnie oparzoną na całej swej przestrzeni. Tacy pacjenci o czerwonej obrzękłej skórze mogą przedstawiać obraz poważnych zaburzeń ogólnych, pomimo to, że oparzenia te nie przechodzą w owrzodzenia. Gorączka, zaburzenia jelitowe i nerwowe objawy mogą powstawać częściowo wskutek wchłonięcia się iperytu, częściowo zaś wskutek resorpcji produktów rozkładu iperytu ze skóry. Przebieg takich wypadków bywa po większej części śmiertelny. Jeżeli w ciągu drugiego dnia nie utworzą się pęcherze, głęboki czerwony rumień ustępuje miejsca zabarwieniu skóry koloru miedzi, lub lawendy, lub też zabarwieniu bronzowemu, a to w dalszym ciągu zmian przechodzi ostatecznie w bronzową lub czarną pigmentację. Gdy się ta pigmentacja rozpocznie, trwa ona zazwyczaj kilka tygodni, lub też do chwili całkowitego złuszczenia się naskórka. Stopień pigmentacji nie pozostaje w żadnym stosunku do stopnia oparzenia. Częstokroć staje się ona bardzo przykrą, zwłaszcza gdy trafia się na odkrytych częściach ciała, np. na twarzy. Jednak w każdym wypadku wcześniej czy później pigmentacja ta znika. To zjawisko pigmentacji przypomina nam podobne zabarwienie skóry powstające wskutek opalenia się na słońcu i może powstawać wskutek przyczyn podobnych.

Tworzenie się dużych pęcherzy na skórze poprzedza powstawanie pęcherzyków, które zlewają się stopniowo ze sobą. Te pęcherze zawierają przezroczysty żółty płyn, a jeżeli usu-

niemy naskórek, widzimy obnażone głębsze warstwy nabłonka. O ile nie nastąpi zakażenie w tym stadjum, uczucie bólu, jakie mu towarzyszy, jest niewielkie. Pęcherze mogą się tworzyć w ciągu paru dni kilku rzutami. Wskutek tego rozpowszechniło się przekonanie, że ciecz z pęcherzy zawiera iperyt, który może się stać przyczyną ponownego oparzenia, jeżeli ścieka ona po innych okolicach skóry. Wydaje się to jednak nieprawdopodobne, a późniejszy rozwój uszkodzeń daje się raczej wyjaśnić różnorodną reakcją okolic skóry, posiadającej różną wrażliwość względnie działaniem różnych stężeń iperytu.

Drogi oddechowe. Chociaż oparzenia iperytem oczu i skóry powodują dużo subjektywnych i objektywnych objawów, to jednak najpoważniejszemi uszkodzeniami są oparzenia błony śluzowej przewodu oddechowego. Uszkodzenie dotyczy błony śluzowej wszystkich dróg oddechowych, nosa, gardła, krtani, tchawicy i oskrzeli aż do pęcherzyków płucnych. I tu również szybkość występowania objawów, stopień i rozmiar uszkodzenia zależą głównie od stężenia gazu, czasu trwania działania i wrażliwości pacjenta. Drogi oddechowe mogą ulec zaatakowaniu u osób, które nie były zaopatrzone w maskę nawet wtedy, gdy skóra ich jest nieznacznie tylko oparzona. Rozmiar tych uszkodzeń bywa rozmaity, zaczynając od najlżejszego kataralnego zapalenia, aż do tworzenia się błony dyfterycznej, która może zapełnić całe rozgałęzienie oskrzeli. Pierwszemi objawami są: palenie i łaskotanie w gardle oraz uczucie jakby drapania pod mostkiem. Poczem zaczyna wypływać wydzielina ze wszystkich powierzchni śluzowych, tak jak to widzimy przy influenzy. Charakterystycznym objawem u takich pacjentów jest ochrypnięty głos i szczekający kaszel. Przy badaniu widzimy, że wszystkie błony śluzowe są zaczerwienione i bywają pokryte najpierw wydzieliną śluzową, a następnie śluzowo-ropną.

Zapalenie krtani. Występuje ono zwykle w postaci bardzo silnej, jest połączane z całkowitą utratą głosu i częstym bolesnym kaszlem. Badanie miejscowe wykazuje istnienie obrzęku przeważnie w okolicy nagłośni oraz paraliż strun głosowych. Plwocina staje się obfitszą, śluzowo-ropną, może ona zawierać kłaczki śluzu, a niekiedy strzępy błony rzekomej, która może niekiedy spowodować zatkanie krtani. Jeżeli będziemy badać płuca w tym wczesnym okresie, nie znajdziemy w nich

nic prócz nieznacznej zmiany w szmerach oddechowych, może nieco rzężeń średnio i drobno pęcherzykowych. Po niejakim czasie można już jednak nad całą klatką piersiową stwierdzić te rzężenia, tak jak przy zwykłem zapaleniu oskrzeli. Zwiększający się kaszel i wzrastająca temperatura i tętno wskazują na rozwój silnego zapalenia oskrzeli. Jeżeli cierpienie przenika do głębi pęcherzyków, lub jeżeli zapalenie błony śluzowej oskrzeli doprowadza do jej obumarcia, tworzenia się błony rzekomej oraz krwawych wybroczyn powstających przy oddzielaniu się tej błony, objawy ciężkie takie jak gorączka i szybie tętno wzmagają się, a ponadto występuje sinica i zespół towarzyszących jej objawów. Jeżeli dołączy się do tego infekcja, wtedy rozwija się ogniskowe zapalenie płuc różnych stopni, tworzą się ropnie, rozwijają się zapalenia opłucnej i powstają zwykłe towarzyszące tym cierpieniom objawy i oznaki fizyczne, a życie pacjenta staje się zagrożonem. Plwocina staje się niezwykle obfitą, ilość jej może dochodzić do litra w ciągu 24 godzin, składa się ona głównie z ropy zmieszanej z krwią i strzępami błon rzekomych.

Ostre zapalenie płuc ogniskowe stanowi najczęstsze i najpoważniejsze powikłanie przy zatruciach iperytowych. Rozwija się ono zazwyczaj pomiędzy 3-im a 8-ym dniem choroby. Może się ono rozpocząć dreszczami, bólem głowy i ogólnym niedomaganiem, lecz niezmiennym objawem wstępnym jest podniesienie się temperatury oraz szybkie tętno. Duszność może być znaczna. Takie zapalenie płuc może spowodować śmierć w przeciągu kilku dni. W innych zaś wypadkach infekcja płucna może trwać w postaci zapalenia ogniskowego płuc typu przewlekłego i powoduje z czasem charłactwo a śmierć następuje po kilku miesiącach. Inni znowu zatruci powracają szybko do zdrowia. Objawy ustępują stopniowo, ogólny stan zdrowia poprawia się, temperatura spada, kiedy bliską zdaje się już być chwila, w której pacjent będzie mógł powrócić do pełnienia swych obowiązków, wtedy wybucha ponownie broncho-pneumonja. W takich wypadkach rokowanie bywa zwykle niepomyślne, ale jednakże w niektórych wypadkach proces choroby się kończy i pacjenci powracają do zdrowia po kilku miesiącach chronicznego zapalenia oskrzeli.

Przewód pokarmowy (żołądek i jelita). W każdym prawie wypadku zatrucia istnieją pewne objawy wskazujące na zaata-

kowanie przewodu żołądka i jelit. Są to: uczucia ucisku i bóle w nadbrzuszu, nudności, wymioty i brak apetytu, często występuje biegunka, naogół częściej spotykamy zaparcie stolca, trwające po kilka dni. Zjawiska te można uważać za miejscowe działanie iperytu, przełkniętego wraz z śliną. I rzeczywiście niekiedy pokarm lub woda zanieczyszczona iperytem bywa spożyta, w takich razach objawy żołądkowo-jelitowe bywają wyraźnie zaznaczone i mogą występować oddzielnie bez jakichkolwiek obawów ze strony skóry, lub płuc. W takich razach zjawiają się również bóle w cienkich kiszkach lub w okolicy okrężnicy, zupełny brak apetytu, i towarzyszący temu stan ogólnej silnej depresji. Ogólnie można przy tych wypadkach powiedzieć, że z chwilą gdy apetyt zaczyna powracać, rozpoczęło się już polepszenie.

Zatrucie ogólne. Ponieważ iperyt jest substancją, która przechodzi do tkanek w stanie niezmienionym, istnieje zawsze możliwość, iż pewna jego ilość zostanie wchłonięta do krwiobiegu, zwłaszcza przy bardzo silnych i rozległych zatruciach i może wywrzeć w ten sposób działanie trujące na cały organizm. Trudno twierdzić z całą pewnością, czy iperyt zostaje istotnie wchłonięty w niezmienionej swej postaci, ale niektórzy badacze opierając się na tem twierdzeniu, starali się wyjaśnić objawy zatrucia. I rzeczywiście niektóre objawy ze strony żołądka i jelit dają się w ten sposób wyjaśnić. Podobnie też wielu badaczy tłomaczy w ten sposób działanie iperytu na układ krwionośny, układ nerwowy i ogólną przemianę materji. Wstrzyknięcie podskórne iperytu psom daje jako wynik wzmożone wydzielanie całkowitego azotu, amoniaku, kreatyniny i kwasu fosforowego, wskazuje to na zwiększone zużycie tkanek, jednakże przyczyna tego zniszczenia jest niezrozumiała. Zgadza się to z obserwacjami klinicznemi, podług których zatruci iperytem cierpią na silne przygnębienie, brak apetytu, charłactwo i stratę wagi, które to objawy mogą trwać całemi miesiącami, zanim nastąpi wyzdrowienie. Trudno nieraz rozróżnić, co w obrazie powyższym należałoby właściwie przypisać zatruciu, a co zaburzeniom psychicznym. W niektórych wypadkach wątpliwość tę może rozstrzygnąć stały przyrost lub utrata wagi.

Zmiany zachodzące w metabolizmie mogą być również częściowo wywołane działaniem iperytu na różne gruczoły, zwła-

szcza na wątrobę, trzustkę i gruczoły jelitowe. Że w działaniu tych gruczołów mogą powstać zaburzenia przy wchłonieniu się iperytu, należałoby się spodziewać. Przy sekcji jednak nie znajdujemy głębszych uszkodzeń w tych gruczołach. Badanie moczu nie daje żadnych danych, jakkolwiek niekiedy można znaleźć w nim białko, krew i wałeczki.

Krew. Stewart przeprowadził badanie zmian obrazu białych ciałek krwi u ciężko zatrutych iperytem, a między tymi sześciu chorych, którzy następnie zmarli. Od pierwszego do trzeciego dnia po zatruciu, znajdował on zazwyczaj znaczny wzrost w całkowitej ilości leukocytów, wywołany znacznem zwiększeniem się wielojądrzastych obojętnochłonnych. I tak w jednym wypadku na drugi dzień po zatruciu, całkowita ilość leukocytów wynosiła 35000, z których 33800 (96,6%) przypadało na wielojądrzaste obojętnochłonne. Równocześnie z tem dawało się zauważyć znaczne obniżenie się ilości lymfocytów, podczas gdy komórki kwasochłonne i zasadochłonne ustępowały.

W miarę jak cierpienie się pogarszało, zbliżając się do fatalnego końca, albo też w wypadkach ciężkich, jednakże nie kończących się śmiercią, trzeciego lub czwartego dnia od chwili zatrucia występował szybki spadek ilości wielojądrzastych leukocytów i ilość ich dochodziła w ostatnich dniach do nadzwyczaj niskiej cyfry. I tak w jednym wypadku ilość leukocytów obojętnochłonnych spadła w drugim dniu choroby z 33800 na 15800 w trzecim dniu, i doszła do 172, siódmego dnia na sześć godzin przed śmiercią. Te zmiany ilości leukocytów mogą mieć pewną wartość przy rokowaniu. Stewart czuł się uprawniony do wyciągnięcia z tego stanu następujących wniosków:

1. Wysoki procent leukocytów obojętnochłonnych, wynoszący 90% lub więcej przy zwiększonej całkowitej ilości leukocytów wskazuje na złe rokowanie. Z siedmiu wypadków, w których obojętnochłonne wielojądrzaste były w proporcjach wahających się od 92 do 99%, sześciu chorych zmarło, a siódmy był poważnie chory w ciągu kilku dni. Z drugiej zaś strony inne siedem wypadków lżejszych i mniej cięższych wykazywała przeciętnie 60% ciałek obojętnochłonnych, przyczem cyfra najwyższa wynosiła 68%.

2. Wskazówką dla złego rokowania jest również szybki spadek całkowitej ilości leukocytów do nadzwyczaj niskiej cyfry, trafia się to zazwyczaj pomiędzy 3-im a 6-ym dniem choroby.

3. Utrzymanie się normalnej ilości kwasochłonnych komórek, lub pojawienie się eozynofilji względnej i absolutnej pozwala zazwyczaj ro-

kować dobrze, a przeciwnie znaczne obniżenie ilości tych komórek lub całkowita ich nieobecność stanowi o złem rokowaniu.

4. W obecnej serji wypadków znalezione zmiany ilości ciałek białych potwierdziły dość łatwe do przewidzenia i bez tego rokowania bądź dobre bądź złe. Możliwem jest jednak, że w innych wypadkach zmiany te mogą mieć istotną wartość przy rokowaniu, mogą one służyć bowiem jako ostrzeżenie dla lekarza, że wypadek zatrucia pozornie lekki lub znajdujący się na drodze do poprawy, może jeszcze ulec pogorszeniu, albo też obraz białych ciałek krwi może dowodzić, że nie należy jeszcze tracić nadziei tam, gdzie stan pacjenta zdaje się być groźny.

Dla ustalenia tych punktów potrzebna jest jednak dalsza obserwacja. Biorąc pod uwagę uderzający na pierwszy rzut oka bardzo ciężki stan wielu chorych, zdumiewającą się nam wydaje tak mała ilość ciężkich następstw i rzadko występujące stałe upośledzenie zdrowia. Stan ten może być skutkiem tego, że prawie wszyscy ciężko zatruci umierają, możemy jednak twierdzić z całą pewnością, iż po upływie roku można wykryć nieznaczne tylko jeszcze, objektywne dowody zatrucia iperytem. Uszkodzenie oczu spotyka się najrzadziej, ślady działania iperytu na skórę znajdujemy tylko tam, gdzie oparzenia iperytowe przeszły w owrzodzenie, pociągające za sobą znaczne zniszczenie tkanki. Stwierdzić można jeszcze nieliczne obrazy chronicznego zapalenia oskrzeli wraz z ich rozszerzeniem lub rozedmą płuc, ale w większości wypadków po upływie roku nie znajdujemy już objawów zniszczenia miąższu płuc, chociaż Roentgen może wykazać jeszcze cienie pochodzące od nacieków okołooskrzelowych. Kwestję tę rozważymy bardziej szczegółowo w XV rozdziale. Należy również pamiętać, że istotnie ciężkie wypadki zatrucia nagromadzają się zwykle w szpitalach i te to właśnie wypadki zostały głównie opisane w literaturze. Można stworzyć sobie o wiele lepsze pojęcie o skutkach zatrucia iperytem, przez rozważanie losów większej liczby ludzi zatrutych i przez zestawienie ich w tablicach statystycznych stosownie do notowanych objawów. Pracy tej dokonali: Wilson i Mackintosh, zanalizowali oni serję zatrutych iperytem składającą się z 1500 wypadków przyjętych do stałego szpitala polowego Nr. 7, pomiędzy pierwszym stycznia a trzydziestym pierwszym października 1918 r. W ciągu tego okresu iperyt był przyczyną 77% wszystkich wypadków zatruć gazowych jak to wykazuje tablica następująca:

Zatruci gazami różnego rodzaju, przyjęci od maja do sierpnia 1918 roku włącznie.

	Maj — Lipiec		Sierpień		Całkow. ilość	
	ilość	%	ilość	%	ilość	%
1. Iperyt	254	77	438	77	692	77
2. Błękitny Krzyż	35	11	50	10	85	10
3. Fosgen	17	5	34	6	51	6
4. Lakrymatory	13	4	25	4	38	4
5. Nieokreślone	9	3	19	3	28	3
Całkowita ilość przyjętych .	328	100	566	100	894	100

Z pomiędzy tych 1500 wypadków poniżej podajemy wykaz zatruć, które się przejawiły najczęściej spotykanemi objawami czynnościowemi:

Zaburzenia czynnościowe	Ilość wypadków	Procent
Czynnościowy światłowstręt	189	12,6
Czynnościowy bezgłos	108	7,2
Czynnościowe wymioty	16	1,0

Poniższa tablica przedstawia ilość powikłań krtaniowych, które występowały w całej skali nasilenia od najlżejszych, do bardzo ciężkich stanów połączonych z tworzeniem się błon rzekomych.

Całkowita ilość wypadków: 1500.

	Ilość wypadków	Procent
Lekkie zapalenie krtani	115	7,5
Ciężkie zapalenie krtani z zupełnym lub czasowym bezgłosem	81	5,4
Stwierdzone owrzodzenie strun głosowych. .	22	1,4
Bezgłos czynnościowy	108	7,2

Następna tablica przedstawia stosunek wszystkich wypadków zatruć iperytowych, przyjętych do szpitali w ciągu 4-ch miesięcy, w których notowano: *(a)* stany gorączkowe, poza

reakcją wstępną której nieznano, *(b)* zapalenie oskrzeli i zapalenia ogniskowego płuc i *(c)* wyraźne oparzenie skóry, pominięto tu nieznaczne uszkodzenia.

Całkowita ilość wypadków zatrucia iperytem: 692.

	Ilość wypadków	Procent	Ogółem
Gorączka:			
a) Stwierdzona gorączka łagodnego typu i niewymagająca dłuższego zatrzymania w szpitalu	181	26	
b) Ciężki stan gorączkowy wskutek którego chory zmuszony był przebywać w szpitalu powyżej miesiąca	78	11	37,4
Zapalenie oskrzeli i t. p.:			
a) Lżejsze stopnie, niewymagające pobytu w szpitalu dłużej niż miesiąc	71	10	
b) Ciężkie zapalenie oskrzeli, zapalenie płuc ogniskowe wymagające dłuższego pobytu w szpitalu, ewakuacji do Anglji, lub też powodujące śmierć	97	14	24,2
Oparzenie:			
a) Uszkodzenie mniej poważne, niezmuszające do dłuższego pobytu w szpitalu niż miesiąc	116	17	
b) Uszkodzenie wymagające dłuższego przebywania w szpitalu, ewakuacji do Anglji, a nieraz powodujące śmierć	98	14	31,0

Uszkodzenia oczu. Te podzielono na dwie grupy:

1. Lekkie zapalenie spojówki, wymagające jedynie 14 dniowego leczenie w szpitalu 767
2. Poważne uszkodzenie 352

Ogólna liczba wypadków zatrucia iperytowego, w których zaatakowane były oczy (74,6% ogólnej liczby) 1119

Druga grupa uszkodzeń obejmowała trzy stopnie:

1. Ciężkie zapalenie spojówek wraz ze światłowstrętem i łzawieniem 253
2. Ostre zapalenie ropne spojówek bez uszkodzeń rogówki . . 69
3. Ostre ropne zapalenie spojówek wraz z uszkodzeniem rogówki 30

Objaw, zwany zespołem wysiłku. Z ogólnej liczby 1500 wypadków, 125 ludzi nie było w stanie dokonać żadnego fizycznego wysiłku. Po upływie krótkiego okresu leczenia większość zaczęła

wykazywać normalną sprawność fizyczną. U 19 ludzi objawy zespołu wysiłku trwały pomimo stopniowych ćwiczeń. U 14 z tych ludzi objawy te były spowodowane innemi przyczynami, lub też istniały jeszcze przed wojną, a jedynie tylko w 5 wypadkach były one wywołane bezpośrednio przez zatrucie gazem.

Choroby, które wystąpiły w czasie schorzenia wywołanego zatruciem. W 4,5% (tj. 75 wypadkach) objawy zatrucia zostały zatarte przez wystąpienie nowego cierpienia: influenzy, kataru, lub dyfterytu.

Okres niezdolności do pracy. Niezdolność do pracy możemy rozważać w dwóch oddzielnych grupach:

1. Ludzie, których zostawiono we Francji, razem 559 wypadków, z tych umarło 1%, a 2% ewakuowano do Londynu. U 97% tych chorych określaliśmy ściśle okres czasu, jaki upłynął zanim którykolwiek z tych ludzi mógł przebyć pół mili w pełnym ekwipunku. I tak stwierdziliśmy, że 87% tych chorych mogło przebyć tę próbę po upływie miesiąca od chwili zatrucia (z tego 57.5% po upływie 14 dni i 15% po upływie 21 dni).

2. Chorzy odesłani do Anglji tj. 13% ogólnej liczby zatruć iperytem. U tych okres niezdolności do pracy trwał od trzech do sześciu miesięcy.

Zapobieganie i nadczułość. Każdego, kto obserwował pewną ilość zatruć iperytem, uderzyć musiała duża różnorodność indywidualnego oddziaływania na działanie tego jadu. W laboratorjach obok ludzi, u których powstaje wyraźny rumień na skórze po działaniu par iperytu w ciągu 50 sekund, pracują inni, u których podobne objawy występują dopiero po 5-ciu do 10 minutach.

Niezbyt silne przekrwienie, które powstało po upływie 5 sekund nie ma większego znaczenia, o ile ogranicza się ono do niewielkiej przestrzeni i o ile uszkodzona okolica skóry jest ściśle otoczona dokoła tkanką normalną.

Lecz, o podobnem nasileniu przekrwienie, znajdujące się na znaczniejszej przestrzeni ciała, może wywołać konieczność zwolnienia danego osobnika ze służby. Swędzenie i obrzęk, jakie temu towarzyszy, może przyjąć znaczne nasilenie i uniemożliwia pacjentowi sen i odpoczynek. Wtedy musi on często i długo obmywać uszkodzone części ciała zimną wodą w celu przyniesienia sobie ulgi. Nieraz człowiek, który znajdował się tuż obok niego

i pracował w takiem samem stężeniu iperytu, dziesięć do pięćdziesięciu razy dłużej, nie odnosił najmniejszego uszkodzenia swego zdrowia. Pierwszy z tych ludzi nie powinien pracować w rejonie, w którym znajduje się iperyt w najniższych nawet stężeniach, w przeciwnym razie ulegnie on niewątpliwie ciężkiemu oparzeniu, i powiększy ilość nieszczęśliwych wypadków. Drugi natomiast, odporny na działanie iperytu, będzie znakomitym robotnikiem w fabryce iperytu i również dobrym żołnierzem na terenie, ostrzeliwanym przez pociski iperytowe, gdybyśmy go zaopatrzyli w maskę. Ponadto możemy słusznie przypuszczać, że osobnik wrażliwy na działanie iperytu na skórę, okaże się również wrażliwy na uszkodzenie oczu i płuc. Z powyższych obserwacji wysnuwa się myśl poddawania żołnierzy próbie wrażliwości na iperyt i usuwanie wrażliwych. Przeciwko temu wysunięto szereg sprzeciwów, między innemi następujące: twierdzono niejednokrotnie, iż usuwanie do tyłów znaczniejszej liczby ludzi ze zorganizowanych jednostek bojowych jest niewskazane. Nie jest to jednak sprzeciw natury poważnej, a to dla następujących powodów: przecież wcześniej czy później trzeba będzie usunąć takiego wrażliwego osobnika wskutek odniesionych przez niego uszkodzeń. Korzyść usunięcia go z szeregów, zanim powiększy on grono nieszczęśliwych wypadków jest widoczna. Przytem procent takich wrażliwych osobników jest nieznaczny. Nie przenosi on 2%. Natomiast ilość osobników odpornych jest znaczna, wynosi ona około 25%. Pozatem niema konieczności usuwania z szeregów osobników wrażliwych, zanim wojska nie wejdą do strefy ścisłych działań bojowych, w której można spotkać iperyt. Wówczas należałoby tych ludzi przeznaczyć do obsługiwania linji komunikacyjnych.

Sposoby wykonywania próby wrażliwości na iperyt. Przygotowuje się trzy roztwory iperytu w alkoholu absolutnym: 0,01, 0,1 i 1%. Roztwory te muszą być zawsze świeżo przygotowane, ponieważ iperyt ulega hydrolizie o ile stoi dłużej. Na obnażonem ramieniu człowieka, którego chcemy poddać próbie, na powierzchni zginaczy w pobliżu przegubu łokciowego umieszcza się drobniutką kropelkę roztworu 0,01% zapomocą szklanej pałeczki, której koniec jest ostro zakończony. W środku przedramienia umieszcza się drugą taką drobniutką kropelkę 0,1% roztworu. Poczem bada się ramię po upływie 24 i 48 godzin. Jeżeli obie kropelki wytworzyły wyraźną prze-

strzeń zaczerwienienia, należy uważać człowieka takiego za bardzo wrażliwego. U osobnika normalnego kropelka 0,01% roztworu nie powinna wywołać zapalenia, a 0,1% roztwór powinien wytworzyć wyraźną przestrzeń rumienia. Jeżeli żaden z tych roztworów nie wywołuje zaczerwienienia, można użyć roztworu 1%. Jeżeli pomimo tego skóra nie zaczerwieni się, to człowiek taki jest bardzo odporny. Stwierdzono, że 78% murzynów należy do tej kategorji. Włosy pochłaniają iperyt, to też należy w polu nosić włosy krótko przystrzyżone, tak dla tych jak zresztą i dla innych powodów. Odpowiednie zastosowanie maski zapobiega działaniu iperytu na oczy i na przewód oddechowy, a obecnie można zaopatrzyć się w ubranie, które będzie w znacznym stopniu zabezpieczać skórę. Te profilektyczne zabiegi poddamy bardziej wyczerpującej dyskusji w rozdziale o indywidualnem zabezpieczeniu.

Maści zabezpieczające. Większość tych maści jest całkowicie bezużyteczna, a wszystkie mają wartość bardzo ograniczoną. A ujemnemi stronami ich są: że

1. Nie możemy niemi pokryć całego ciała.
2. Ścierają się łatwo.
3. Tylko gruba, nieprzenikliwa i nieprzyjemna ich warstwa może służyć jako zabezpieczenie.
4. Podłożem ich jest olej, który w niektórych wypadkach pochłania iperyt i zwiększa oparzenie.

Jednakże maści mają pewną wartość, zwłaszcza o ile chodzi o użycie ich dla zabezpieczenia tych części ciała, których nie można pokryć zabezpieczającem ubraniem jak twarz i szyję. Dla tego też usiłowano wymyśleć maść, która mogłaby służyć jako środek zabezpieczający. Dla używania w polu zalecano maść następującą:

	%
Tlenek cynku	45
Olej lniany	30
Smalec	10
Lanolina	15

Przekonano się rzeczywiście, że ta maść ma znaczną wartość, jako czynnik zabezpieczający w fabrykach iperytu i w wytwórniach pocisków przy napełnianiu ich, ale dawała ona lepsze wyniki jako środek zabezpieczający przeciw stężeniom wysokim i średnim, niż przy długiem działaniu stężeń niskich. Maści

tej należy używać jedynie na tych częściach ciała, które nie mogą być zakryte zabezpieczającem ubraniem. Ubranie zabezpieczające ma o wiele wyższą wartość niż maści i niebawem zostaną w nie zaopatrzeni ci ludzie, którzy mogą być narażeni na działanie iperytu.

Pierwsza pomoc. Usunięcie iperytu ze skóry. Jest rzeczą ogólnie uznaną, że pierwszym zabiegiem zapobiegawczym i leczniczym przeciw oparzeniom iperytowym jest możliwie najdokładniejsze usunięcie iperytu ze skóry. Znaczenie, jakie ma szybkie zastosowanie tego zabiegu, nie jest dostatecznie doceniane. Iperyt przenika skórę bardzo szybko i o ile nie zmyje się jej w ciągu kilku minut, powstanie poważne oparzenie. W niektórych wypadkach może powstać widoczne przekrwienie nawet wówczas, gdy skóra została oczyszczona po kilku sekundach zetknięcia się z trucizną. Skórę zakażoną iperytem należy zmywać jakimś dobrym rozpuszczalnikiem iperytu tak długo, jak długo daje się wyczuwać zapach iperytu.

Mydło. Zalecano swojego czasu, by ludzie, którzy byli narażeni na działanie iperytu, kąpali się w gorącym roztworze mydła. W myśl tego odkażające instytucje, polowe, starały się o kąpiel dla możliwie jaknajwiększych ilości żołnierzy i w ten sposób niewątpliwie znacznie obniżono ilość wypadków oparzeń. Sposób ten stosowano również z dobrym skutkiem w fabrykach iperytu. Jednakże stwierdzono w drodze doświadczalnej, że zmywanie roztworem zielonego mydła, rozpoczęte po upływie 5-ciu minut po rozlaniu iperytu na skórę, nie zapobiega ani też nie obniża stopnia oparzenia, chyba, że w owym czasie iperyt nie wsiąknął wgłąb. Później dowiedziono, że dodawanie pewnych ilości alkalji, gliceryny, alkoholu, acetonu, nafty lub gazoliny nie zwiększało skuteczności roztworu mydlanego aż do chwili, dopóki te ciała nie znalazły się tam w znacznych stężeniach. Ustalono, że zawiesina mydła zielonego była najbardziej skutecznym środkiem ze względu na swe emulgujące własności.

Rozpuszczalniki organiczne. Nafta, aceton lub alkohol absolutny są rozpuszczalnikami bardzo dobremi dla oczyszczenia skóry. Olej naftowy, oliwa, oraz oleje smarowe mają również zadawalniające działanie. Najlepszemi zaś rozpuszczalnikami są: nafta i gazolina, z których mniej lotna nafta ma pierwszeństwo. Jeżeli po rozlaniu na skórę czystego iperytu,

miejsce to spłuczemy szybko naftą, a następnie zmyjemy mydłem i wodą, powstanie zaledwie nieznaczne przekrwienie, nie mające żadnego znaczenia. Na skórze psa, która jest nieco grubsza, zapobieżono oparzeniu przez spłukanie skóry naftą po upływie minuty od chwili zastosowania iperytu (użyto 0,001 cm^3 iperytu na kwadratowy centymetr skóry). Spłukiwanie skóry po upływie dziesięciu minut od rozlania iperytu, okazało się jeszcze wystarczające, ale po upływie 15 minut takie zmywanie nie wywierało już żadnego wpływu, lub jedynie działało w stopniu nieznacznym. Dalsze badania wykazały, że jeszcze lepsze wyniki można osiągnąć przez wycieranie zakażonego miejsca naftą i usuwanie nafty, w której się rozpuszcza iperyt, przez ścieranie jej czystym gałganem. W ten sposób wykazano niejednokrotnie, że jeżeli mamy dwa oparzenia, z których jedno zostało tylko obmyte w zwykły sposób naftą, a następnie mydłem i wodą, a drugie nacierano w przeciągu pewnego czasu naftą, na pierwszem mogą się utworzyć pęcherze, podczas gdy na miejscu nacieranem naftą nie powstają one. W ten sposób można zapobiec tworzeniu się pęcherzy nawet po upływie 20 minut od chwili oparzenia skóry czystym iperytem. Zwykłe obmycie naftą skóry zakażonej nie daje takich wyników. Jeżeli zastosujemy mydło i wodę w ten sam sposób, jaki podano wyżej przy zmywaniu naftą, wtedy osiągniemy wprawdzie wyniki lepsze niż przy zwykłem obmywaniu skóry, będą one jednak o wiele mniej wyrażone niż przy użyciu nafty. Przy porównaniu obu metod zmywania iperytu stwierdzono, że w wypadkach gdy iperyt stykał się ze skórą wciągu 10 minut, mycie zwykłem mydłem nie zapobiegało zupełnie wystąpieniu pęcherzy, podczas gdy zmywanie naftą w ciągu tego samego czasu miejsca, oparzonego iperytem, pozwalało jedynie na wystąpienie rumienia. Przyczem okazało się, że najlepsze wyniki, t. j. najmniejsze zmiany osiąga się przy nacieraniu naftą oparzonej skóry wciągu 30 minut. Leczenie takie jest również skuteczne przy oparzeniu parami iperytu. Chlorek wapnia niszczy iperyt przez utlenienie go, a czynniki chlorujące niszczą go zapomocą chlorowania. Ciekawym jest fakt, iż siarczek dwuchloretylu jest o wiele bardziej trujący i parzący niż siarczek jednochloretylu, a dalsze zaś wprowadzanie chloru do cząsteczki siarczku dwuchloretylu czyni go całkiem nieczynnym.

Ze względu na powyższe dane, które ustalono drogą do-

świadczalną, wprowadzono również stosowanie następujących metod dla usuwania iperytu ze skóry:

1. Jak można najszybciej, zmywa się czystą naftą okolice ciała, które były narażone na działanie iperytu. Jeżeli się nie ma pod ręką nafty, użyć należy gazoliny ze zbiornika automobilu, zachowując naturalnie środki ostrożności, by uniknąć pożaru. Można również użyć do zmywań alkoholu, o ile jest on do rozporządzenia. Po zlaniu skóry zakażonej naftą lub jakimś organicznym rozpuszczalnikiem, usuwamy ten rozpuszczalnik ze skóry przez ścieranie go czystą szmatą, poczem znowu do dalszych zmywań używamy czystej nafty. Nacieranie naftą skóry robimy ręką a z niej usuwamy również płyn czystą szmatą. W ten sposób co minutę lub dwie usuwamy naftę przy pomocy czystej szmaty z zakażonej skóry i z ręki. Przytem pamiętać należy, że nieusunięcie wszystkiego iperytu zapomocą tego powtarzanego zmywania, grozi powiększeniem przestrzeni oparzonej. Tak wykonywane nacieranie i usuwanie zanieczyszczonej nafty powinno trwać mniej więcej około 30 minut, poczem należy okolice oparzone obmyć dokładnie gorącą wodą i zawiesiną zielonego mydła.

2. W razie, jeżeli się nie ma pod ręką tych rozpuszczalników, należy zastosować następującą metodę: należy jaknajprędzej obmyć okolice oparzone wodnym roztworem chlorku wapnia lub roztworem Dakina. Nie należy używać suchego chlorku wapnia, ponieważ przy utlenianiu iperytu powstaje duża ilość ciepła, więc mogłoby nastąpić oparzenie skóry. Przy zastosowaniu tego środka należy również zmyć skórę gorącą wodą i zawiesiną zielonego mydła. Wszystkie te środki potrzebne dla leczenia oparzeń iperytowych powinny się znajdować na czołowych posterunkach sanitarnych oraz w zakładach odkażających przy froncie. Przy zastosowaniu powyżej wymienionych sposobów można obniżyć do minimum ilość wypadków oparzeń.

Leczenie zatrutych iperytem. Przy rozważaniu tych metod leczenia przyjmujemy, że nie zastosowano zalecanych środków profilaktycznych, lub też że zastosowano je zbyt późno i że nastąpiło już zatrucie. Najpierw należy takiego człowieka rozebrać w oddzielnym na ten cel przeznaczonym pokoju i dać mu prysznic, zanim się przyjmie go do szpitala. Jeżeli nie zacho-

wamy tej ostrożności, iperyt tkwiący w ubraniu i we włosach zacznie się ulatniać w ciepłem pomieszczeniu i wszyscy chorzy, znajdujący się tam ulegną działaniu tych par.

Oczy. Tutaj celem leczenia jest złagodzenie podrażnienia, usuwanie nagromadzającej się wydzieliny i zapobieganie infekcji. Worek spojówkowy należy przepłukać dokładnie 1% roztworem dwuwęglanu sodowego lub też nasyconym roztworem kwasu borowego albo poprostu fizjologicznym roztworem soli. Do tego celu należy użyć strzykawki lub też naczyńka do płukania oczu, przyczem trzeba szeroko otworzyć powieki i nawet odwrócić je, o ile to jest możliwe. Zabiegi te należy powtarzać co dwie lub trzy godziny. W łagodniejszych wypadkach jedynym dokuczliwym objawem jest światłowstręt, który pojawia się zazwyczaj, a jedynym sposobem leczenia go jest zabezpieczenie oczu od światła zapomocą odpowiednich okularów. Gdyby tych nie było pod ręką, można je sporządzić naprędce z bronzowego papieru.

W cięższych wypadkach ból może być silny i wtedy wskazanem jest użycie kokainy. Jednakowoż wielu badaczy twierdzi, że używanie tego środka jest niebezpieczne, ponieważ nierzadko uszkadza nabłonek rogówki. A ponieważ powinniśmy się zawsze liczyć z możliwością uszkodzenia rogówki przez iperyt, należy więc unikać tego wszystkiego, co mogłoby to niebezpieczeństwo zwiększyć. Przedewszystkiem nie należy oczu bandażować ani ich bandażem uciskać, musi się natomiast dawać pilne baczenie, by się powieki nie sklejały i aby się pod niemi nie nagromadzała wydzielina. Zapuszczenie kilku kropli oleju naftowego (parafinium liquidum), może zapobiec temu sklejaniu się powiek. Warthin i Weller zalecają stosowanie 0,5 do 1% T- dwuchloraminy w chlorkosanie jako środka, który nietylko zapobiega sklejaniu się powiek, lecz również i zakażeniu, które przecież grozi w tym wypadku największemi niebezpieczeństwami. W tych wypadkach, gdzie została uszkodzona rogówka, a zwłaszcza, gdy nastąpiło owrzodzenie, należy stosować atropinę dla rozszerzenia źrenicy. Gdy minie ostry stan zapalny, można przestać nosić okulary. Swiatłowstręt czynnościowy jest jednym z najpowszedniejszych i najbardziej dokuczliwych następstw uszkodzeń ocznych wskutek zatrucia iperytem. Przy leczeniu tych wypadków lekarz nie powinien wy-

rażać wątpliwości co do wyników kuracji, lecz dodawać otuchy choremu i upewniać go, iż po upływie kilku dni będzie znów widział równie dobrze jak przedtem. I tak też istotnie bywa w większości wypadków.

Leczenie zewnętrznych błon śluzowych. Błonę śluzową nosa i gardła należy przepłukać parokrotnie roztworem dwuwęglanu sodowego. Jeżeli zabieg ten zostanie wykonany natychmiast po zatruciu, może on mieć wartość profilaktyczną jako środek usuwający iperyt. Zapalenie krtani wywołane parami iperytu leczy się stosowaniem pędzlowań lub inhalacji, do których się używa leków łagodzących. Używano około 2% roztworu mentolu w 30 cm^3 nalewki benzoesowej, 4 cm^3 tego płynu dodane do wrzącej wody stanowiły mieszaninę inhalacyjną. Zalecano również dla inhalacji olejek eukaliptusowy. Francuzi stosowali w ciężkich wypadkach olejek gemonolowy. Środek ten ogrzewano do temp. 30^0 i wstrzykiwano do gardła zapomocą zagiętej strzykawki. Stosowano go również przy zamknięciu światła tchawicy (błoną rzekomą). W tych wypadkach wstrzykiwano oliwę zapomocą cienkiej igły poprzez wiązadła i błonę krtaniową zewnętrzną.

Płuca. Iperyt nie wywołuje obrzęku płucnego, stąd upuszczenie krwi, stosowane jako zabieg leczniczy, jest niepotrzebne, a nawet szkodliwe. Obok ciężkich uszkodzeń płuc, jakie wywołuje iperyt, dużem niebezpieczeństwem dla płuc po zatruciu iperytem jest w znacznym stopniu zwiększona wrażliwość płuc na infekcję. To też leczenie powinno mieć na celu zmniejszenie do minimum możliwości zakażenia. Dlatego też nie należy umieszczać zatrutych iperytem na salach, na których znajdują się chorzy na zapalenie płuc lub inne zakaźne cierpienia. Ludzie, którzy byli zatruci iperytem, są prawdopodobnie tak wrażliwi na zakażenia łańcuszkowcami, jak położnice i to dla tych samych przyczyn. Drogi oddechowe bowiem oparzone iperytem są na dużej przestrzeni pozbawione błony śluzowej, która obumarła po wpływem jadu. Ilość zakażeń iperytowych zmniejszało w znacznych stopniu noszenie maski, zalecano je też gorąco w czasie wojny. Maska była sporządzana z glinu lub innego odpowiedniego metalu, powinna była ona przylegać dokładnie do ust i nosa i przymocowywano ją tasiemkami do głowy. W otworze wdechowym maski znajdowała się wata hygroskopijna, nasycona płynem o następującym składzie:

RP.

Mentolu	2.5 gr.
Chloroformu	8 cm.^{3}
Oliwy lub olejku eukaliptusowego	8 cm.^{3}
Kreozotu	8 cm.^{3}
Nalewki jodowej	4 cm.^{3}
Spirytus Vini Rectif. q. s. ad.	60 cm.^{3}

Sig. 15 kroplami tego płynu należy zwilżać co 2 godziny watę znajdującą się w masce.

Maska ta miała działać jako sączek dla mikroorganizmów. Mentol, chloroform, eukaliptus i kreozot wywierały wpływ łagodzący na błony śluzowe i zapobiegały zakażeniu.

Gdy zaś przyszło do ogniskowego zapalenia płuc, leczono je w taki sam sposób jak i inne cierpienia tego rodzaju, a mianowicie symptomatycznie, starając się tylko podtrzymywać działalność serca.

Skóra. Głównem zadaniem leczenia oparzonej skóry jest utrzymanie jej w czystości i zapobieganie zakażeniu, które tak znacznie opóźnia gojenie. Maści są naogół przeciwwskazane zarówno dlatego, że ułatwiają zakażenie, jak również ze względu na to, że zawarte w nich tłuszcze są dobremi rozpuszczalnikami iperytu i przedłużają jego działanie. Później zaczęto używać przy oparzeniach iperytowych ambrynę, którą stosuje się przy oparzeniach termicznych, musiano jednak zaniechać używania jej, gdyż pod jej nieprzepuszczalną warstwą rozwijają się zakażenia. Warthin i Weller polecają metodę następującą:

A. *W wypadkach lżejszych.* Zmyć natychmiast po oparzeniu albo jeszcze lepiej zanurzyć części oparzone w roztworze Dakin'a (około 0.5% kwasu podchlorowego). Jeżeliby roztwór taki drażnił skórę, co nie powinno mieć miejsca, o ile skóra nie jest popękana, należy wtedy roztwór Dakin'a rozcieńczyć lub też skrócić czas zanurzenia. Jeżeli przestrzeń oparzona jest znaczna, należy zastosować kąpiel ze wspomnianego roztworu, a przy oparzeniach części płciowych należy stosować kąpiele nasiadowe. Jeżeli zanurzanie części oparzonych nie da się przeprowadzić z jakichkolwiek powodów, należy zastosować wilgotne okłady z roztworu Dakina, lub też zlewanie opatrunku tym roztworem. Jeżeli nie można przeprowadzić leczenia zapomocą wilgotnych okładów z roztworu Dakina, można wtedy zostosować dwuchloraminę T w chlorkosanie lub chloraminę T w soli kwasu stearynowego w postaci maści. Taki zabieg służy dla podwójnego celu, naprzód do chlorowania i zobojętnienia siarczku dwuchlorodietylu, pozostałego tak na skórze jak i w torebkach włosowych, oraz dla

odkażenia uszkodzonej skóry. Roztworu Dakina stosuje się naprzemian z roztworem fizjol. soli kuchennej albo też w postaci zmywań albo w postaci zwilżań opatrunku, naturalnie koniecznem jest używanie sterilizowanego roztworu soli kuchennej. Jak długo uszkodzenie takie ma postać rumienia, należy stosować wyżej wymienione leczenie w ciągu dnia, na noc zaś należy osuszyć skórę przy zachowaniu aseptyki i przyłożyć wsiąkający w skórę krem chirurgiczny, zawierający kwas podchlorawy typu chloraminy - T, w ilości 1:100 kremu, zrobionego na stearycie sodowym. Używanie pudrów jest przeciwwskazane, ze względu na tworzenie się strupa i możliwość zakażenia. Jeżeli utworzyły się pęcherze, należy je wcześnie opróżnić przy zachowaniu aseptyki, zapomocą małej strzykawki lub wyjałowionej igły, i naciskając zlekka na pęcherz, pozwolić mu opaść i przyschnąć na swej podstawie. Po tem zabiegu należy naprzemian stosować to roztwór Dankina, to wyjałowiony roztwór soli jak powyżej. Jeżeli się nie opróżni zawczasu pęcherzy, ich zawartość może skrzepnąć, po upływie 4 do 5 godzin do tego stopnia, że nie daje się już jej usunąć i tworzy ona podłoże, sprzyjające rozwojowi bakterji. Ważnem jest zabezpieczenie uszkodzonej skóry od urazu, ponieważ nieznaczne nawet obrażenia, a nawet ucisk może stać się przyczyną powstawania pęcherzy wtórnych, lub odleżyn na przestrzeniach uszkodzonych. Przy obnażaniu z naskórka, połączonem z silnem bólem, oraz w tym wypadku, gdy utworzą się odleżyny, zaleca się usilnie stosowanie koloidalnych słonych kąpieli. Kąpiel taką przyrządza się rozpuszczając 500 gr. krochmalu pszennego używanego w handlu i 500 gr. dwuwęglanu sodowego w 80 do 120 litrach wyjałowionego roztworu fizjologicznego soli, przy temperaturze 90 do 95oF. Pacjenta można zanurzyć w tej kąpieli na przeciąg czasu trwający od 15 minut do 48 godzin, jeżeli tego potrzeba. Przy chorym powinna stale czuwać pielęgniarka. Gdyby tętno zaczęło słabnąć, należy natychmiast wstrzyknąć strychninę lub digitalis, albo też wyjąć pacjenta z wanny i okryć go kołdrami i obłożyć gorącemi butelkami. Jeżeli poważniejsze uszkodzenia skóry znajdują się na plecach, pośladkach, krzyżach, należy otoczyć chorego największą pieczołowitością, by uniknąć odleżyn, które tworzą się z wielką łatwością. W tym celu należy stosować stałą kąpiel koloidalną, lub z roztworu solnego, przyczem trzeba umieścić chorego na noszach zrobionych z płótna i zawieszonych na odpowiednich ramach dla zapobieżenia uciskowi.

Taki sposób leczenia zatruć iperytem w wojsku byłby idealny, gdyby nie to, że przy dużej ilości wypadków zatrucia, wojskowy personel sanitarny, nie jest w stanie wykonać wszystkich szczegółów. Jeżeli jednak zamiast stosowania we wszystkich wypadkach oparzeń, kąpieli w roztworze Dakina stosować się będzie mniej lub bardziej stały opatrunek z dwuchloraminy - T w chlorkosanie, lub 1% chloraminy w stearynie sodu , to w lżejszych wypadkach będzie można uzyskać prawdopodobnie równie dobre wyniki. Nie ma potrzeby zmieniania tych opa-

trunków częściej jak co jakie 6 do 8 godzin. Jeżeli wtórne zakażenie nie wystąpi, można się spodziewać zupełnego wyleczenia po upływie 7 do 10 dni. Rozumie się samo przez się, że ręce lekarza powinny być przy każdym opatrunku chirurgicznie czyste.

Alkohol benzolowy przynosi znaczną ulgę przy swędzeniu, jakie występuje zazwyczaj przy oparzeniach iperytowych. Można go używać pod postacią zmywań płynem o składzie następującym:

Alkohol benzylowy	100
Alkohol etylowy	96
Gliceryna	4

Objawy żołądkowo-jelitowe. Uregulowanie djety jest rzeczą pierwszorzędnej wagi. W czasie pierwszych dni, gdy istnieją jeszcze nudności i wymioty, djeta powinna być płynna. Można podawać mleko i rosół o ile to jest możliwe, lecz jeżeli żołądek nie zatrzymuje tych posiłków, należy wodę podawać przynajmniej w większej ilości, by ułatwić wydzielanie. Podawanie dwuwęglanu sodowego przynosi czasami ulgę. Do zwykłej djety jak najszybciej powrócić.

Obchodzenie się z ozdrowieńcami. Przytaczamy ustęp z oficjalnej historji wojny, Służba Zdrowia, Choroby Czasu wojennego T. II, str. 458, 1923 r. Londyn.

Kierowanie okresem zdrowienia jest sprawdzianem umiejętności lekarza, gdyż powinien on nietylko leczyć chorego, lecz wpływać na jego stan moralny, skrócić o ile można czas przebywania w szpitalach i wyrwać chorych ze stanu samoanalizy, w który zapadają tak często po zatruciu gazami. Najlepsze wyniki zatem można osiągnąć pomieszczając takich chorych w szpitalach do tego celu przeznaczonych pod opieką specjalnie uzdolnionych w tym kierunku lekarzy.

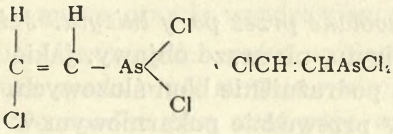
Jak tylko chory zaczyna powracać do zdrowia i nie grozi mu już niebezpieczeństwo powikłań sceptycznych, należy go przenieść ze szpitala do ośrodka dla ozdrowieńców, gdzie dobrze zorganizowane codzienne ćwiczenia, zajęcia, zabawy i odpoczynek, przywrócą mu wprędce zdrowie zarówno fizyczne jak i moralne.

LUIZYT.

Nazwa tego związku pochodzi od nazwiska prof. Lewis, który go pierwszy wyodrębnił i opisał w 1918 r. Już w 1904 r. otrzymywano go w stanie nieczystym, ale nie prowadzono nad

nim podówczas dalszych badań ze względu na jego własności wysoce trujące i drażniące. Jest to najważniejszy z pośród bojowych środków chemicznych, wynalezionych przez Amerykańską Służbę Broni Chemicznej podczas wojny, ale nie wyrabiano go nigdy na większą skalę i nie był on nigdy w użyciu w czasie wojny.

Luizyt jest to ciężki oleisty płyn, w czystym stanie jest on bezbarwny, ale ciemnieje po krótkim czasie. Silnie drażniące jego pary mają słaby zapach przypominający pelargonję. Luizyt jest to *B* chlorowinylo dwuchlorarsyna, ma on formułę następującą:



, $ClCH:CHAsCl_2$

Można go otrzymać przepuszczając acetylen (C_2H_2) przez trójchlorek arsenowy ($AsCl_3$) w obecności chlorku glinu $AlCl_3$, który działa jako katalizator. Olej powstający przy tej reakcji, zawiera trójchlorek arsenowy, luizyt, oraz mieszaninę dwuch związków pokrewnych BB' dwuchloro- dwuwinylochloroarsynę, czyli $(ClCH:CH)_2AsCl$ i BB" trójchlorotrójwinyloarsynę, czyli $(ClCH:CH)_3As$.

Wszystkie te trzy związki są płynami przy zwykłych temperaturach, a ich punkty wrzenia znajdują się pomiędzy 190° a 260°C.

Luizyt jest rozpuszczalny w olejach, w benzenie (C_6H_6) oraz w zwykłych rozpuszczalnikach organicznych. Jest natomiast nierozpuszczalny w wodzie i rozcieńczonych kwasach, a przy zetknięciu się z wodą ulega szybko hydrolizie i tworzy odpowiedni tlenek w postaci $ClCHCHAsO + 2HCl$. Reakcję tę przyśpiesza podniesiona temperatura i obecność zasad.

Luizyt zamarza przy — 13°C. i wrze przy 190°C. Jego ciężar właściwy wnosi 1,920 przy 0°C. i 1,8855 przy 20°C. Ciśnienie jego pary jest dosyć niskie, wynosi ono 0,087 przy 0°C. i 0,395 przy 20°C. I z tego oblicza się, że 1 granmolekuła (207,3) zajmowałaby $22.4 \times \frac{313}{273} \times \frac{760}{1.476} = 13{,}290$ litrów. Stąd jeden litr powietrza nasyconego parami luizytu przy 40°C. zawierałby 0.0156 grama, czyli 15.6 mgm. na litr.

Gdyby powietrze było nasycone parami temi przy temperaturze zamarzania, zawierałoby około 1 mgm. na litr.

Ponieważ śmiertelne działanie luizytu występuje przy stężeniu 0.048 gr. na litr, a jego działanie parzące wywołuje koncentracja 0.334 mgm. na litr, zdawałoby się, że powinien to być bardzo trujący gaz bojowy. Jednakże nie został od nigdy wypróbowany w polu i istnieją pewne wątpliwości, czy dałyby się osiągnąć te teoretyczne stężenia, ponieważ luizyt ulega szybkiej hydrolizie przez działanie wody lub pary wodnej. W laboratorjum luizyt jest silnym środkiem parzącym, takim jak iperyt, a może nawet silniej działającym. Działa on również w sposób silnie drażniący na płuca.

Objawy wywołane przez pary luizytu. Jeżeli psy poddamy działaniu par luizytu, pierwsze objawy, jakie wystąpią są spowodowane przez podrażnienie błon śluzowych. Poczem zjawiają się zaburzenia w przewodzie pokarmowym w postaci nudności, wymiotów i nadmiernego ślinotoku. Wszystkie te objawy powstają wskutek ciężkiego uszkodzenia błon śluzowych, narażonych na działanie trucizny. Błona śluzowa dróg oddechowych zostaje również w znacznym stopniu uszkodzoną, powstaje tam stan zapalny całego przewodu oddechowego, aż do drobnych oskrzeli wraz z ogólnym przekrwieniem i nieznacznym obrzękiem płuc. W tym okresie przychodzi często do zakażenia, którego wynikiem bywa ogniskowe zapalenie płuc, kończące się zazwyczaj śmiercią. W czasie działania luizytu na organizm, powstaje również natychmiast podrażnienie oczu, nosa i gardła. U zwierząt poddanych działaniu par luizytu najpierw występuje mruganie oczu, poczem zjawia się nadmierny wypływ z nosa, łzawienie, nudności i wymioty. Jeżeli działanie gazu trwa w dalszym ciągu, objawy te wzmagają się i rozwija się bardzo silny ślinotok i wyraźnie zaznaczone zapalenie spojówek. Przy dalszym działaniu trucizny zwierzęta siedzą nieruchomo, oddychają z trudnością, nozdrza ich są zatkane grubą błoną rzekomą. Kaszlą często, wymiotują, a w treści wymiotów daje się zauważyć pienisty śluz prawdopodobne połykany poprzednio przez nie. Część zwierząt doświadczalnych ginie w takim stanie po upływie 2-ch dni od chwili poddania ich działaniu luizytu. U tych, które przeżyją ten okres, objawy stają się coraz silniejsze. Występuje częste i gwałtowne kichanie, z oczu wypływa wodnista lub śluzowo - ropna wydzielina, a wydzielina z nosa

jest tak obfita, że z nosa zwierzęcia zwieszają się sznury śluzu lub też wypływa bezustanku z nozdrzy jasna przeźroczysta ciecz. Nad całą klatką piersiową dają się słyszeć rzężenia, wskazujące na silne zapalenie oskrzeli. Po 3-ch dniach zaczyna się oddzielać błona rzekoma wypełniająca oskrzela i oskrzeliki, oddech staje się mniej uciążliwy, ale w większości wypadków objawy ostre powyżej opisane trwają niezmienione w ciągu 3 do 5 dni, w którym to czasie ginie jeszcze kilka zwierząt. Jeżeli zwierzęta przeżyją ten okres, można się spodziewać, że wyzdrowienie nastąpi. Błony rzekome znikają zazwyczaj piątego dnia, poczem kaszel i zapalenie spojówek są już tylko głównemi objawami, a po upływie 7 do 10 dni następuje zupełne prawie wyzdrowienie.

Temperatura. U wszystkich psów poddawanych działaniu luizytu temperatura spada o pół stopnia mniej więcej po upływie pół godziny. Po spadku tym następuje wzrost do temperatury normalnej lub nieco ponad nią. Jeżeli zgon następuje po upływie 14 godzin, temperatura waha się dokoła normalnej, aż do chwili śmierci, a wtedy zaczyna spadać. U zwierząt, które żyją dłużej, temperatura bywa niższa od normalnej w ciągu pierwszego dnia. Drugiego dnia widzimy wzrost temperatury, Poczem następuje powolny jej spadek, aż do chwili śmierci. To samo widzimy nawet u tych zwierząt, które mają przy śmierci silnie rozwinięte zapalenie płuc. Temperatura zatem nie może służyć jako wskaźnik stopnia zatrucia.

Tętno. Wszystkie psy mają obniżoną szybkość tętna natychmiast po zatruciu, tętno powraca do normy, lub też szybkość jego zwiększa się nieco przed upływem pierwszego dnia od chwili zatrucia. W ciągu drugiego dnia tętno bywa nieco przyśpieszone, poczem staje się prawie normalne.

Oddech. Natychmiast po zatruciu luizytem występowało zwykle zwiększenie się ilości oddechów. Stan ten trwał w ciągu pierwszego dnia po zatruciu i powracał do normy drugiego dnia. Natomiast na kilka godzin przed śmiercią można było zauważyć zmniejszenie się ilości oddechów.

Patologja. Grupa I. Zgony wskutek ostrego zatrucia. Zewnętrzne badanie psów, które zginęły w ciągu 60 godzin od chwili zatrucia śmiertelną dawką luizytu, ujawniło zapalenie spojówki oczu z obfitą wydzieliną z worka spojówkowego. Wydzielina ta była zazwyczaj tak obfita, iż zlepiała włosy na całym

pysku psa. A również już po upływie dwunastu godzin od chwili zadziałania dawki śmiertelnej, gęsta śluzowata wydzielina wypełniała całkowicie nozdrza i pysk zwierzęcia. W żadnym wypadku nie notowano uszkodzenia skóry.

Przy rozcięciu tkanek szyi w pobliżu tchawicy znajdowano zazwyczaj duży obrzęk. Po usunięciu przedniej ściany klatki piersiowej, można było spostrzec, że obrzęk ten sięgał wgłąb, aż do jamy opłucnej, obejmował w wielu wypadkach nietylko tkanki śródpiersia, lecz także i osierdzia. Ten obrzęk był zjawiskiem charakterystycznem dla psów ginących w ciągu pierwszych czternastu godzin od chwili zatrucia, ale również występował on u wszystkich zwierząt ginących w przeciągu 60 godzin. We wszystkich obserwowanych wypadkach nie znajdowano w jamie płucnej ani cieczy ani zarostów. Powierzchnia opłucnej była nastrzykaną, a płuca wypełniały całkowicie klatkę piersiową. Brzegi płatów płucnych łączyły się ze sobą w środku, kryjąc prawie całkowicie serce. Płuca były ciężkie, miały konsystencję ciasta lub gumy. Górne płaty miały jasno, lub szarawo czerwoną barwę, a na tem tle wiele małych purpurowych przestrzeni. Punkty czerwone odpowiadały ogniskom rozedmy, a przestrzenie purpurowe wykazywały przekrwienie. Tylne płaty były zwykle bardzo ciemno-czerwone i przechodziły w kolor purpurowy i były przekrwione na całej przestrzeni. Wszystkie płaty płuc były mniej więcej obrzękłe, ale obrzęk był najsilniej zaznaczony we wnęce płucnej. Częstokroć można było wyczuwać małe przestrzenie zgęszczone i to zwłaszcza w płatach dolnych. W innych wypadkach nawet wówczas, jeżeli śmierć następowała w ciągu 24 godzin od chwili zatrucia, zapalenie płuc było tak rozległe, iż obejmowało wszystkie płaty płuc. Przy przekroju, powierzchnia przecięcia była ciemno-czerwona i miała wygląd mięsisty; błona śluzowa oskrzeli wystawała z nich nazewnątrz, a z przeciętych oskrzeli wypływała wydzielina ropiasta. W niektórych wypadkach można było z większych oskrzeli wydobyć błonę rzekomą. Błona ta stanowiła dalszy ciąg błony rzekomej, która wyścielała nozdrza, tchawicę i krtań i zdawała się tworzyć jakby odlew całego rozgałęzienia dróg oddechowych. Przy otwarciu krtani i tchawicy znajdowano grubą szarawo-żółtą błonę przylegającą ściśle do ścian, błona ta była grubsza ztyłu, niż z przodu, i zwijała się przy przecięciu. Po oddzieleniu jej od ścian powierzchnia, na której ona leżała,

wykazywała znaczne przekrwienie i obrzęk. U psów, które przeżyły pierwsze 24 godzin, można było zauważyć, że błona rzekoma zaczynała pękać i w niektórych wypadkach światło tchawicy przedstawiało szarą obumarłą masę, która nagromadziła się w dolnym odcinku tchawicy, tak że przy rozgałęzieniu się oskrzeli światło tchawicy było prawie zupełnie zamknięte.

Mikroskopowe badania takiego kawałka tchawicy pokrytego błoną rzekomą wykazywało, iż śluzówka tchawicy była zniszczona, a podśluzówka przekrwiona a niekiedy obrzękła. Błona rzekoma składała się z pozostałości rozpadłych komórek, złuszczonych komórek nabłonka, włóknika, śluzu i leukocytów, oraz nielicznych ciałek krwi. Badanie tkanki płucnej wykazało ropne zapalenie oskrzeli, ogniskowe zapalenie płuc, obrzęk, przekrwienie, krwawe wybroczyny, ostrą rozedmę, niedodmę, a również i szeroko rozprzestrzeniony obrzęk okołonaczyniowy i okołooskrzelowy. W licznych wypadkach zapalenie płuc połączone było z wysiękiem obrzękowym, dając obraz różniący się bardzo od zwykłego. W innych wypadkach zapalenie to ograniczało się jedynie do pęcherzyków płucnych, znajdujących się dokoła oskrzeli, w innych znowu było rozsiane i obejmowało liczne zraziki.

U wielu psów, które zginęły nagle, spotykano wyraźne rozszerzenie prawej komory serca.

Często znajdowano również wybroczyny pod osierdziem, rozsiane na całej powierzchni, zwłaszcza tuż pod samym rowkiem wieńcowym. W wielu wypadkach znajdowano wybroczyny we wsierdziu. Istniało również wyraźne nastrzykanie wszystkich naczyń wieńcowych. Zastawki sercowe bywały jednak w stanie normalnym. Osierdzie wykazywało również charakterystyczne zmiany. W wielu wypadkach można było tam zauważyć obrzęk, a prawie we wszystkich wypadkach naczynia osierdzia były silnie nastrzykane. Jednakże nie znajdowano w worku osierdziowym nadmiaru cieczy. U psów ginących nagle, stan nerek był bardzo charakterystyczny. Miały one ciemnopurpurowe zabarwienie, a torebki ich oddzielały się z łatwością. Na przecięciu wszystkie warstwy nerki były silnie przekrwione, a brzegi przecięcia miały barwę czerwono-fioletową. Wątroba była również przekrwiona, lecz nie w takim stopniu jak nerki. Inne narządy bywały czasem przekrwione, lecz zazwyczaj miały wygląd normalny.

Grupa II. Zgony późniejsze.

Badanie zewnętrzne u psów, które zginęły po upływie 3 — 9 dni, wykazywało ropne zapalenie spojówek znacznego stopnia. Jeżeli śmierć następowała w ciągu czwartego dnia od chwili zatrucia, znajdywano jeszcze w nozdrzach resztki błony rzekomej. U trzech psów znaleziono wysięki w opłucnej, u jednego zanotowano puchlinę brzuszną. U trzech psów znaleziono tworzącą się błonę rzekomą w tchawicy, u innego znów błonę rzekomą w okresie rozpuszczania się i stanowiła ona tam poprostu ropną masę, u pozostałych zwierząt błona śluzowa krtani i tchawicy była mniej lub więcej normalna lub tylko zlekka nacieczona. Połowa tych psów miała ogniskowe zapalenie płuc z ropnem zapaleniem oskrzeli, lub bez niego. U wszystkich zaś psów można było zauważyć zapalenie oskrzeli tego lub innego typu.

U większości psów stwierdzono niedodmę znacznego stopnia, począwszy od małych ognisk rozsianych na brzegu, aż do tak rozległych, iż ginęła w nich całkowicie budowa płucna. Znajdywano również u tych psów przekrwienie, obrzęk, rozedmę i wybroczyny krwawe. Inne narządy nie przedstawiały zmian, któreby można było przypisać zatruciu gazem, za wyjątkiem lekkiego przekrwienia wątroby i nerek.

Streszczenie. W nozdrzach, krtani i tchawicy znajdujemy grubą błonę dyfteryczną, wraz z ropnem zapaleniem oskrzeli, oraz przekrwieniem, obrzękiem, krwawemi wybroczynami, niedodmą i rozedmą pułc różnych stopni, a również znajdujemy ogniskowe zapalenie płuc. U zwierząt ginących nagle można również zauważyć silne przerkwienie wątroby i nerek. Śmierć następowała po upływie 30 godzin. Z 29 psów, które zginęły nagle, 23 zdechło wskutek zapalenia płuc. Z tych zaś, które przeżyły 30 godzin od chwili zatrucia, już tylko niektóre zginęły, przeciętny czas w ciągu którego następował zgon późniejszy, wynosił 4 dni. Najpóźniej następowała śmierć dziewiątego dnia.

Uszkodzenia skóry. Pod wpływem działania par luizytu na skórę, występuje zapalenie skóry a następnie tworzą się pęcherze. Symptomatologja i patologja tych uszkodzeń jest bardzo podobna do oparzeń skóry iperytem. Po rozlaniu luizytu na skórę, zależnie od stężenia luizytu i wrażliwości danego osobnika, powstaje po 4—6 godz. zaczerwienie, a po upływie 16—48

godz. tworzą się pęcherze. Rozlanie czystego luizytu na skórę daje oparzenia całkiem podobne do tych, jakie wywołuje iperyt, są one jednak znacznie głębszemi. Działanie płynnego luizytu różni się jednak od oparzeń płynnym iperytem w dwuch ważnych szczegółach. Okres wylegania jest o wiele krótszy przy oparzeniu płynnym luizytem, oparzenie następuje natychmiast i w krótkim czasie powstaje silne podrażnienie skóry, a następnie, luizyt różni się od iperytu i wszelkich innych podobnych związków, które były w użyciu tem, że wchłonięty przez skórę uwalnia arszenik. A zatem luizyt wywołuje nietylko silne oparzenie, lecz powoduje także śmierć wskutek zatrucia arszenikiem po zastosowaniu nawet stosunkowo małych ilości — 0.02 cm.^{3} na 1 cm.^{2} skóry na kgr. wagi stanowi dawkę śmiertelną. W ten sposób dla człowieka o przeciętnej wadze 70 kgr. 1.4 cm.^{3} luizytu rozlanego na skórę, byłoby dawką śmiertelną.

Jeżeli na skórę zwierząt zastosujemy luizyt w dawce nieco niższej niż dawka śmiertelna, wywołuje on głębokie i rozległe oparzenia powodujące rozszerzające się obumarcie skóry i tkanek podskórnych. Tkanka obumarła oddziela się i w czasie tego procesu mogą łatwo powstawać różnorodne zakażenia głębszych obnażonych warstw. Po oddzieleniu się skóry obumarłej widać szeroko obnażoną przestrzeń przekrwionej, zanieczyszczonej i zakażonej tkanki mięsnej. Gojenie się następuje wówczas zapomocą ziarninowania. W wypadkach nieleczonych, przestrzeń zajęta przez tkankę obumarłą jest trzy lub cztery razy tak wielka jak przestrzeń, na której luizyt pierwotnie zastosowano.

Gdy u zwierząt zastosujemy dawkę śmiertelną, śmierć następuje w połowie wypadków w ciągu pierwszych 24 godzin. Pozostałe zwierzęta giną w ciągu 2 do 12 dni. W licznych wypadkach, w których rozlano luizyt na skórze klatki piersiowej, znajdywano przy sekcji, obrzęk opłucnej. Płuca i nerki bywają zawsze zaatakowane. Niekiedy znajdowano przekrwienie wątroby, a czasem silne przekrwienie dwunastnicy. Rzadziej spostrzegano krwawe wybroczyny na wsierdziu i na zastawach i rozszerzenie prawej połowy serca. Płuca były ciężkie i miały dużą objętość, konsystencja ich była ciastowata, przytem były one silnie przekrwione i obrzękłe. Na powierzchni przednich płatów płuc były rozsiane małe różowe plamy rozedmy, które nadawały płucom wygląd plamisty. Wszystkie naczynia płucne były silnie

przekrwione. Badanie mikroskopowe płuc wykazało przekrwienie, krwawe wybroczyny, obrzęk i niedodmę.

Nerki miały ciemno - purpurowe zabarwienie, a naczynia powierzchniowe były silnie uwypuklone. Torebki oddzielały się z łatwością. Przy sekcji można było stwierdzić przekrwienie wszystkich warstw miąższu nerki.

Badanie chemiczne wykrywało we wszystkich tkankach arszenik, największe zaś jego ilości obecne były w tkankach znajdujących się w pobliżu oparzenia, w wątrobie, nerkach, i śledzionie. W moczu wydzielał się stale arszenik.

Leczenie. Ponieważ, o ile mianoby kiedyś użyć luizytu, będzie on prawdopodobnie rozpryskiwany jako ciecz z aeroplanów, leczenie więc tych oparzeń staje się rzeczą pierwszorzędnej wagi. Przy doświadczeniach wykonywanych na zwierzętach przekonano się, że natychmiastowe zastosowanie na oparzenia skórne, czynników hydrolizujących ocala życie, jednak nie zapobiega oparzeniom. Zastosowanie takiego leczenia bezwątpienia ratuje życie niedopuszczając do wchłaniania się przez skórę śmiertelnej dawki arszeniku. Przekonano się, że 5% roztwór NaOH okazał się w tych wypadkach bardzo skuteczny. Można również wykonać wycięcie oparzonej przestrzeni i otaczających ją tkanek po upływie 12 godzin od chwili zobojętnienia luizytu na skórze, rana goi się wtedy bez komplikacji. Dowodzi nam to, że wszelkie oparzenia płynnym luizytem należy zmywać natychmiast, lub jak można najszybciej 5% roztworem wodorotlenku sodowego lub analogicznego roztworu alkalicznego. Po staranem zmyciu oparzonej skóry, tym środkiem należy płyn natychmiast usunąć przez zmycie wodą, gdyż wodorotlenek sodowy jest sam przez się środkiem drażniącym skórę. Pacjenta należy wtedy odesłać natychmiast do szpitala polowego, lub przynajmniej do posterunku sanitarnego, na którymby można było wykonywać najprostsze zabiegi chirurgiczne. Tam należy wyciąć szeroko skórę oparzoną i ranę zeszyć. Miejsca oparzone można wyciąć z dobrym wynikiem jeszcze po upływie 12 do 24 godzin od chwili oparzenia, należy wtedy usunąć skórę oparzoną i obrzękłą tkankę podskórną i założyć dren. Choćby nawet wtedy rana nie goiła się bez komplikacji, to jednakże zabieg ten skraca znacznie czas trwania niezdolności do pracy, w przeciwnym bowiem razie należy oczekiwać owrzodzenia miejsca, oparzonego wraz z oddzieleniem się

skóry obumarłej i z następowem zakażeniem obnażonej przestrzeni.

Stwierdzono, że najodpowiedniejszym sposobem leczenia oparzeń parą luizytu jest pasta wodorotlenku żelaza, przyrządzona w sposób następujący: do roztworu chlorku żelaza nieco poniżej stopnia nasycenia, dodajemy zwolna silnego amoniaku, aż do chwili dopóki, nie da się uczuć słaby zapach amoniaku. Płynu tego nie należy mieszać, lecz wlać do głębokich, wąskich słoików i pozwolić osiąść na dnie ciężkiemu czekoladowo zabarwionemu osadowi. Następnie należy odcedzić ciecz znajdującą się ponad osadem i przemyć osad wodą destylowaną, przemywanie to należy powtarzać aż do chwili, gdy w wodzie nie będzie można już wykryć chlorków przy pomocy kwasu azotowego i azotanu srebra. Przemywanie takie może trwać 6—8 dni. Delikatny koloidalny wodorotlenek żelaza otrzymany w ten sposób, przesącza się i pozostałość miesza się z gliceryną aż do otrzymania gęstej pasty (mniej więcej 6 części wodorotlenku żelaza z jedną częścią czystej gliceryny). Otrzymany w ten sposób krem nakłada się do nieprzemakalnych pudełek lub tubek. Pasta ta jest bardzo trwałą, o ile przechowuje się ją w naczyniach uszczelnionych. Stosuje się ją przy oparzeniach luizytowych, przykrywając nasmarowane miejsca naoliwionym jedwabiem, papierem lub innym nieprzemakalnym opatrunkiem. Opatrunek taki należy zmienić po upływie mniej więcej 12 godzin. W większości wypadków wystarcza jeden taki opatrunek, aby zapobiec tworzeniu się pęcherzy, w wielu wypadkach leczenie takie zapobiega wogóle oparzeniu. Pasty tej używać można do natychmiastowego leczenia oparzeń powstałych od płynnego luizytu i leczenie to można kombinować z wykonaniem operacji (gdy to tylko stanie się możliwe).

Gdyby nieprzyjaciel, lub też nasze wojska zaczęły używać luizytu, należałoby zaopatrzyć całą armję w ampułki zawierające 5% roztwór wodny wodorotlenku sodowego, oraz tubki z pastą wodorotlenku żelaza. W ten sosób żołnierze oparzeni, mogliby natychmiast rozpocząć leczenie oparzeń, poczem należałoby ich śpiesznie ewakuować do szpitali polowych, gdzie możnaby wykonać operacje. W ten sposób leczenie oparzeń śmiertelnych trwałoby 10 dni — 3 tygodni, zależnie od stopnia oparzenia i szybkości, z jaką zastosowano leczenie, i po tym czasie ludzie oparzeni mogliby wracać do służby.

ŹRÓDŁA.

(1) *Lynch, Smith and Marshall:* Dichlorethylsulphide, systemic effects and mechanism of action. Jour. Pharmacol. and Exper. Therap., Baltimore, 1918, XII, 265.

(2) *Marshall, Llnch and Smith:* Variations in susceptibility of skin to dichlorethylsulphide. Jour. Pharmacol. and Exper. Therap., Baltimore, 1918, XII, 291.

(3) *Warthin and Weller:* The Medical Aspects of Mustard Gas Poisoning. The C. V. Mosby Co., 1919.

(4) *Flury and Wieland:* Die pharmakologische Wirkung des Dichloräthylsulfids. Zeitschr. für die gesamte Experimentelle Medizin, 1921, XIII, 367.

(5) *Stewart, Matthew J.:* Report on cases of poisoning by „mustard gas" with special reference to the histological changes and to alterations in the leucocyte count. Report No. 17 of the Chemical Warfare Medical Committee, London, December, 1918.

(6) *Winternitz:* The Pathology of Was Gas Poisoning. Yale University Press, 1920.

(7) *Wilson and Mackintosh:* Mustard gas poisoning. Quartarly Journal of Medicine, 1919—1920, XIII, 201.

(8) *Williams:* Protective ointments against mustard gas. Journal American Pharmaceutical Assoc., 1919, VIII, 824.

(9) The Official History of the War, vol. II, Medical Services, London, 1923.

ROZDZIAŁ IX.

Gazy wywołujące łzawienie (Lakrymatory).

Niemcy zaczęli używać pocisków zawierających gazy wywołujące łzawienie w kwietniu 1915 roku. Stosowali je w dużych ilościach aż do lipca 1916 roku, a w ciągu całej wojny używali ich stale w mniejszych ilościach dla niepokojenia przeciwnika. Najpierw używano pocisków oznaczonych literą „T" i zawierających bromek ksylylu, pociski „B" wyrabiane później zawierały bromek ksylylu zmieszany z bromo-metyl-etyl-ketonami, brom - acetonem, lub bromkiem cjanu. Sprzymierzeni nie mogli wyrabiać znacznych ilości lakrymatorów z powodu braku bromu. Pociski zawierające gazy łzawiące wywierały pewne niepokojące działanie na wojska sprzymierzonych, a zwłaszcza w czasie początkowego okresu wojny, gdy maski ich były jeszcze niewystarczające. Wraz z ulepszeniem masek działanie lakrymatorów ograniczyło się jedynie do obniżeni a sprawności wojsk przeciwnika przez zmuszenie ich do mniej lub więcej stałego noszenia masek.

Lakrymatory wywoływały cięższe zatrucia w tym tylko wypadku, gdy pocisk wypełniony niemi pękał w schronie, lub jakiejś zamkniętej przestrzeni, gdy w ten sposób powstawało niezwykle wysokie stężenie gazu trującego, albo też w czasie bombardowania, kiedy żołnierze niemogli uciec przed powstającemi chmurami gazów.

Tacy zatruci doświadczali nudności, wymiotów i kaszlu oprócz łzawienia, śmierć zaś następowała w nader rzadkich wypadkach wskutek podrażnienia płuc. Tacy nieliczni chorzy zazwyczaj powracali prędko do zdrowia po przeniesieniu ich do czystego powietrza, i w niektórych tylko wypadkach byli oni niezdolni do pracy dłużej niż jeden lub dwa dni.

Ogółem zanotowano dwa śmiertelne wypadki wskutek zatrucia lakrymatorami. Shuffebothan donosi o jednym wypadku zatrucia robotnika, który został zatruty wskutek wybuchu pocisku zawierającego jodo-octan etylu i zmarł tegoż dnia wskutek ciężkiego zapalenia tchawicy i płuc. W wypadku tym nie zauważono wyraźnego obrzęku płuc, a w niektórych częściach płuc pęcherzyki były wypełnione wynaczynionemi czerwonemi krwinkami. Drugi wypadek śmierci wskutek zatrucia jodo-octanem etylu zaszedł we Francji, ofiarą jego padł żołnierz kompanji obsługującej okopowy moździerz, naskutek przedwczesnego wybuchu bomby. Sekcja w tym wypadku wykazała obrzęk płuc wraz z licznemi niewielkiemi wybroczynami krwi w płucach.

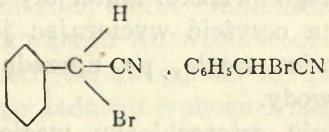
Prawdopodobnie dzięki temu brakowi własności trujących i zabezpieczeniu, jakie daje przeciw nim maska, lakrymatory nie będą stosowane w przyszłej wojnie na większą skalę przy atakach lądowych. W wojnie morskiej natomiast znaczenie taktyczne takiego chwilowego obezwładnienia przeciwnika, lub nawet niepokojenia obsługi dział, może mieć wielką wartość strategiczną. Pozatem terenu nasyconego trwałym gazem łzawiącym nie będzie można zajmować i w ten sposób możnaby niewątpliwie niepokoić nieprzyjaciela w czasie marszu wojsk w kierunku frontu lub też w odwrocie.

Wiele środków chemicznych posiada własności wywoływania łzawienia w mniejszym lub większym stopniu, zaczynając od łagodnego, aż do silnego podrażnienia z tak obfitym upływem łez, iż człowiek staje się czasowo zupełnie ślepy. Niektóre z tych związków, jak naprzykład chloropikryna, są również trujące. Własności wywoływania łzawienia zdają się być uzależnione od obecności w drobinie chlorowców, i rzeczywiście wszystkie gazy łzawiące zawierają zawsze któryś z chlorowców. Ogólnie biorąc, związki zawierające jod mają najsilniejsze działanie łzawiące, brom działa słabiej, a chlor ma najmniejsze działanie. Jednakże istotna skuteczność danego związku jest tylko jednym z czynników, który bierzemy pod uwagę przy ocenie jakiegoś związku, jako środka chemicznego bojowego, ważniejszym dla nas czynnikiem przy tej ocenie bywa jednak to, czy związek taki może być wyrabiany tanio i w wielkich ilościach, to też brak jodu i koszta otrzymywania go, czynią środek zawierający jod niedostępny dla celów masowej produkcji.

Większość lakrymatorów, które były stosowane na wojnie zawierała brom, i niektóre z nich, jak naprzykład cjanek brombenzylu były bardzo skuteczne; ale brom w porównaniu z chlorem jest również środkiem kosztownym, a ponieważ wyrabiany z chlorem lakrymator, chlorocetofenon, jest tak samo skuteczny jak cjanek brombenzylu, pozwala nam to przypuszczać, że w przyszłości nie będzie się wyrabiać innych gazów łzawiących, jak chlor - acetefenon.

CJANEK BROMBENZYLU.

Cjanek brombenzylu został odkryty w 1881 roku, ale po raz pierwszy w stanie czystym otrzymano go w 1914 roku. Jest to jeden z aromatycznych związków, posiadający chlorowiec w bocznym łańcuchu, ma on formułę następującą:



. $C_6H_5CHBrCN$

Czysty cjanek brombenzylu jest żółtawo-białem krystalicznem ciałem stałem, topniejącem przy 29°C., otrzymywanym przez wykrystalizowanie z alkoholu. Ciśnienie jego pary nie zostało dotąd dokładnie ustalone.

Otrzymywany fabrycznie z powodu zanieczyszczeń jest ciężkim oleistym płynem, barwy ciemno-bronzowej. C. wł. czystego cjanku brombenzylu wynosi przy 0°C 1.539.

Cjanek brombenzylu jest bardzo stały. Woda rozkłada go bardzo powoli. Wodorotlenek sodowy rozkłada go wolno w temperaturach niskich, lecz rozkład ten staje się zupełny po dłuższem gotowaniu. Alkoholowy roztwór wodorotlenku sodowego, rozkłada go szybko nawet przy niskiej temperaturze. Niektóre z silniejszych czynników utleniających, takie jak chlorany i permanganiany, utleniają go po dłuższem działaniu.

Na podstawie tego zachowania się cjanku brombenzylu można przypuszczać, że jest on związkiem trwale trzymającym się terenu, i tak jest istotnie. Cjanek brombenzylu rozprószony na zwykłym terenie i wystawiony na działanie powietrza, wywołuje podrażnienie i łzawienie oczu jeszcze po upływie 30 dni, a przy sprzyjających warunkach związek ten może

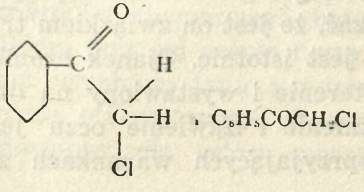
istnieć dłużej. Jest on bezwątpienia jednym z bardzo trwałych chemicznych środków bojowych. Cjanek brombenzylu można jednak stosować w pociskach posiadających tylko małą ilość środka wybuchowego, jak naprzykład w pociskach przebijających umocnienia ulega zniszczeniu przy wybuchu. Dla pewnych taktycznych celów, trwałość ta stanowi stronę ujemną tego związku. Nie nadaje się on również do zastosowania go do rozpraszania tłumu lub obezwładniania zabarykadowanych przestępców, chloracetofenon przewyższa go znacznie pod tym względem.

Ujemną stronę cjanku brombenzylu stanowi również ten fakt, iż atakuje on silnie zwykłe metale z wyjątkiem ołowiu. Przeżera nawet pociski stalowe i przy tym procesie rozkłada się i traci swą własność wywoływania łzawienia. Dlatego też pociski, które zawierać mają tę substancję, muszą być wyłożone wewnątrz ołowiem, szkłem lub porcelaną. Stanowi to poważną stronę ujemną tego związku. Materjały obryzgane cjankiem brombenzylu można oczyścić wycierając je płótnem umoczonem w czterochlorku węgla, po uprzedniem usunięciu zeń wszelkich śladów wody.

Po zastosowaniu czterochlorku węgla pozostałe jeszcze ślady cjanku brombenzylu dają się usunąć zapomocą 20% alkoholowego roztworu wodorotlenku sodowego. Roztwór ten niszczy około 2½ razy tyle cjanku brombenzylu, ile wynosi jego waga. Ważnem jest zniszczenie nawet najmniejszych śladów cjanku brombenzylu, ponieważ nieznaczne nawet ilości tej substancji mogą wytworzyć w powietrzu stężenie nie do zniesienia. ponieważ 0.0003 mgm. tego związku na litr powietrza wywołuje już łzawienie.

CHLOROCETOFENON.

Związek ten został otrzymany po raz pierwszy w roku 1887, lecz nie zwracano na niego uwagi aż do chwili zastosowania go w w ojnie chemicznej. Jest to chloropochodna aromatycznego ketonu i ma formułę następującą:



$C_6H_5COCH_2Cl$

Czysty chloracetofenon można otrzymać zapomocą wykrystalizowania go z roztworu alkoholu, jako białe kryształy, które topią się przy temperaturze 50° do 59°C. Wrze on przy 245°C. i daje się destylować bez rozkładania się. Jego ciężar gatunkowy wynosi 1.334 przy 0°C. Jest on ciałem stałem, ma bardzo niskie ciśnienie pary, bo wynosi ono 0.0028 przy temperaturze 0°C. Jak z przytoczonych własności widać, chloracetofenon może być pod postacią płynu użyty do wypełnienia pocisku lub świecy. Ze względu jednak na jego wysoki punkt wrzenia i niskie ciśnienie pary, działanie tego związku ustaje niebawem, ponieważ jego początkowe stężenie szybko się zmniejsza wskutek kondensacji na ciało stałe, które upada na teren, a tutaj działanie jego ustaje, lub staje się nieznacznem.

Chroacetofenon jest tylko nieznacznie rozpuszczalny w wodzie w stosunku nie więcej jak 1 gram na litr, natomiast jest on rozpuszczalny w benzynie, eterze i alkoholu, daje się zniszczyć i usunąć zapomocą gorącego roztworu wodnego węglanu sodowego. Chloracetofenon jest związkiem bardzo stałym. Wilgoć nie wywiera na niego żadnego wpływu i można nim napełniać pociski stalowe bez obawy przeżarcia. Nie rozkłada się przy wybuchu i można go nawet mieszać z T. N. T. (Tri nitro toluol), jest to zatem lakrymator o wiele więcej nadający się dla celów bojowych, niż cjanek brombenzylu, a równie skuteczny. Stężenie wynoszące 0.0003 mgm. na litr wywołuje już łzawienie. Ze względu na wyżej przytoczone fakty, jako też na taniość jego wyrobu, będzie on zapewne najbardziej używanym powszechnie związkiem łzawiącym. Związek ten stosuje się w świecach, w których powstające ciepło zamienia chloracetofenon w parę, używa się go również w granatach ręcznych i karabinowych.

DZIAŁANIE FIZJOLOGICZNE I PATOLOGJA LAKRYMATORÓW.

U ludzi narażonych na działanie chloracetofenonu, dają się zauważyć objawy następujące: podrażnienie oczu, łzawienie i palenie delikatniejszych części skóry. W niektórych wypadkach istnieje skłonność do zwiększonego wydzielania się śliny i podrażnienie gardła. Po zatruciu odczuwa się pewne niedomaganie, ale jest ono dość krótkotrwałe, za wyjątkiem tych wypadków, gdy stężenie było niezwykle silne, lub gdy stężenie niskie działało w ciągu dłuższego czasu. W takich razach potrzeba około 24 godzin zanim oczy powrócą do stanu normal-

nego. Ludzie, których wystawiono na działanie wysokich stężeń w celach doświadczalnych w ciągu krótkiego przeciągu czasu, nie byli w stanie otworzyć oczu w ciągu kilku minut. W niektórych wypadkach zauważono zapalenie spojówek, które trwało kilka godzin.

Chloracetofenon wywiera jedynie tylko nieznaczny wpływ na skórę tak ludzi, jak i zwierząt. Zastosowany w nadmiarze na skórę ludzką, wywołuje uczucie palenia, nieznaczne zaczerwienienie, a niekiedy tworzenie się małych pęcherzyków. Ten stan zapalny przemija po upływie mniej więcej 7 dni. Zapalenie powstałe wskutek zadziałania pary chloacetofenonu ma charakter łagodny, i jest bez znaczenia, chociaż u wyjątkowo wrażliwych osobników może stać się dokuczliwem. Chloracetofenon nie wywiera żadnego wpływu na płuca u człowieka w stężeniach z jakiemi się można spotkać w polu.

Psy poddane działaniu chloracetofenonu przejawiają silne podniecenie, podrażnienie oczu, nosa i gardła, łzawienie, ślinotok, wypływ z nosa i objawy duszności. Występują u nich niebawem wymioty, drżenie kończyn. Po zatruciu można zauważyć uszkodzenie rogówki od nieznacznego zmętnienia począwszy, aż do owrzodzeń i ślepoty włącznie oraz ból gardła i kaszel. Niektóre psy, które zginęły, wykazywały przekrwienie i obrzęk płuc, błonicze zapalenie tchawicy i zmętnienie rogówki. Jest rzeczą mało prawdopodobną, by można było spotkać w polu stężenia, użyte do doświadczeń na tych zwierzętach. Stwierdzono, że konie są w zupełności odporne na chloracetofenon i nie przejawiają ani łzawienia, ani też podrażnienia.

Nie posiadamy bliższych wiadomości, dotyczących sposobu działania chloracetofenu, lub cjanku brombenzylu.

LECZENIE.

Leczenie polega głównie na przemywaniu oczu roztworem kwasu borowego, lub dwuwęglanu sodowego. a ponieważ lakrymatory nie powodują głębszych uszkodzeń oczu, i wywołują tylko przejściowe niedomagania, nawet takie leczenie bywa naogół nie potrzebne. Maska daje zupełne zabezpieczenie przed środkami łzawiącemi i jeżeli jest odpowiednio dopasowana, człowiek może przejść przez najgęstsze chmury gazu, nie doświadczając żadnych dolegliwości. Jednakże, ponieważ działanie lakrymatorów jest bardzo szybkie, nieznaczne niedomaganie

może już wystąpić przed nałożeniem maski. Środki łzawiące wywołują stale odruch, przejawiający się w ucieczce. Fakt ten właśnie sprawia, że można je stosować wobec wzburzonego tłumu, lub też w jakichś innych okolicznościach, wymagających obezwładnienia, groźnych dla otoczenia osobników. Pierwszym odruchem żołnierza, posiadającego maskę, powinno być nałożenie jej. Instynkt ten rozwija się jedynie przez ciągłe ćwiczenia, a ćwiczenia te osiągają wtedy pożądany cel, gdy żołnierz zdoła nałożyć maską w przeciągu 7 sekund od chwili pierwszego ostrzeżenia o zbliżającym się gazie.

ŹRÓDŁA.

(1) *Shufflebotham, Frank:* Report on poisoning by ethyl oidoacetate, Report No. 8 of the Chemical Warfare Medical Committee.

(2) Official History of the War, vol. II, p. 465.

ROZDZIAŁ X.

Dymy drażniące.

Przy poszukiwaniach związków trujących, które dałyby się zastosować do wojny chemicznej, zwrócono odrazu uwagę na związki arsenowe. Większość związków nieorganicznych arsenu, są to ciała stałe nie dające się przeprowadzić w fazę pary, a zatem nie przydatne dla tego celu. Starano się używać arseniaku AsH_3, który jest gazem silnie trującym. Lecz arseniak jest łatwopalny i dość niestały, a także i dla innych przyczyn nie mógł on uzyskać powodzenia jako czynnik wojny chemicznej. Jednakże znaczna ilość związków organicznych arsenu okazała się użyteczna.

Niemcy zastosowali poraz pierwszy dwufenylojednochloroarsinę 10.VII.1917 r. w pociskach oznaczonych błękitnym krzyżem. W późniejszych nieco okresach wojny pociski błękitnego krzyża zawierały dwufenlcjanarsynę $(C_6H_5)AsCN$, oraz inne związki arsenowe. Niemcy używali również dwuchloroarsyny etylowej i metylowej, oraz dwubromarsyny. Drażniące działanie tych środków znane było już od roku 1880. La Coste, opisując drażniące działanie dwuchloroarsyny etylowej, mówi: „Środek ten wywiera silne drażniące działanie na błony śluzowe oczu i nosa, powoduje bolesne owrzodzenia skóry i jest bardzo niebezpieczny dla tych, co nad nim pracują, ponieważ pary jego utrudniają oddech, wywołują osłabienie, długotrwałe porażenie i znieczulenie kończyn".

Dla wywołania tych skutków konieczne są duże dawki. Wszystkie używane związki arsenowe nie wytrzymywały porównania z iperytem pod względem jego własności parzących, nie miano też zamiaru używania ich jako środków parzących lub trujących.

Wymienione związki arsenowe stosowano w pociskach, opatrzonych środkami wybuchowemi o dużej sile, w przypuszczeniu, że wybuch pocisku wytworzy obłok składający się z tak drobnych cząsteczek, że one będą mogły z łatwością przenikać maskę. Wówczas to gwałtowne podrażnienie nosa i gardła, jako też nudności, wywołane przez te związki, miałyby zmusić żołnierza do zdjęcia maski a wtedy, padałby on ofiarą innych gazów, bardziej trujących. Toteż związki arsenowe, wyżej przytoczone, znane były z początku pod nazwą sternitów, lub gazów wywołujących kichanie. Ale cząsteczki rozprószone w ten sposób przez wybuch pocisku bywały zazwyczaj zbyt wielkie, by mogły przenikać przez maskę, i pociski błękitnego krzyża nie osiągnęły właściwie powodzenia.

Niemcy przeceniali wartość swych pocisków błękitnego krzyża i wyrabiali je w olbrzymich ilościach. Możemy zdać sobie sprawę z wysokiej wartości, jaką przypisywali oni tym pociskom z następujących cyfr:

W zajętym przez wojska amerykańskie dywizyjnym składzie amunicji na odcinku Moreuil w lipcu 1918 roku było:

	procent
Pocisków miażdżących	50
Pocisków błękitnego krzyża	19
Pocisków zielonego krzyża (środki drażniące płuca)	24
Pocisków żółtego krzyża (iperyt)	7

Zajęty we wrześniu 1918 roku dywizyjny skład pocisków znajdujący się na froncie angielskim zawierał:

	procent
Pocisków miażdżących i szrapneli	60
Pocisków błękitnego krzyża	30
oraz innych pocisków gazowych	10

Pogląd Niemców na pociski błękitnego krzyża znalazł swój wyraz w następujących instrukcjach podpisanych przez Ludendorfa, wydanych przez niemiecki sztab generalny, w dn. 9 lipca 1918 r.:

„Substancja zawarta w pociskach błękitnego krzyża działa z szybkością nadzwyczajną, lecz czyni ona wojska niezdolne do działania tylko na krótki przeciąg czasu. Przy wystarczająco wysokim stężeniu przenika ona przez maskę francuską, a w mniejszym stopniu również i przez maskę angielską, w tym wypadku zmusza ona nieprzyjaciela do zerwania maski. Dla takich celów zaleca się mieszaninę błękitnego i zielonego krzyża. Przy mniejszym zaś stężeniu środek ten zmusza w każdym razie nieprzyjaciela

do noszenia maski, obniżając w ten sposób jego sprawność. Działanie gazu ustaje i znika szybko po wybuchu. Wskutek tego może on być użyty również wtedy, gdy piechota nasza znajduje się dość blisko".

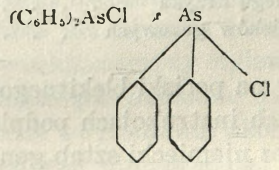
Przekonano się później, że związki tej klasy dają się rozpuszczać zapomocą ciepła pod postacią dymów. Związki te wydobywają się ze zbiornika pod postacią pary, która kondensuje się w powietrzu, tworząc w ten sposób drobniutkie cząsteczki, a te mogą przenikać przez maskę łatwiej i są więcej trujące.

Przez dokładniejsze rozdrobnienie cząsteczek można otrzymać większe stężenie tych związków, a im cząsteczki ich są drobniejsze, tem szybciej są one pochłaniane przez płuca i tem trwalszym jest dym, z nich powstały. Chociaż liczne związki arsenowe nadają się do takiego użytku, jednak dwa z nich przewyższają wszystkie inne i zasługują na omówienie. Jest to dwufenylojednochloroarsyna, zwana pospolicie D. A. i dwufenyloaminochloroarsyna, znana jako D. M.

D. A. i D. M. są prawie identyczne co do swych działań taktycznych, różnią się jednak w drobniejszych szczegółach.

DWUFENYLOJEDNOCHLOROARSYNA CZYLI D. A.

La Coste i Michaelis wynaleźli D. A. w 1878 roku. Praca Michaelisa, który prowadził ją mając z początku na względzie lecznicze działanie związków arsenowych, doprowadziła następnie do odkrycia atoksylu, salwarsanu oraz innych związków podobnych. Dwufenylojednochlorarsyna ma formułę następującą:



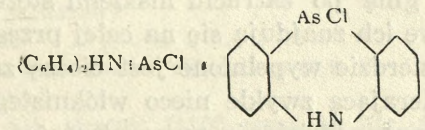
Można ją uważać za pochodną arseniaku AsH_3 otrzymaną przez zastąpienie dwuch atomów wodorowych przez dwie grupy fenylowe, a trzeciego atomu wodorowego przez chlor.

Czysta D. A. jest bezbarwnym krystalicznym ciałem stałym, które topnieje przy 44° do 45°C. Produkt fabryczny jest gęstą nawpół stałą masą. D. A. nie daje się destylować w powietrzu bez rozkładania się. Jej punkt wrzenia w atmosferze

dwutlenku węgla wynosi 383°C. Ciśnienie pary D. A. wynosi 0.0001 przy 0°C. i 0.0004 przy 25°C. To ciśnienie pary niema znaczenia, a związek nie ulega wyparowywaniu przy zwykłej temperaturze. D. A. nie rozkłada się przy wybuchu. Jest ona trochę rozpuszczalna w wodzie, natomiast rozpuszcza się z łatwością w fosgenie, w czterochlorku węgla, oleju mineralnym i prawie we wszystkich rozpuszczalnikach organicznych. Daje się zatem łatwo mieszać z innemi czynnikami wojny chemicznej, takiemi jak fosgen lub chloropikryna. Jednakże chlor łączy się z D. A. tworząc produkt nie trujący. D. A. ulega hydrolizie przez wodę i tworzy kwas dwufenylarsenowy, ale proces ten przebiega bardzo wolno w wilgotnem powietrzu. D. A. nie ulega zmianie na powietrzu przy zwykłych temperaturach.

DWUFENYLOAMINOCHLOROARSYNA CZYLI D. M.

D. M. została wynaleziona równocześnie w Ameryce i w Anglji. Amerykańskim wynalazcą jest Dr. Adams, stąd zowią niekiedy związek ten „adamsytem". Formuła D. M. jest następująca:



Czysta D. M. jest krystalicznem ciałem stałem, barwy kanarkowo-żółtej. Surowy produkt jest krystalicznem ciemno-bronzowem lub zielonem ciałem stałem. Punkt topnienia D. M. wynosi 195°C. a punkt wrzenia 140°C. Przy wrzeniu rozkłada się. D. M. jest trudniej rozpuszczalna niż D. A. Jest ona prawie nierozpuszczalna w fosgenie i nie da się prawdopodobnie mieszać z innemi płynnymi związkami wojny chemicznej. Z drugiej strony wyrób D. M. jest o wiele łatwiejszy niż D. A. i trujące jej działanie jest długotrwałe.

OBJAWY WYWOŁYWANE PRZEZ DYMY TRUJĄCE.

Działanie różnych trujących dymów, arsenowych są bardzo zbliżone do siebie, jakkolwiek istnieją między niemi nieznaczne różnice. I tak dwuchloroarsyna metylowa jest bardziej trująca dla psów niż dwufenylochloroarsyna, lecz jest ona mniej

drażniąca w stosunku do ludzi, a zatem D. A. i D. M. stosowano nie dlatego, że są one najsilniej trującemi czynnikami tego typu, ale ponieważ należą one do środków najsilniej drażniących.

Gdy się podda zwierzęta działaniu związków arsenowych, występują u nich zazwyczaj objawy następujące: zwierzęta okazują pewne podniecenie, poczem występuje lekkie łzawienie, wyciek śliny, a przy końcu doświadczenia oddech może stać się częstszy i głębszy. Objawów niebywale silnego podrażnienia, jakie widzimy u ludzi przy poddaniu ich działaniu o wiele niższych stężeń, niema, a także nie obserwuje się u zwierząt objawów wyraźnego bólu, nudności, wymiotów, ani też utraty poczucia równowagi. Po zatruciu mogą się pojawić u zwierząt wymioty, oraz zwiększona wydzielina z pyska i nosa i obrzęk powiek wraz z zapaleniem spojówek. Nie widzieliśmy jednak nigdy zaburzeń ruchowych lub czuciowych i pod tym względem zwierzęta reagują na te związki w inny sposób niż ludzie.

Zależnie od stężenia i czasu trwania działania trucizny zwierzęta giną po upływie 12 godzin, lub po 20 dniach od chwili zatrucia.

Jeżeli psy giną po zatruciu niskiemi stężeniami arsinów, drogi oddechowe ich znajdują się na całej przestrzeni w stanie normalnym. Osierdzie wypełnione jest cieczą zabarwioną bursztynowo, zawierającą zwykle nieco włóknistego wysięku, jeżeli psy zginą przez zadziałanie wyższych stężeń arsinów, wtedy daje się zauważyć silne zaatakowanie całego układu oddechowego. Stwierdzić można dość znaczne zapalenie ropne krtani i tchawicy. Tchawica bywa niekiedy całkowicie wypełniona wysiękiem ropnym, lub krwawo ropnym, przylegającym dość ściśle do jej ścian. Zapalenie błony śluzowej sięga wgłąb płuc aż do oskrzeli, i tutaj wysięk może całkowicie zamknąć ich światło.

Płuca są olbrzymie i ciężkie i posiadają konsystencję twardszą, na ich powierzchni zewnętrznej widoczne są ogniska przekrwienia i obrzęku. Nierzadko znaleźć można również w nich rozsiane ogniskowe zapalenie płuc, połączone z tworzeniem się ropni. Mikroskopowe badania wykazały: obrzęk, ogniska niedodmy, przekrwienie i obrzęk ścianek pęcherzyków, znaczne wypełnienie krwią naczyń włosowatych i rozszerzenie przestrzeni okołonaczyniowych, włóknik i leukocyty w nienaruszonym nabłonku oskrzeli. Stan narządów jamy brzusz-

nej jest zwykle normalny, w rzadszych jednak wypadkach można była zauważyć przekrwienie wątroby i śledziony, oraz przekrwienie i owrzodzenie błony śluzowej żołądka. U żadnego ze zwierząt nie znajdowano zmian w układzie nerwowym. Należy zaznaczyć, że chociaż istnieją liczne rozsiane przestrzenie obrzęku w płucach u takich zwierząt, uszkodzenie samych pęcherzyków jest o wiele słabiej wyrażone, niż przy zatruciu środkami drażniącemi płuca. Przy działaniu arsinów głównie uszkodzonemi bywają oskrzela.

Chemiczna analiza narządów zwierząt zatrutych arsinami wykazała, że arsen zostaje pochłonięty i rozdzielony w całym organizmie. Poniżej przytoczone dane ilustrują ten podział.

Pies No. 1326, próba w polu, poddany działaniu dymu D. M., w stężeniu 0.184 mgm. na litr przez 4 minuty. Zabity jedenastego dnia przez wstrzyknięcie do żyły roztworu siarczanu magnezu. Narządy badane metodą Kjeldahla, poczem obliczono arsen jako As_2O_3, metodą Gutzilta.

	Miligramów na gram narządu
Mózg zawierał arsenu	0.001
Serce	0.002
Nerki	0.008
Wątroba	0.007
Trzustka	0.005
Rdzeń pacierzowy	0.001
Śledziona	0.0015

Psy poddane działaniu różnych stężeń D. A. w ciągu 30 minut w komorze gazowej.

Pies No. 304, stężenie O.262 mgm. na litr, śmierć nastąpiła po upływie 13 dni.

	Miligramów na gram narządu
Wątroba zawieraał arsenu	0.013
Nerki	0.004
Śledziona	0.002

Pies No. 1321 koncentracja 0,49 mgm. na litr, śmierć po 12 godzinach.

	Miligramów na gram narządu
1-sza próbka mózgu	0.015
2-ga próbka mózgu	0.014
Rdzeń pacierzowy	0.005

Pies No. 1325, stężenie 0.49 mgm. na litr, śmierć po upływie 12 godzin.

	Miligramów na gram narządu
Mózg	0.0016
Serce	0.003
Nerki	0.020
Wątroba	0.014
Trzustka	0.011
Rdzeń pacierzowy	0.001
Śledziona	0.002

OBJAWY WYWOŁANE U LUDZI PRZEZ DYMY TRUJĄCE.

U ludzi poddających się zatruciu małemi ilościami D. A. przy warunkach laboratoryjnych można zauważyć następujące objawy wedle ich kolejności: Podrażnienie nosa i gardła, podrażnienie oczu oraz łzawienie; bóle w klatce piersiowej wraz z wzrastającem uczuciem duszności; nadmierna wydzielina z nosa, kleista ślina i nudności. Jeżeli czas działania trucizny się przedłuży, mogą pojawić się bóle żołądka i drętwienie nóg. Uczucie drętwienia może przejść następnie w nadzwyczaj silny ból.

Po przerwaniu działania arsinów, występują następujące dolegliwości: zawroty głowy, obfity ślinotok, uczucie silnego pieczenia w nosie i w gardle, niekiedy nudności, ból głowy i ból zębów. Najdłużej trwa uczucie palenia w gardle i w nosie. To opóźnione działanie jest już zwykle łagodne. Okres niezdolności do pracy po zatruciu nawet wysokiem stężeniem dwufenylochloroarsyny trwa bardzo krótko, w rzadkich tylko wypadkach dłużej, niż 30 minut, a przyczyną tego są nudności, zawroty i bóle głowy.

Porównanie działania D. M. i D. A. daje wyniki następujące: W okresie działania trucizny, działanie D. A. bywa silniej zaznaczone, niż D. M. Przy wyższych stężeniach działanie D. A. bywa szybsze i równie silne, lecz nie bywa tak trwałe jak D. M. Przy niższych stężeniach działanie D. A. nie było tak trwałe, ani tak silne, jak przy D. M.

Z objawów działania tych ciał, występujących natychmiast po rozpoczęciu zatrucia, nie można wysnuć żadnych wniosków co do poważniejszych następstw, jakie zatrucie takie za sobą pociąga. W rzeczywistości najdłuższy okres niezdolności do pracy jaki pociąga za sobą zatrucie D. A., wynosił pół godziny, podczas gdy przy wyższych stężeniach D. M. trafiały się często okresy niezdolności do pracy trwające po dwie i trzy godziny. D. M. zdaje się być bardziej skuteczną w swym działaniu, ponieważ wskutek tego, że działanie jej bywa zrazu lżejsze, mija zazwyczaj czas dłuższy, zanim zatruci zwrócą się do lekarza o pomoc, wskutek tego bywają oni niezdolnymi do pracy w ciągu kilku godzin od chwili zatrucia.

Nie posiadamy cyfr wskazujących, jakie jest stężenie śmiertelne różnych związków arsenowych dla ludzi i jest rzeczą

bardzo nieprawdopodobną, by stosowanie tych trucizn przy warunkach polowych mogło spowodować śmierć. Maski amerykańskie zabezpieczają całkowicie od dymów tego rodzaju. Natomiast w razie braku masek, lub przenikania dymów arsinowych przez nie, własności drażniące dymów są tak silne, że zmusiłyby one na długi czas przed osiągnięciem stężenia trującego oddziały do opuszczenia placu boju. 0.0015 do 0.0025 mgm. D.A. na litr wystarcza dla wywołania podrażnienia nosa i gardła. Stężenie wynoszące 0.05 mgm. na litr staje się niemożliwem do zniesienia już po upływie pół minuty. Potrzeba jednak działania przez ½ godz. dawki 0.1 do 0.2 mgm. na litr, do zabicia psa. D. M. nie jest śmiertelną nawet dla zwierząt.

Jednakże przy zastosowaniu dymów z arsinami może nawet w warunkach spotykanych w polu powstać czasowa niezdolność do pracy w stopniu znaczniejszym. Poniższy opis podaje nam wyniki stosowania tych środków chemicznych w czasie wojny.

Gdy żołnierz zatruł się w silnym stopniu dymami powstałemi od pocisków błękitnego lub zielonego krzyża No. 3, skutki tego zatrucia występowały zawyczaj już po upływie kilku minut i rozwijały się szybko w tej kolejności: silny palący ból w nosie, ustach i gardle, ból szczęk i dziąseł, pulsowanie i dolegliwy ból twarzy, zwłaszcza policzków i ust, ból oczu i części czołowej głowy, łzawienie z oczu i bolesne zapalenie spojówki, obfita wodnista wydzielina z nosa, uczucie ściskania i palenia w piersi, ślinotok, ból w żołądku, nudności, a niekiedy wymioty, po których występowało czasem parcie, chociaż nie spotykano nigdy biegunki. Częstokroć chorzy opisywali ból nosa, gardła, jako wznoszący się ku górze w kierunku oczu i głowy, co wskazywało na zaatakowanie zatok czołowych. Ból ten nie jest łatwy do opisania. Gdy występował w łagodnej postaci, przypominał on do pewnego stopnia ból, jakiego doznajemy gdy wypadkiem podczas kąpieli przedostanie się do kanałów nosowych zimna woda, lecz w cięższych wypadkach ból ten miał niepokojące a niekiedy nad wyraz bolesne natężenie. Ból w piersiach opisywano zazwyczaj, we wczesnych okresach, jako uczucie palenia. Stopień rozwoju poszczególnych wyżej wspomnianych objawów bywał różny, nawet w cięższych wypadkach. I tak, niekiedy pacjenci skarżyli się na nieznaczne podrażnienie nosa lub nieduży ból głowy, a w gardle doświadczali raczej uczucia suchości niż bólu, natomiast doznawali silnego palenia w piersiach. Różnice te uzależnione były, być może od sposobu oddychania, i dla tego poważniejsze zaatakowanie kanałów nosowych trafiało się niewątpliwie rzadziej u tych, którzy oddychają przez usta. Ból oczu różnił się od bólu, jaki wywoływały zwykłe lakrymatory, chorzy doświadczali wrażenia, jakgdyby małe, ostre kryształki wpadły im do oczu. We wczesnym

okresie, gdy cierpienie znajdowało się w pełnym rozwoju, wydawało się pacjentowi, iż skóra policzków, zwłaszcza dookoła oczu, była napięta, miała ona też wygląd obrzękły. Kichanie obserwowano raczej w lżejszych, niż w poważniejszych wypadkach.

Niekiedy jednak już we wcześniejszych okresach zatrucia uskarżali się chorzy na zawroty głowy, a niektórzy z nich tracili nagle przytomność i pozostawali w stanie śpiączki w ciągu kilku godzin. Inni zaś, którzy wcale nie tracili przytomności, zapadali w stan letargu na okres 12 do 24 godzin. Godną uwagi cechą tych ciężkich wypadków był stan silnego przygnębienia, które towarzyszyło powyżej opisanym objawom. Nawet i w lżejszych wypadkach chorzy czuli się przygnębieni i nieszczęśliwi aż do chwili przeminięcia podrażnienia, a obraz niewysłowionego smutku i beznadziejnej rozpaczy, jaki przedstawiali poważniej zatruci, nie da się porównać ze stanem chorych zatrutych gazem innego typu; niekiedy ta depresja psychiczna kończyła się chwilową utratą panowania nad swemi czynami i w sprawozdaniach znajdujemy opisy wypadków, w których chorzy zachowywali się tak, jak gdyby utracili zmysły wskutek bólu i przygnębienia. W jednym takim wypadku trzeba było użyć siły, by powstrzymać chorego od samobójstwa, inny znów usiłował wpełznąć pod podłogę chaty w tem przekonaniu, że jest ściganym.

Poza temi zmianami w stanie umysłowym chorych trafiały się dość często zaburzenia ruchowe. Objawy te występowały niekiedy po upływie godziny, lub też później, (jako opóźnione).

Najczęstszym objawem zaburzenia w sferze czucia było mrowienie w kończynach, obserwowane również u pracowników laboratoryjnych, u których nie było mowy o zaburzeniach czynnościowych — prócz tego często również obserwowano wypadki porażenia kończyn, trwające pewien czas. W jednym takim wypadku w ciągu 3 kwadransów po zatruciu rozwinęło się całkowite porażenie lewego ramienia, tak, że zanim człowiek ten doszedł do czołowej stacji opatrunkowej, ramię jego zwisło bezwładnie. Zanim jednak dostawiono go do dalszej placówki sanitarnej t. j. po upływie 4 godzin, porażenie to ustąpiło prawie całkowicie, a po upływie 24 godzin nie było już po niem śladu. Wypadki takie trafiały się stosunkowo rzadko, świadczą one o tem, że arsiny działały na centralny system nerwowy, porażając ośrodki korowe i rdzeniowe i wywołując częściowe zniesienie ich czynności. W innych znowu razach występowało bardziej uogólnione zaburzenie ruchowe, między innemi obserwowano pare przypadków takiego zaburzenia ruchowego połączonego ze stanem przygnębienia moralnego. Oddział ludzi uległ zatruciu gazami z pocisków błękitnego krzyża i poza opisanemi powyżej objawami podrażnienia, rozwinęło się u nich znaczne osłabienie władzy w nogach, tak, chód ich stał się utrudniony i niepewny. Po zrobieniu kilku kroków ludzie ci padali na ziemię, podnosili się znowu i usiłowali iść naprzód, lecz w tem ich posuwaniu się nie widać było planowego wysiłku, wyglądali oni jak ludzie, którzy całkowicie utracili panowanie nad swoimi czynnościami, wskutek czego nie mogli oni pozostawać w pozycji leżącej, lecz zrywali się i usiłowali iść naprzód pomimo silnego uczucia obezwładnienia w nogach.

To samo obserwowali Niemcy, czego dowodzi nam ustęp przytoczony w pracy o arsinach p. Flury:

Wdychanie dwufenylochloroarsyny może wywoływać oprócz zjawisk podrażnienia, poważne zaburzenia w układzie nerwowym wskutek wchłaniania się trucizny. Zaburzenia te występują jako zaburzenia ruchowe, niepewny chód, chwianie się na nogach, a niekiady całkowita niemożność chodzenia. Zazwyczaj towarzyszy temu silny ból w stawach i członkach. Po wdychaniu wysokich bardzo stężeń, występują często zawroty głowy, napady omdlenia i utrata przytomności, które mogą trwać w ciągu długich godzin. Gdy znaczne ilości dwufenylochlorarsyny lub innych pokrewnych związków arsenowych zostają wchłonięte przez skórę, mogą powstać zaburzenia nerwowe różnego typu, a należy je przypisać nie miejscowemu działaniu trucizny, lecz jej ogólnemu wchłanianiu się. Można było często obserwować przeczulenie, znieczulenie i porażenie różnych przestrzeni skóry, zwłaszcza kończyn dolnych. Drganie muskułów i drgawki kloniczne trafiają się również w ciężkich wypadkach zatrucia podobnemi substancjami.

Po tych objawach bezpośrednich, które przypisać należy przedostaniu się do krwi trucizny atakującej układ nerwowy, występują w nieznacznej ilości wypadków, po upływie dni kilku,wyraźne zaburzenia czucia. Obserwowano niekiedy znieczulenie poczynające się od drętwienia końców palców, aż do całkowitej utraty czucia w znacznej części jednego, lub kilku członków. To znieczulenie bywało zwykle obustronne i obejmowało części członków okryte zazwyczaj rękawiczką lub pończochą. Odruchy w tych wypadkach bywały normalne. Naciskanie wzdłuż drogi nerwów nie sprawiało bólu, brakło też innych objawów zapalenia nerwów obwodowych. Przypuszczano, że w tych wypadkach zmiany czuciowe miały charakter czynnościowy. Trudno przypuszczać, by arsenowe obwodowe zapalenie nerwów atakowało jedynie nerwy czucia, a umiejscowienie znieczulenia (na przestrzeniach okrytych pończochami) zdaje się wskazywać raczej na zaburzenia czynnościowe. Powrót do zdrowia był szybki i jednostajny. Takie wypadki należały do wyjątków, większość pacjentów zatrutych w czasie wojny pociskami błękitnego krzyża stawała się niezdolną do pracy tylko na przeciąg kilku godzin i powracała do pełnienia swych obowiązków po upływie 24 do 48 godzin, tak że w Armji angielskiej postanowiono zatrzymywać takich chorych w rejonie działań wojennych.

Ilość nieszczęśliwych wypadków, jakich można oczekiwać przy użyciu tych dymów drażniących, zależy głównie od stanu

dyscypliny gazowej wojska, mogą one jednak być liczne. I tak w angielskim piątym centralnym szpitalu dla zagazowanych od 25 maja do 9 października 1918 r. 9.6 procent całkowitej ilości wypadków przyjętych do szpitali, byli to zatruci pociskami błękitnego krzyża, podczas gdy w tymże samym szpitalu pomiędzy 25 maja a 30 czerwca procentowość ta wzrosła do 17.3 procent wskutek zwiększonej ilości wystrzelonych pocisków błękitnego krzyża. Widocznie Niemcy przeceniali wartość tych związków, zwłaszcza używanych w pociskach błękitnego krzyża, przedstawiały one jednak bezwątpienia wartość jako środki wywołujące zatrucia, i wpływ, jaki wywierały na stan moralny wojska, nie odpowiada zupełnie ich sile trującej. Należy jednak pamiętać, że chociaż sposoby rozpraszania dymów trujących zostały znacznie ulepszone, to zostały również znacznie ulepszone i maski, tak że mogą one obecnie zatrzymywać o wiele drobniejsze cząsteczki. Zabezpieczenie staje się w dzisiejszych czasach kwestją wyszkolenia we wkładaniu maski oraz gazowej dyscypliny.

Djagnoza tych zatruć bywa zazwyczaj łatwa. Objawy gwałtownego podrażnienia nosa powstają natychmiast po rozpoczęciu działania trucizny i są nader charakterystyczne. Lakrymatory wywierają nieznaczny tylko wpływ na błony śluzowe nosa i gardła, a po zatruciu wszystkiemi innemi gazami istnieje pewien okres utajonego działania (wylęgania) przed wystąpieniem objawów, ale w przyszłości przeciwnik może użyć innych gazów w mieszaninie z drażniącemi arsinami i wtedy należałoby zawsze mieć na względzie możliwość powstawania później innych objawów. Najgroźniejszem w takich wypadkach byłoby użycie gazów drażniących płuca.

Leczenie. Pierwszemi warunkami leczenia zatruć arsinami będą: zupełny spokój, świeże powietrze i usunięcie zanieczyszczonego ubrania. Najmniejsze ilości substancji trującej pozostałe w ubraniu, lub w schronach, mogą wywoływać przez czas dłuższy przykre objawy zatrucia. Nos i gardło należy przemyć nasyconym roztworem kwasu borowego, lub fizjologicznym roztworem soli. Wdychanie następującej mieszaniny przynosi ulgę przy paleniu w nosie i gardle:

Alkoholu	40 cm.³
Chloroformu	40
Eteru	20
Amoniaku	5—10 kropli

Amoniak przynosi również ulgę w nudnościach i przygnębieniu. Pastylki składające się z gliceryny i mentolu łagodzą również nieco uczucie palenia w gardle. Ulgę w bólu głowy i w innych dolegliwościach przynosi aspiryna, fenacytyna oraz inne podobne preparaty, a jednorazowa dawka morfiny usuwa niewątpliwie najprzykrzejsze objawy. W tych wypadkach morfina nie jest przeciwwskazana, tak jak przy zatruciu gazami drażniącemi płuca. Stosuje się tu jedynie leczenie objawowe, ponieważ prawie wszyscy zatruci powracają do zdrowia po upływie jednego lub dwu dni. Nawet nieliczni chorzy doznający uczucia osłabienia w mięśniach i znieczulenia członków, potrzebują jedynie wywczasu, stopniowanych ćwiczeń i rozrywki, by powrócić do zupełnego zdrowia, biorąc pod uwagę to, że ich niezdolność do pracy jest raczej czynnościową, niż organiczną.

Takie trwałe związki arsenowe jak D. A. i D. M. mogą z łatwością zakazić wodę i spowodować masowe zatrucia, o ile woda ta zostanie użyta do picia lub gotowania. Fakty takie wydarzały się kilkakrotnie w czasie wojny, jak świadczy o tem przykład następujący:

Dwuch oficerów i 31 żołnierzy z pewnego oddziału, czerpało wodę dla mycia się i golenia z jamy powstałej przez wybuch pocisku. W niedługim czasie potem zaczęli się oni uskarżać na silne pieczenie oczu i dziąseł, i niebawem wystąpił obrzęk ust i zapalenie spojówek. Żołnierze, którzy myli się tylko w tej wodzie, skarżyli się, na bardzo silne bóle głowy, palenie skóry twarzy, w krótkim czasie u nich wystąpił obrzęk policzków, wystąpiło silne łzawienie i ból gardła. Ludzie, którzy wodą tą płókali usta i myli zęby, cierpieli na pieczenie dziąseł. Dwaj czy trzej żołnierze, którzy się tej wody napili, mieli wymioty. Badanie wody wziętej z tego dołu stwierdziło w niej znaczną domieszkę organicznego związku arsenowego odpowiadającego ilości 3.75 mgm. As_2O_3 na litr wody. Żołnierze innego oddziału, znajdującego się tuż w pobliżu, uniknęli tego zatrucia, gdyż używali wody przywiezionej w beczce.

Dla uniknięcia podobnych zatruć, trzeba pamiętać o wydaniu odpowiednich zakazów czerpania wody z jam po wybuchu pocisków, lub z podobnych miejsc dostępnych działaniu trucizn zawartych w pociskach. Dla wykazania zaś obecności arszeniku w podobnych wypadkach, trzeba naprzód rozłożyć połączenie organiczne. Można to zrobić w sposób następujący:

Litr takiej podejrzanej wody należy wyparować całkowicie na łaźni wodnej. cały osad przenieść do kolby Kjeldahla o wysokiej szyjce, dodać 1 $cm.^3$ stężonego kwasu azotowego lub 2 $cm.^3$ o ile obecne są wielkie ilości

wapnia i 25 cm.^{3} stężonego kwasu siarkowego. Poczem podgrzać całą zawartość na siatce asbestowej do temperatury niższej od punktu wrzenia kwasu siarkowego przez 6 godzin. Kolbę trzymać nieco pochyloną dla uniknięcia wypryskiwania cieczy. Poczem chłodzi się mieszaninę i rozcieńcza się ją do 250 cm.^{3} destylowaną wodą, następnie w ciągu 20 minut przepuszcza się przez ten roztwór dwutlenek siarki, dla zredukowania kwasu arsenowego na kwas arsenawy, dwutlenek siarki usuwa się przez gotowanie i wykonywuje się reakcję Marsh'a, lub co jest jeszcze lepsze, reakcję Gutzeita.

ŹRÓDŁA.

(1) Official History of the War, vol. II, p. 475—480.

(2) *Flury:* Lokal reizende Arsenverbindungen. Rozdział IX, p. 523, Zeitschrift für die gesamte Experimentelle Medizin, Tom XIII, Berlin, 1921.

(3) *Lefebure:* The Riddle of the Rhine 1921. W. Collins & Sons. Glasgow.

ROZDZIAŁ XI.

Inne gazy bojowe.

KWAS CJANOWODOROWY.

Kwas cjanowodorowy jest gazem porażającym, którego wpływ powstaje bezpośrednio wskutek jego trującego działania na układ nerwowy. Francuzi używali go w pociskach pod nazwą Vincennitu, był on również używany przez Anglików w celach doświadczalnych. Niemcy nie używali go zupełnie. Niepodobna otrzymać śmiertelnego stężenia tego gazu przy przy warunkach istniejących w polu i przy użyciu małych pocisków, toteż nie używano go nigdy nawielką skalę. Zasługuje on na omówienie, ponieważ bywał używany i może zostać użyty ponownie przy odmienych warunkach.

Działanie fizjologiczne. Większość cjanków jest trująca zależnie od ilości zawieranego CN. Ponieważ cjanek potasu i cjanek sodowy są łatwiejsze w użyciu od kwasu wodorocjanowego, to też stosowano je zazwyczaj w doświadczeniach laboratoryjnych podając je per os lub w dożylnych injekcjach. Solman streszcza działanie HCN, podanego drogami wyżej wspomnianemi w sposób następujący:

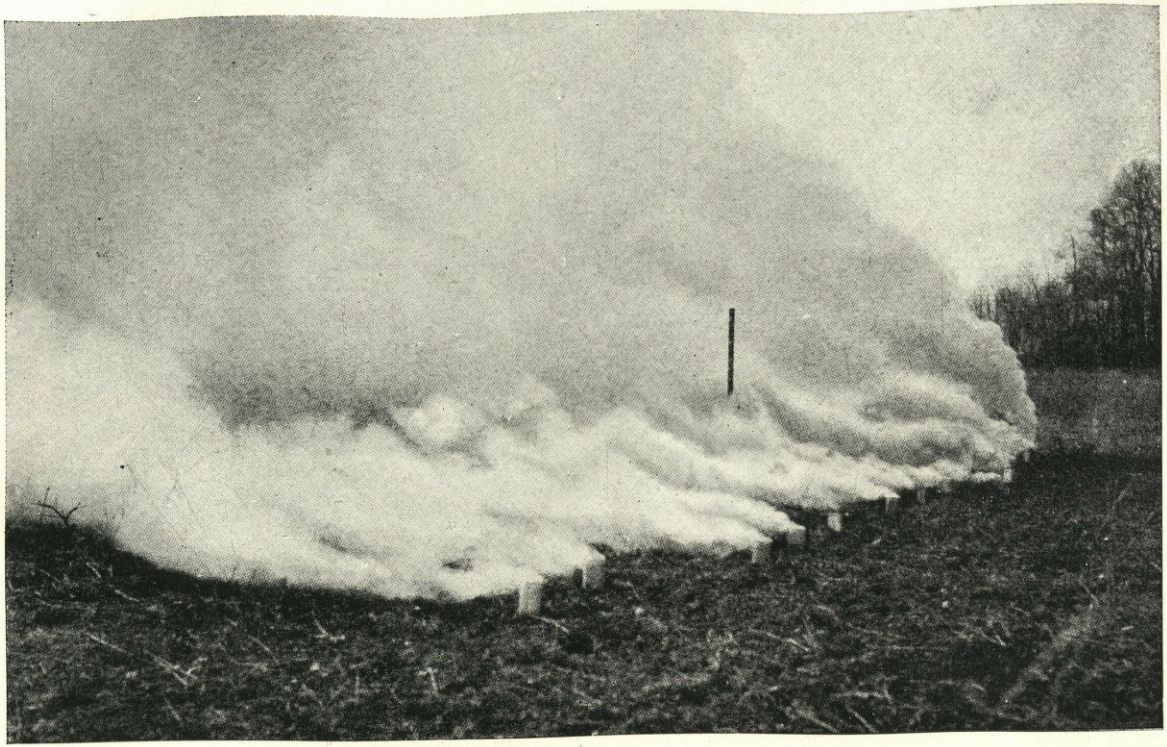
Kwas cjanowodorowy jest prawdopodobnie najszybciej działającą trucizną. Powoduje on śmierć przy objawach uduszenia przez zahamowanie utleniania tkanek. Wywołuje on również zaburzenia w większości innych procesów fermentacji, jest to zatem ogólna trucizna zarodzi. Związki zawierające rodniki CN są wówczas tylko trujące, jeżeli mogą uwalniać HCN. Cjanki żelazowe, żelazawe i siarkowe nie rozkładają się w ośrodowisku alkalicznem z wydzielem HCN, a zatem nie mają takiego działania. Jeżeli podajemy HCN lub jego sole pojedyncze w dawkach tak małych, by można było obserwować ich działanie, widzimy, iż polega ono na przemija-

jącem pobudzeniu niektórych części centralnego układu nerwowego, po którem następuje przygnębienie i porażenie. Działanie to przejawia się najpierw w rdzeniu przedłużonym, bywają pobudzone ośrodki nudności, oddechowe, nerwu błędnego, rozszerzające źrenice oraz środki naczynioruchowe. Potem następuje utrata przytomności, a wreszcie drgawki, które są u ludzi prawdopodobnie głównie pochodzenia rdzeniowego, poczem następuje porażenie całego układu nerwowego, przyczem trafia się często bezwolne wydzielanie kału, moczu i nasienia.

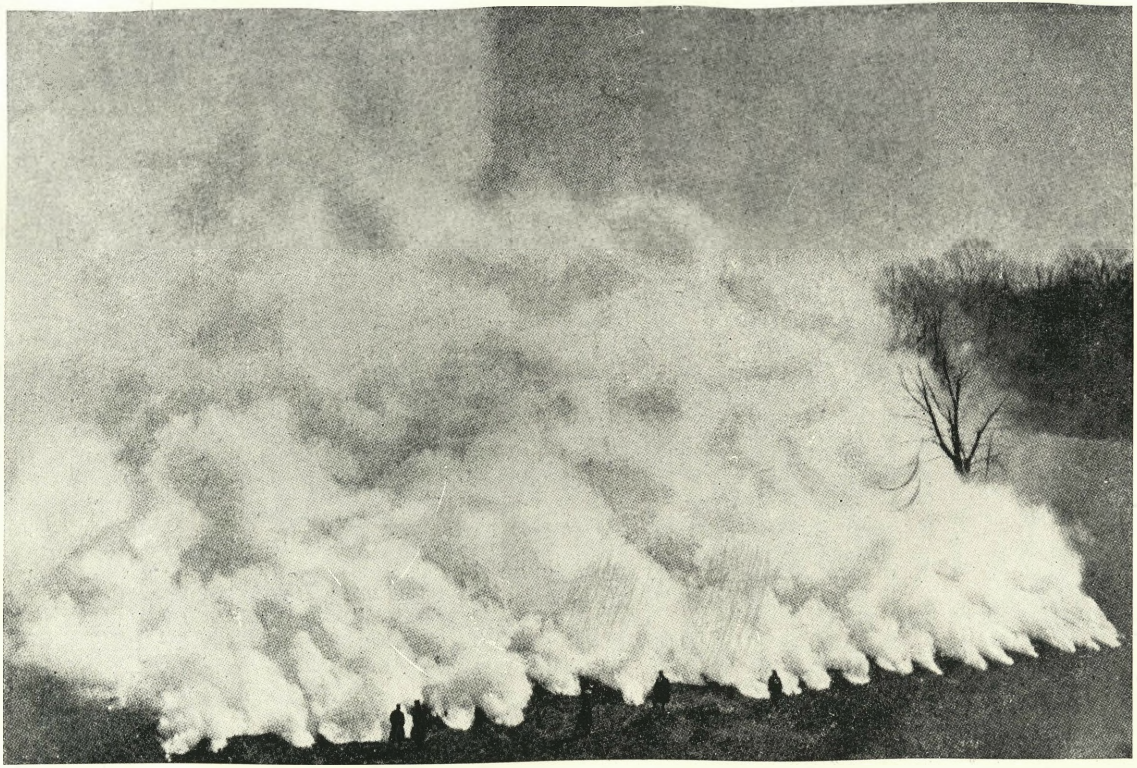
Wpływ wywierany przez HCN na poszczególne tkanki i czynności. 1. Krew. Kwas pruski nie łączy się łatwo z hemoglobiną. Cjanohemoglobina i cjanooksyhemoglobina tworzą się dopiero po dłuższym czasie działania trucizny i to z trudnością. Nieznaczne ślady znajdywane we krwi, znajdują się poza ciałkami czerwonemi, nienaruszone czerwone krwinki nie wchłaniają CN. We krwi zwierząt, poddanych zatruciu HCN, nie można było wykryć HCN, nawet biorąc do tego celu znaczne ilości krwi i poddając ją destylacji, to też możemy przypuszczać, że nie znajduje się on we krwi w takich ilościach które dawałyby się wykryć. Jasne zabarwienie krwi żylnej w takich wypadkach, należy przypisać temu, iż krew żylna zawiera ilość tlenu przewyższającą znacznie warunki normalne. Innemi słowy tkanki były niezdolne usunąć tlen ze krwi. Tlen dysocjuje się z większą łatwością w takiej krwi niż w normalnej. Przyczyną tego jest zmniejszenie się rezerwy alkalicznej, która towarzyszy zakwaszeniu się krwi wskutek anoksemji, a badania wykazały, że przy zatruciu HCN krew zawiera nieznaczny nadmiar związanego kwasu. Kwasem tym był kwas mleczny, znajdowano go również we krwi jak i w moczu zwierząt zatrutych HCN.

2. Naczynia krwionośne. Wkrótce po zatruciu wzrasta ciśnienie krwi, częściowo wskutek centralnego pobudzenia, częściowo wskutek zwiększonej wydzieliny nadnercza. Po tym wstępnym wzroście ciśnienia, wkrótce następuje wyraźny spadek, spowodowany porażeniem ośrodka naczynio-ruchowego, oraz bezpośredniem działaniem HCN na ścianki naczyń. Osłabienie bicia serca wywołane brakiem tlenu i bezpośrednim działaniem trucizny, przyczynia się w znacznej mierze również do spadku ciśnienia krwi.

3. Serce. W niskich stężeniach cjanki nie wywierają znaczniejszego wpływu na wyodrębnione serce. Przy zastosowaniu silniejszych roztworów, daje się spostrzec osłabienie siły



Świece dymowe zawierające Chloracetofonon.



Obłok dymowy wytworzony przez świece.

Przy słabym bardzo wietrze i co za tem idzie, wolnem rozpraszaniu się chmury, substancja D. M. z 500 świec tylko, na froncie wynoszącym 100 yardów okazała się skuteczną w takim stopniu, że wywoływała wymioty u osobników niezabezpieczonych na odległości 5 km. od źródła, a w odległości 10 km. można było jeszcze odczuć i wywoływała podrażnienie.

skurczu, mięśnia sercowego, zaburzenia w rytmie, a ostatecznie blok serca, taki, jak przy uduszeniu. U zwierząt, którym zastrzyknięto tę truciznę, widzimy działanie podobne, najpierw zwolnienie uderzeń serca spowodowane we wczesnych okresach centralnym pobudzeniem nerwu błędnego, a następnie w późniejszych okresach blokiem sercowym.

4. Oddychanie. Małe dawki wprowadzone do organizmu czy to zapomocą inhalacji, czy też injekcji, wywołują szybsze i głębsze oddechy. Następnie oddechy stają się coraz wolniejsze i płytsze z dłuższemi przerwami (typu Cheyne-Stokesa). Zmiany powyższe spowodowane są przez najpierw występujące pobudzenie, po którem następuje porażenie ośrodka oddechowego. Przy większych dawkach bezpośrednią przyczyną śmierci jest porażenie ośrodka oddechowego, ponieważ serce bije w dalszym ciągu, gdy już odychanie ustało. Kwas pruski nie drażni płuc, a powyżej opisane zaburzenia w oddychaniu występują również u psów, u których przecięto nerw błędny.

5. Tkanka mięśniowa. Cjanki wywierają wyraźny wpływ na zwykły mięsień, również wskutek działania ich ustaje rytmiczny ruch wyodrębnionych pętlic jelitowych. Przy niskich stężeniach nie można zauważyć innego wyraźnego wpływu na mięśnie prążkowane, jak tylko tem, że powracają one wolniej do stanu normalnego po zmęczeniu. Silniejsze stężenia powodują szybką śmierć tkanki, ale działania tego nie spostrzegamy nigdy w wypadkach zatrucia.

6. Układ nerwowy. Centralny układ nerwowy ulega pod wpływem HCN najpierw pobudzeniu, a następnie porażeniu. Ośrodki rdzenia pacierzowego bywają zaatakowane w mniejszym stopniu i pierwsze powracają do stanu normalnego. Główne działanie ma swoje siedlisko w rdzeniu przedłużonym i niższych częściach mózgu. Wpływ hamujący działalność ośrodka oddechowego daje się zauważyć od początku, a nieco później cały układ środkowy ulega porażeniu. Drgawki występujące we wczesnym okresie, bywają one wywołane zapewne przez bezpośrednie pobudzające działanie wyższych ośrodków, natomiast drgawki późniejsze, bywają wywołane stanem duszności.

7. Działanie na fermenty. Cjanki wywierają wyraźny wpływ na niższe organizmy i na upostaciowane zaczyny, hamują one rozliczne zjawiska zaczynów (tak np. reakcja krwi

z nadtlenkiem wodoru, upośledzają czynność czerni platynowej (znanego katalizatora), wpływają hamująco na wzrost drożdży, roślin, na kiełkowanie nasion.

8. Wydzielanie. Pewna ilość HCN wydziela się przez płuca. Reszta zostaje wydzielona pod postacią cjanków siarki po związaniu w organizmie z ciałami posiadającemi siarkę w drobinie.

Teorja działania. Zmiany w tkankach wywołane przez działanie HCN, są w rzeczywistości takie same, jakie spotykamy przy uduszeniu. Wyraźna różnica pomiędzy temi dwoma stanami polega na obecności nadmiaru tlenu we krwi przy zatruciu cjankami. Tkanki jednak cierpią na brak tlenu, to jest duszenie się wewnętrzne, któremu ulegają one w obecności obfitości tlenu, nie mogąc go zużytkować. Tę niemożność zużytkowania tlenu należałoby przypisać następującym przyczynom:

1. Działalności HCN obezwładniającej tlen,
2. Działaniu HCN na emzyny komórkowe w ogólności,
3. Prawdopodobnie chemicznemu działaniu na którąkolwiek część systemu utleniającego, np. na substancje samoutleniające się. Substanje te posiadają SH, a HCN zostaje wydzielony z organizmu pod postacią sulfocjanów. Istnieje tendencja przypisywania działania cjanków wpływowi, jaki one wywierają na procesy utleniające. Bardzo szybkie zahamowanie czynności ośrodka oddechowego przez dawki nie wywierające znaczniejszego wpływu na procesy utleniające w innych narządach, pozwala przypuszczać, że kwas cjanowodorowy może wywierać specyficzne działanie na ten środek.

Dawka śmiertelna. Jako dawkę śmiertelną dla człowieka uważa się zazwyczaj 0.05 gr. czystego HCN. Przypuszcza się jednak, że przy wprowadzeniu kwasu pruskiego do organizmu przez oddychanie, dawka śmiertelna jest daleko mniejszą, niż podano powyżej, a nasze doświadczenia potwierdziły w zupełności ten pogląd.

Objawy. W atmosferze zawierającej stężenie śmiertelne najpierw daje się zauważyć zapach gorzkich migdałów. Poczem występuje szybko uczucie ściskania w gardle, zawrót głowy, otępienie i osłabienie wzroku. W głowie doznaje się uczucia jakgdyby skronie ujęte były w śrubę, pojawia się czasami ból w karku, piersiach, bicie serca i utrudnione oddychanie. Potem

zwykle występuje utrata przytomności i człowiek pada na ziemię. Poczynając od tej chwili, o ile człowiek pozostanie w ciągu 2 lub 3 minut w atmosferze zatrutej kwasem cjanowodorowym, śmierć następuje zawsze po krótkim okresie drgawek i porażeniu oddychania. Po ustaniu oddechu serce bije jeszcze czas jakiś, lecz uderzenia stają się coraz to słabsze, wreszcie akcja serca się zatrzymuje. Jeżeli uda się usunąć człowieka z zatrutej atmosfery w chwili gdy upadnie i przenieść go do czystego powietrza, powraca on zazwyczaj do zdrowia. W wyjątkowych wypadkach występuje przejściowe porażenie nóg.

W szeregu doświadczeń stwierdzono, że u zwierząt istniała maksymalna granica niskich stężeń przy której wszystkie zwierzęta powracały szybko do zdrowia i minimalna granica wysokich stężeń, przy której wszystkie zwierzęta szybko ginęły. Jednakże pomiędzy temi dwoma granicami istnieje pośrednia strefa stężeń, w której zwierzęta mogą nagle ginąć, powracać w zupełności do zdrowia, lub żyć tylko kilka dni, by potem ostatecznie zginąć. Te ostatnie leżały w klatce oddychając zwolna, i nie dawały innych oznak życia. Nie były one w stanie ani jeść, ani pić nawet gdy im podawano wodę. W innych wypadkach zwierzęta te przedniemi łapami wykonywały bez przerwy ruchy jak przy pływaniu. Ruchy te były prawdopodobnie wywołane podrażnieniem ośrodków ruchowych, mózgu i rdzenia. Takiego długotrwałego porażenia nie opisano nigdy u ludzi. Ustalono ogólnie przy zatruciach ludzi przez HCN, że jeżeli śmierć nie nastąpi w ciągu godziny, człowiek powraca szybko i całkowicie do zdrowia. Zwierzęta doświadczalne, które były zatrute małą dawką HCN, pozwalającą im powrócić do zdrowia, mogły już niejednokrotnie chodzić po upływie mniej więcej godziny. Natomiast ludzie, którzy utracili przytomność po wdychaniu kwasu cjanowodorowego, nie byli zdolni do pracy w przeciągu kilku godzin. W niektórych wypadkach stan taki trwał nawet kilka dni.

Wyniki sekcji. Przy autopsji zmian wybitniejszych stwierdzić nie można. Narządy zabarwione są na różowo lub jasno czerwono, jeżeli sekcję wykonano natychmiast po zgonie. Jest to najbardziej znamienne, gdyż oznacza wysoki stopień utlenienia krwi. Płuca są różowe, o zmniejszonej objętości. Serce znajduje się w stanie skurczu. Krew jest jasno czerwona, w pewnej części skrzepnięta. Innych zmian organów znaleźć nie można.

Leczenie. Ze względu na szybkość działania trucizny, leczenie nie jest skomplikowane. Zatrutego należy przenieść natychmiast do czystej atmosfery, o ile to jest rzeczą możliwą. Można zastosować sztuczny oddech, jeżeli chory przestał oddychać. Zaleca się zimny okład z wody na kark chorego oraz injekcje eteru lub kofeiny. Jeżeli chory zacznie oddychać, dalsze leczenie staje się niepotrzebne.

TLENEK WĘGLA.

Tlenku węgla nie używano nigdy jako gazu bojowego a także używanie go w przyszłości jest zupełnie nieprawdopodobne. Jednakże podczas ubiegłej wojny wielu ludzi było zatrutymi tlenkiem węgla. Zwykły proch strzelniczy wytwarza większe ilości CO, niż jakikolwiek inny środek wybuchowy, mianowicie 40 do 60% zależnie od szybkości i całości spalenia naboju, ale azotan amonu, trójnitrotoluen oraz inne środki wybuchowe wytwarzają również wielkie jego ilości. Ustalono, iż 1 kgm. takich środków wybuchowych daje około 800 litrów CO.

Zatrucie tlenkiem węgla może mieć miejsce w zamkniętych przestrzeniach przy warunkach następujących:

1. Przy strzelaniu z otworów strzelniczych zamkniętego schronu. W braku odpowiedniej wentylacji, atmosfera takiego schronu ulega szybko zatruciu.

2. Przy wybuchu miny. Wtedy powietrze w otaczających ziemiankach lub okopach komunikacyjnych może stać się nie do zniesienia, a prace przy wykopywaniu zakopanych w ziemię przyrządów mogą się stać niebezpieczne zewzględu na odkopywania większych zbiorników, w których może się znaleźć CO.

3. Gdy pocisk wybucha w ziemiance, lub nawet obok schronu w ziemi. Wtedy dno i ściany utworzonego leju nasiąkają powstającemi gazami, które mogą zwolna przesiąkać do schronu.

4. W ziemiankach i nieodpowiednio przewietrzanych schronach może się nagromadzać tlenek węgla powstający przy paleniu w piecach, a zwłaszcza w żarzących się piecykach opalanych węglem drzewnym.

Działanie fizjologiczne tlenku węgla. Tlenek węgla łączy się z hemoglobiną, która wskutek tego traci zdolność przenoszenia tlenu do tkanek, co powoduje uduszenie. Katastrofalne

skutki niedotlenności krwi (anoxemia) można obserwować przy zatruciu tlenkiem węgla, ponieważ CO nie wywiera innego bezpośredniego wpływu na organizm.

CO hemoglobina jest związkiem bardzo stałym. Powstanie jej można stwierdzić spektroskopicznie, nie można jej zredukować zapomocą siarczku amonu, ma barwę wiśniowo-czerwoną, różniącą się zupełnie od barw oksyhemoglobiny. Barwa ta nieomylnie wskazuje na jej obecność.

Powinowactwo CO do hemoglobiny ma być od 210 do 250 razy większe, niż tlenu, z czego wynika, że małe bardzo ilości CO mogą się łączyć stale z hemoglobiną, wywołując uduszenie. Ilość pochłanianego CO jest proporcjonalną do ilości jego zawartej w powietrzu. Działanie trujące zaczyna się przy 0.05 na 100 czyli przy 5 cm : 10000 cm. Stężenie niebezpieczne wynosi 0.16%, zaś 0.2 — 0.4% wywołuje już śmierć. Przy nasyceniu 20% hemoglobiny występuje zawrót głowy i ciężki oddech, przy nasyceniu 50% hemoglobiny występuje omdlenie, a gdy nasycenie osiąga 60 — 80% hemoglobiny następuje śmierć.

Objawy. Objawy ostrego zatrucia możemy podzielić na trzy okresy: (1) aż do utraty przytomności; (2) od chwili utraty przytomności, aż do wystąpienia bezdechu; (3) śpiączka wraz z zatrzymaniem się oddechu.

1. Wystąpienie pierwszych objawów zależy od szybkości, z jaką CO bywa pochłaniany. Jeżeli zatrucie następuje zwolna, objawy zaczynają się od zawrotów głowy, bólu głowy, osłabienia, zwłaszcza w nogach, nudności i wymiotów. Poczem następuje odrętwienie i utrata przytomności. Przy dawkach silniejszych, utrata przytomności następuje bardzo szybko. Pierwszym objawem może być gwałtowny ból głowy połączony z uczuciem ściskania w skroniach, dzwonienia w uszach i osłabienie wzroku. Osobnik zatruty usiłuje uciec, lecz doznaje zawrotu głowy, chwieje się i pada.

2. Po utracie przytomności oddech staje się przyśpieszony i charczący, a barwa skóry cjanotyczna. Odruchy i kontrola nad zwieraczami ustają, poczem następuje okres drgawek. Tętno i oddech słabną stopniowo i następuje bezdech. Okres ten może być znacznie przedłużony, ponieważ zatruty, gdy przestaje oddychać, pochłania już tylko nieznaczne ilości tlenku węgla.

3. Następuje śpiączka (coma) i śmierć zbliża się stale, choć zwolna, ponieważ oddech zostaje zredukowany do minimum. W końcu ustaje również akcja serca.

Łagodne formy zatrucia widzimy często u ludzi, którzy nie są w stanie opuścić zakażonego schronu, lub u ludzi, którym się udało szybko opuścić niebezpieczną atmosferę. Pacjent ma wygląd osłupiały, a jego czerwona twarz i chwiejny chód pozwalają na przypuszczenie, że jest oszołomiony alkoholem. Uskarża się na silny ból głowy, osłabienie wzroku, dzwonienie w uszach, osłabienie, zawroty głowy i nudności.

W niektórych wypadkach pierwszym i głównym objawem jest uczucie osłabienia i bezwładu w nogach. W takich wypadkach ludzie mogą sobie zdawać sprawę z niebezpieczeństwa, a nie mogą uciekać. Jeżeli człowiek taki upadnie i usiłuje opuścić miejsce zatrute CO, pełzając i opierając się na rękach, wysiłek ten zwykle zwiększa tylko działanie trucizny. Powiększa on bowiem oddychanie. Znane są liczne wypadki zatrucia CO, w których ludzie ulegli zatruciu wprawiając w ruch silniki samochodów w zamkniętym garażu, motor automobilowy bowiem może wytwarzać na minutę 300 — 600 cm. tlenku węgla, a wóz rozgrzewający się w zamkniętym garażu mającym 43—56 m^3 wytworzy w przeciągu mniej niż 5 minut atmosferę zagrażającą życiu. Znanem jest niebezpieczeństwo powstające wskutek przeciekania gazu świetlnego.

Pamiętać należy o tem, że CO jest bezwonnym, że niema żadnego smaku, nie wywiera żadnego działania drażniącego. Dlatego też należy dodawać przy fabrykacji gazu świetlnego choćby jaknajmniejsze ilości jakiegoś gazu posiadającego silną woń (np. merkaptanu butylowego), by móc szybko zorjentować się na wypadek przeciekania gazu świetlnego.

Patologja. Po znaczniejszem nasyceniu hemoglobiny przez CO, skóra na twarzy, piersiach, plecach i udach ma zwykle jasno-czerwoną barwę. Przy sekcji stwierdza się jasno-wiśniowe zabarwienie krwi, mięśni i innych narządów, a zwłaszcza płuc i wątroby. Nie spotykamw żadnych innych zmian w narządach za wyjątkiem mózgu. W wypadkach gdy zatrucie długo trwało, stwierdzić można poważne zmiany w mózgu w postaci bardzo silnego przekrwienia naczyń opon mózgowych i mózgu. Poza przekrwieniem widoczne jest zamknięcie światła naczyń włosowatych kory mózgowej i liczne drobne punktowate wy-

broczyny.Wybroczyny te są charakterystycznym objawem ciężkiej anoxemji i znajdujemy je również u ludzi, którzy zmarli wskutek obrzęku płucnego po zatruciu fosgenem. Te same zmiany w naczyniach oraz wybroczyny znajdujemy w innych częściach mózgu, zwłaszcza w owalu środkowym, w wewnętrznych i zewnętrznych torebkach i we wzgórkach wzrokowych, może też istnieć zwyrodnienie komórek części mózgu sąsiadujących z przestrzeniami zajętemi przez wybroczyny, a u ludzi, którzy zginęli śmiercią późniejszą, znajdywano nawet tamże przestrzenie obumarłe. Zmiany te są wystarczającym dowodem uszkodzeń powstałych w mózgu wskutek duszenia się i wyjaśniają nam, dlaczego okres zdrowienia, po ciężkim zatruciu tlenkiem węgla jest tak długotrwały, a czynności mózgu bywają nieraz stale upośledzone.

Leczenie. CO hemoglobina rozkłada się w obecności znacznego nadmiaru tlenu. Leczenie zatruć CO jest bardzo proste: należy natychmiast usunąć zatrutego z atmosfery CO, jeżeli oddychanie ustało, należy zastosować sztuczny oddech sposobem Schaeffera, lub zapomocą rytmicznego uciskania. Jak tylko chory zacznie oddychać, należy mu podawać czysty tlen. Haggard i Henderson zalecają podawanie tlenu zawierającego 8% dwutlenku węgla, który pobudza ośrodek oddechowy. Przy wdychaniu tej mieszaniny, oddech powraca szybko do stanu normalnego, a niekiedy nawet go przewyższa. Pacjenta należy ponadto okryć ciepło i obłożyć butelkami z gorącą wodą. Jedną z cech charakterystycznych przy zatruciu CO jest obniżenie temperatury ciała. Chory uskarża się na uczucie chłodu, a kończyny i powierzchnia ciała są chłodne w dotknięciu. Nawet przy oddychaniu zwykłem powietrzem CO hemoglobina rozkłada się w ciągu godziny do tego stopnia, że przestaje już zagrażać życiu. Tlenek węgla zostaje usunięty z organizmu w przeciągu 2 do 3 godzin od zatrucia.

Skutki zatrucia. Chory powraca do zdrowia bardzo powoli. Brak tlenu, jak mówi Haldane, nietylko zatrzymuje maszynę, lecz i niszczy ją również. Ostre objawy dają się zazwyczaj usunąć w przeciągu 48 do 72 godzin, lecz wyzdrowienie nie jest zupełne. Zwłaszcza mózg cierpi wskutek anoksemji. Niektórzy chorzy pozostają senni, inni znów cierpią na uporczywą bezsenność. Zwykłem następstwem takiego zatrucia bywają dłu-

gotrwałe bóle głowy, zmiana usposobienia, choroba umysłowa, utrata pamięci lub różnego rodzaju porażenia.

Zapobieganie. Maska gazowa nie zabezpiecza od CO, ponieważ pochłaniacz został obmyślony tylko w tym celu, by mógł zabezpieczać przed gazami bojowemi. Należy zatem w tych wypadkach, gdy zmuszeni jesteśmy wejść do atmosfery zatrutej tlenkiem węgla, posługiwać się aparatami tlenowemi, jakich używają do ratownictwa w kopalniach.

Gdy ludzie mają pracować w kopalniach, lub w innych miejscach, gdzie może się znaleźć tlenek węgla, powinno się w tych miejscach obserwować zachowanie się myszy albo kanarka. Przemiana materji tych małych zwierząt jest kilkakrotnie szybsza niż człowieka, wskutek tego padają one ofiarą zatrucia tlenkiem węgla dużo wcześniej, niż zostają zatruci ludzie. Jeżeli kanarek lub mysz traci przytomność, pracujący robotnicy powinni natychmiast opuścić to miejsce, o ile nie są zaopatrzeni w aparaty tlenowe, ponieważ pozostanie w tych miejscach grozi im zatruciem.

ARSINA (ARSENOWODÓR) AsH_3

Własności ogólne. Jest to bezbarwny gaz o wyraźnym i niemiłym zapachu czosnku. Jest on trochę rozpuszczalny w wodzie. Jego waga cząsteczkowa wynosi 78; waga litra gazowego AsH_3 wynosi 3.48 grama, a jego gęstość w stosunku do powietrza wynosi 2.69. Można go skroplić, i w tym stanie jest stały i nie wywiera żadnego wpływu na ołów lub stal. Jest to związek tak silnie trujący, że minimalne jego ilości wydostające się w formie baniek gazu z naczynia wystarczają do zatrucia człowieka.

W czasie wojny nie stosowano arsenowodoru, chociaż przy pewnych warunkach można go użyć dla celów bojowych. Może on powstawać przy spalaniu rudy ołowiu i przy działaniu technicznego kwasu siarkowego na metale. Prawie każdy techniczny kwas siarkowy zawiera arszenik, a także metale bardzo często zawierają arszenik w postaci zanieczyszczenia. Produkty wysokiego gatunku zawierają około 0.0000025% arszeniku, a tańsze gatunki mogą nawet zawierać znaczny procent tego ciała. Kwas siarkowy, zawierający wysoki procent arszeniku, użyty do wypełnienia akumulatorów w zamkniętych pomieszczeniach, lub płyty ołowiane w akumulatorach zawierające arszenik, mogą

wytworzyć ilość arsiny, wystarczającą dla spowodowania poważnego zatrucia. Wypadki takie zdarzały się na łodziach podwodnych.

Działanie fizjologiczne. Arsiny łączą się z hemoglobiną, niszczą krwinki i wywołują silną hemolizę. Objawy zatrucia wywołuje częściowo niedokrewność wysokiego stopnia i częściowo zmiany powstałe przez rozpuszczenie krwinek. Objawy zaczynają się od ogólnego niedomagania, uczucia wielkiego osłabienia, mdłości lub zapadu, poczem pastępuje krwiomocz, żółtaczka, bolesność wątroby i zapalenie nerek różnego stopnia. W cięższych wypadkach występują już w wczesnym okresie choroby wymioty, wraz z silnym bólem krzyża i zapad, a następnie drgawki kloniczne, bredzenie i śpiączka. Mocz zawiera hemoglobinę, białko i wałeczki. Może nastąpić również zatrzymanie moczu. Zgon następuje wskutek anoksemji wynikłej z zniszczenia krwi i wskutek ostrego zapalenia nerek. W łagodnych wypadkach objawy są następujące: wymioty, osłabienie i duszność przy ruchach, niedokrwistość, żółtaczka krwiomocz. Ilość czerwonych ciałek krwi może spaść do dwuch miljonów.

Leczenie. Specyficznego leczenia zatruć arsenowodorem niema. Należy tylko natychmiast usunąć pacjenta z zatrutej atmosfery. Poza tem należy stosować leczenie symptomatyczne, tj. takie, jakie by należało stosować przy ostrem zapaleniu nerek. Krwiomocz ustaje po upływie kilku dni, a żółtaczka może trwać o tydzień dłużej. W niektórych wypadkach występuje arszenikowe obwodowe zapalenie nerwów, wtedy gdy już inne objawy znikły. W wypadkach zatrucia przewlekłego, rokowanie jest dobre, całkowite wyzdrowienie następuje zazwyczaj po upływie miesiąca lub 6 tygodni. Maska gazowa zabezpiecza od arsiny.

PARY KWASU AZOTAWEGO.

Pary azotawe wydzielają się w znacznych ilościach przy spalaniu prochu bezdymnego, kordytu oraz innych wybuchowych środków. Przy spalaniu tych materjałów wybuchowych nie wydziela się on jednak w ilościach mogących wywołać zatrucie. W stężeniach trujących pary te są bardzo niebezpieczne, ponieważ nie drażnią i wywołują jedynie lekkie podrażnienie oczu i niewielki kaszel. Jeżeli jednak pary azotawe działają dłużej,

wtedy rozwija się po upływie od 4 do 18 godzin ostry obrzęk płuc, który postępuje szybko, a zgon następuje często już po kilku godzinach od wystąpienia objawów zatrucia. Działanie tych par jest bardzo zbliżone do działania fosgenu ze względu na utajony okres zatrucia, po którym występuje ciężki i ostry obrzęk płuc. Wypadki takie trafiały się niekiedy na statkach przy spalaniu prochu. Działanie drażniące tych par należy prawdopodobnie przypisać tworzeniu się kwasu azotawego w drogach oddechowych pod wpływem wilgoci. Działanie kwasu azotawego w głębokich warstwach płuc powoduje uszkodzenie zbliżone do tych, jakie wywołuje fosgen, uwalniający kwas solny w warunkach podobnych (patrz rozdział XVI).

Zapobieganie. Maska gazowa zabezpiecza od tych par i powinno się ją nakładać ilekroć zajść może wypadek działania ich.

Leczenie. Leczenie, o ileby rozwinął się obrzęk płucny, jest ściśle takie same, jakie opisaliśmy przy obrzęku płucnym powstałym wskutek zatrucia fosgenem.

OZON.

Nadmieniliśmy już w rozdziale VII, iż długotrwałe oddychanie czystym tlenem może wywołać podrażnienie płuc. Ozon (O_3) jest jeszcze bardziej trujący. Stężenie jego wynoszące 5 do 10 na miljon (0.009 do 0.019 mgm. na litr), wdychane w ciągu krótkiego czasu wywołuje u człowieka zwiększoną szybkość tętna, zawroty głowy i stały ból głowy. Długotrwałe zaś przebywanie w takim powietrzu przy stężeniach poniżej jeden miljon, nie wywołuje zaburzeń dostrzegalnych, lecz przy wyższych stężeniach powstaje podrażnienie przewodu oddechowego, a następnie obrzęk płuc.

Ozon nie nadaje się do użycia jako gaz bojowy, a to z tego względu, iż zamienia się on szybko na tlen. Dzięki tej własności używa się go jako czynnik odwadniający i bakterjobójczy, np. dla oczyszczania wody. Do pomieszczeń zawierających ozon nawet w najmniejszej ilości wchodzić nie można, ponieważ maska nie zabezpiecza przed nim. Najpierw należy otworzyć drzwi i okna, lub też usunąć ozon w jakikolwiek inny sposób, zanim się pozwoli ludziom wejść do zatrutej ubikacji. Ozon można z łatwością rozpoznać po jego zapachu.

DYMY ZASŁONOWE.

Stosowanie obłoków dymowych w celu zasłonięcia danego przedmiotu, wchodzi coraz bardziej w życie. W tym celu wytwarza się dym zapomocą świec dymowych, granatów, moździerzy Stokesa oraz pocisków. Jeden z najlepszych dymów wytwarza pięciotlenek fosforu, powstający przy spalaniu białego fosforu. Używano również zwykle cyny, krzemu i tytanu pod postacią czterochlorków. Najbardziej rozpowszechnioną świecą dymową w Armji Amerykańskiej jest tak zwana świeca BM, która przy spalaniu wytwarza chlorek cynku ($ZnCl_2$).

Wymieniamy te dymy jedynie w tym celu, by stwierdzić, iż nie są one trujące, jednocześnie zaznaczamy, iż należy się do odnosić z nieufnością, gdyż nieprzyjaciel może używać tych dymów zasłonowych dla zamaskowania istotnego poważnego ataku gazowego.

ŚRODKI WZNIECAJĄCE POŻARY.

Biały fosfor. Fosfor niema wielkiej wartości jako środek dla wzniecania pożarów, bo chociaż przy spalaniu jego powstaje znaczna ilość ciepła, pali się on powoli, stopniowo zaczynając od powierzchni. Jednakże używano niekiedy fosforu w wielkich bombach ze względu na wpływ, jaki bomby takie wywierały na stan moralny wojska. Wybuch takiej bomby, rozpraszającej na znacznej przestrzeni kawałki płonącego fosforu sprawia wstrząsające wrażenie i może stać się przyczyną poważnych oparzeń; ponieważ kawałki fosforu palą się nawet wtedy, gdy uwięzną w ciele, o ile mają dostęp powietrza.

Leczenie. Pierwsza pomoc polega na zagaszeniu palącego się fosforu. Należy zrobić okłady z wody, o ile to możebne sterylizowanej, można do tego użyć także wody z manierki. Fosfor topi się w temperaturze 44°C., toteż jeżeli cząsteczkę fosforu pogrążymy w ciepłej wodzie, fosfor topi się i daje się usunąć pod wodą, lub też zetrzeć zapomocą tamponu trzymanego w szczypczykach. Późniejsze lecznie jest takie samie, jak przy innych oparzeniach.

TERMIT.

Dla wzniecania pożarów używano również bomb termitowych. Termit składa się z 76 części tlenku żelaza (Fe_3O_4)

i 24 części sproszkowanego glinu. Przy zapaleniu tej mieszaniny zachodzi następująca reakcja: $3Fe_3O_4 + 8Al = 4Al_2O_3 + 9Fe$, przyczem powstaje temperatura około 3000°C. Ciepło to topi żelazo, które w tym stanie zostaje rozrzucone dokoła. Wybuch pocisków lub bomb napełnionych termitem, sprawia wstrząsające wrażenie, lecz w istocie wypadki spowodowane termitem zdarzały się bardzo rzadko w czasie wojny. Gdy powstaną oparzenia termitem, należy stopione żelazo natychmiast ochłodzić zapomocą wody. Oparzenia powstałe wskutek działania tej mieszaniny, lub jakichkolwiek inych materjałów wzniecających pożary, leczy się w ten sam sposób jak i inne oparzenia.

ŹRÓDŁA.

(1) *Sollman:* A Manual of Pharmacology, Drugie wydanie, 1922, str. 719, W. B. Saunders Co.

(2) *Haggard and Henderson:* The treatment of carbon monoxide poisoning. Jour. Amer. Med. Assoc., 1921, tom 77, str. 1065; 1922, tom 79, str. 1137.

(3) *Sollman:* Manual of Pharmacology, str. 618.

ROZDZIAŁ XII.

Indywidualna obrona przeciwgazowa.

Całkowite zabezpieczenie żołnierza od gazu jest możliwe tylko w teorji, w praktyce nie da się go osiągnąć, a to ze względu na to, że wyposażenie, do tego potrzebne, ograniczałoby w znacznym stopniu jego sprawność, jak też i dlatego, że większość żołnierzy jest nieuświadomioną i nie posiada odpowiedniej dyscypliny, potrzebnej do skutecznej obrony przeciwgazowej.

Wszystkie przyrządy zabezpieczające muszą być tak obmyślone, żeby dawały maksimum zabezpieczenia, odpowiadając przytem warunkom następującym:

1. Prostota konstrukcji i działania. Przyrząd musi być tak zbudowany, by nawet ludzie o niskim stopniu rozwoju umysłowego mogli z łatwością zrozumieć jego budowę i działanie.

2. Musi być lekki i wygodny do noszenia.

3. Nie powinien oddziaływać ujemnie ani na wzrok, ani swobodę ruchów żołnierza.

4. Budowa przyrządu powinna być tak mocna, by on mógł, przy warunkach polowych, służyć czas nieograniczony. Osiągnięty dotychczas stopień zabezpieczenia zmienia się zależnie od używanych środków chemicznych. Dzisiejsza maska daje całkowite prawie zabezpieczenie od gazów, które wywierają wpływ na przewód oddechowy i oczy. Takiego całkowitego zabezpieczenia nie daje się jednak osiągnąć przy takich środkach bojowych jak iperyt, który działa również i przez tkaniny zwykłe na skórę.

ROZWÓJ MASKI GAZOWEJ.

Gdy Niemcy poraz pierwszy użyli gazu do celów bojowych 22 kwietnia 1915 r., wojska sprzymierzone były całkowicie bezbronne i nie posiadały żadnych środków zabezpieczających, to też prawie wszyscy ulegli zatruciu. Straty poniesione wtedy w ludziach wynosiły od 5000 do 8000. Ludzie, którzy uszli naówczas z życiem, zawdzięczają to temu, iż obmyślili sobie sami jakiegoś rodzaju zabezpieczenia. Niektórzy pokrywali twarze wilgotną ziemią, inni znów zasłaniali je zwilżonemi chustkami lub koszulami. W niektórych wypadkach ludzie zwilżali moczem płótno, które miało ich bronić przed gazem, co było prawdopodobnie dla powstrzymania dostępu chloru skuteczniejsze od zwykłej wody.

Z początku sprzymierzeńcy nie mogli rozpoznać jakiego gazu użyto do ataku gazowego, dopiero prof. Haldane, który w tym celu przybył do Francji, stwierdził, że gazem tym był chlor, a w dniu 28 kwietnia t. r. Główny Sztab Brytyjski otrzymał również pierwszy okaz maski niemieckiej. Składała się ona z worka sporządzonego z gazy i posiadającego w okolicy zakrywającej usta poduszeczkę zrobioną z odpadków bawełny, obficie nasyconą roztworem podsiarczynu sodowego i węglanu sodowego. Poduszeczkę tę wprowadzano do ust. Wtedy Dowództwo angielskie postarało się o zaopatrzenie armji w takie pochłaniacze, a kobiety angielskie zajęły się wykonaniem ich, tak, że już około 4-go maja maski te weszły w życie. Poduszeczki nasycone płynami pochłaniającemi, przechowywano w pudełku wspólnem dla całego oddziału, a przy pierwszym alarmie gazowym wszyscy żołnierze danego oddziału musieli brać z tego pudełka pochłaniacze i wprowadzać je do ust, ponieważ zaś rzadko się zdarzało, by tę samą poduszeczkę mógł dostać ten sam żołnierz, za każdym razem, więc sposób ten wkrótce stracił popularność.

Maska zwana czarną zasłoną. Pierwszy wyrób angielski, który zasługuje na miano maski, było to przykrycie głowy zrobione z cienkiej tkaniny złożonej we czworo, mającej około 1 m. długości i 20 cm. szerokości. W środku tej zasłony, pomiędzy jej fałdami, umieszczano poduszeczkę zrobioną z odpadków bawełny, którą zwilżano roztworem składającym się ze 100 części podsiarczynu sodowego, 40 części węglanu sodowego, 15 części gliceryny i 100 części wody. Gliceryna służyła

dla zatrzymywania wilgoci przez co unikało się konieczności zwilżania poduszeczki bezpośrednio przed użyciem. Poduszeczki takie przechowywało się w uszczelnionym pudełku dla zabezpieczenia ich zarówno przed wysychaniem jak i przed deszczem. Do 15 maja tego roku dostarczono około 200,000 takich masek, a przybywały one do armji po 60,000 sztuk dziennie. Zakładano je w ten sposób, że przykrywano nos i usta tą poduszeczką wiążąc zasłonę z tyłu głowy, masek takich używała znaczna część brytyjskiej armji w czasie ataków niemieckich w dniach od 10 do 24 maja. Maska taka była chemicznie dobra, nie przylegała ona jednak szczelnie do twarzy i gaz przedostawał się wzdłuż nosa do dróg oddechowych, również wielu żołnierzy nie umiało użyć tego tak prostego przyrządu i zwilżało poduszeczkę czyniąc ją prawie nieprzenikalną dla powietrza, lub też usuwało z waty znaczną część chemikalji przez wyciskanie jej.

Hypo-przyłbica. Ta maska, był to worek flanelowy nasycony takim samym jak poprzednio roztworem pochłaniającym jakiego używano dla masek, z czarnego welonu, w worku tym urządzono na wysokości oczu okienka z przezroczystego materjału. Maskę tę zakładano w ten sposób, iż nakładano ją ją na głowę i opuszczano na twarz a dolny jej koniec wsuwano za kołnierz bluzy. Do tego celu trzeba było odpiąć bluzę a po wsunięciu końca maski do środka, zapiąć ją zpowrotem, należało też uważać, by bluza przystawała ściśle do maski, by nie dopuścić do przenikania gazu. Do sporządzenia okienek ocznych używano z początku miki, lecz ponieważ ta okazała się zbyt kruchą, zaczęto używać celuloidu. Około 4 czerwca dostarczano już po 10,000 sztuk takich masek dziennie. Maska ta stanowiła już znaczny postęp w porównaniu z respiratorem zasłonnym, posiadała ona jednak braki aż nadto widoczne. Istniała tu t. zw. martwa przestrzeń, gdzie nagromadził się CO_2, prócz tego maska ta rozgrzewała silnie głowę a gaz bojowy przeciekał częstokroć przez pęknięte okienka, przez szwy i wskutek nieścisłego przylegania maski pod bluzą.

Przyłbica „P". W lipcu 1915 roku wywiad brytyjski otrzymał wiadomość, iż Niemcy przygotowują się do użycia fosgenu, obmyślono zatem przyłbicę „P", która miała zabezpieczyć od tego gazu. Przyłbica ta była całkiem podobną do hypo-maski, z tą różnicą, że okienka oczne były sporządzone ze szkła, a maska była zaopatrzoną w rurkę wydechową, opatrzoną zaworem

i w ustnik. Flanela, z której była zrobiona maska, była nasycona roztworem gliceryny i fenolanu sodowego. Maska ta służyła jako ochrona przy obecności 300 części na miljon fosgenu w powietrzu, była ona też o wiele skutczniejszą jako ochrona przed lakrymatorami. Już w połowie listopada 1916 roku każdy oficer i żołnierz był zaopatrzony w taką maskę. A zatem wszyscy byli już zabezpieczeni przed fosgenem w chwili gdy nastąpił niemiecki atak gazowy w dniu 19 grudnia 1915 roku.

Przyłbica „PH“. Począwszy od 20 stycznia 1916 roku nasycano wszystkie przyłbice wewnątrz fenolanem sodowym i sześciometylenoczteroaminą. Przyłbice te zabezpieczały przy stężeniu fosgenu wynoszącym 1000 na miljon. Przyłbica „PH“ była już wyposażoną na wiosnę 1916 roku w specjalne gumowe oprawy okularów dla uzupełnienia zabezpieczenia, jakie dawała ona przed lakrymatorami Wszystkie te przyłbice-maski zabezpieczały skutecznie przed gazem o ile nakładano je w sposób odpowiedni, ale miały one braki następujące:

1) roztwór używany, często wywoływał oparzenie twarzy,

2) przyłbice takie rozgrzewały silnie głowę i utrudniały oddychanie,

3) nie ochraniały przed innemi gazami trującemi prócz fosgenu.

Tymczasem opracowano doświadczalnie maskę zupełnie odmiennego typu, opierając się na innej zasadzie, mianowicie na pochłanianiu gazów trujących przez sproszkiwany wapień i węgiel drzewny. W lutym 1916 roku ukazały się pierwsze maski typu pudełkowego. Pochłaniacz ich był jednak zbyt ciężki, więc w kwietniu 1916 r., tj. w rok po pierwszym ataku gazowym, wykonano i zbadano mniejsze pochłaniacze pudełkowe i oznaczono je S.B.R. (small box respirator). Części składowe tej maski S.B.R. były następujące: pochłaniacz w formie pudełka wypełniony był mieszaniną, która składała się z początku z 40% węgla drzewnego i 60% wapna sodowanego. Fałdowana rura gumowa łączyła to pudełko pochłaniacza z rurą zgiętą kolanowato, obsadzonej w części twarzowej maski na końcu tej rury, wewnątrz części twarzowej maski, był gumowy ustnik, który wkładało się między zęby, zaopatrzony był on tutaj w dwa uszka, dla ułatwienia trzymania go zębami. Część twarzowa była wykonana z impregnowanego gumą materjału i przyczepiano ją zapomocą taśm gu-

mowych do głowy. Na wysokości oczu znajdowały się okienka szklane, dające możność swobodnego patrzenia, a dla skierowania oddechu przez jamę ustną, umieszczano nad ustnikiem mały metalowy zaciskacz nosa. Kolanowato zgięta rura zaopatrzona była w zawór wyjściowy, który umożliwiał wydychanie powietrza z pominięciem pudełka pochłaniacza. Zawór wejściowy, znajdujący się na dnie pochłaniacza, przepuszczał powietrze z zewnątrz, ale zamykał się całkowicie przy zwiększonem ciśnieniu wewnątrz maski.

W 1916 roku w czerwcu zaczęto wyrabiać angielską maskę „SBR" na wielką skalę, a 19 września 1916 roku dostarczono dla 2-giej Armji brytyjskiej 172,000 egzemplarzy tej maski. Z końcem stycznia 1917 roku wszystkie armje brytyjskie zostały zaopatrzone w tę maskę. Upłynęło zatem dwa lata od rozpoczęcia wojny chemicznej, zanim zdołano obmyśleć skuteczne zabezpieczenie od gazu, ale i ta maska miała poważne braki, szczypczyki uciskały zbytnio nos, ustnik był bardzo niewygodny, a ślina ściekała strumieniami z zaworu, części oczne były kruche i ulegały zamgleniu.

Maski francuskie. Maska francuska przechodziła podobną ewolucję. W najwcześniejszym okresie używano dla zabezpieczenia się od gazów maskę zwaną M_2. Składała się ona z pewnej ilości warstw muślinu nasyconego czynnikami chemicznemi, była zaopatrzona w okulary i dopasowana tak szczelnie do twarzy, że powietrze można było wdychać jedynie przez impregnowany materjał. Następnie zastosowali Francuzi tę samą zasadę pudełkowego pochłaniacza, lecz część twarzowa ich maski była odmiennego typu.

Maska Tissota. Była ona nieco zbliżona do typu brytyjskiej maski „SBR", gdyż składała się również z pochłaniacza pudełkowego i z gumowanej części twarzowej, lecz różniła się tem, iż brakło w niej ustnika i szczypczyków do ściskania nosa. Część twarzowa obejmowała szczelnie twarz, a taśmy gumowe utrzymywały ją dookoła głowy. Powietrze wdychane wchodziło do maski przez dwie rury, które otwierały się tuż poniżej szybek okularowych i ruch powietrza powstający przy oddychaniu zapobiegał kondensowaniu się wilgoci na szkle, co zmniejszało znacznie matowacenie szkła. Maska ta była o wiele wygodniejsza od innych, można było w niej mówić, również i odpływ śliny był zabezpieczony.

Maski amerykańskie, które wyrabiano w czasie wojny, były robione według typu angielskiego, posiadały część ustną oraz szczypczyki do zaciskania nosa, ale już przy wyrobie ostatnich masek zastosowano zasady przyjęte dla maski Tissot.

Maski niemieckie. Najwcześniejsze maski niemieckie były to poprostu poduszeczki, któremi zasłaniano usta, niebawem zastąpiono je maskami zrobionemi z materjału, posiadającego własności pochłaniające gazy bojowe, mającemi kształt ryja i obejmującemi szczelnie nos i usta. W jesieni roku 1915 wprowadzono w użycie niemiecką maskę innego typu. Składała się ona ze skórzanej części twarzowej, skóra użyta do tego wyrobu była giętka i podatna, wskutek przepojenia jej olejami i przylegała szczelnie dotwarzy. Małe okrągłe pudełko, zawierające pochłaniające substancje, było wśrubowane bezpośrednio do części twarzowej. Maska ta nie miała ani szczypczyków do nosa, ani ustnika, ani też zaworu. Pudełko zawierało trzy warstwy substancji: piasek nasycony roztworem węglanu potasu i pokryty sproszkowanym węglem drzewnym, drugi podkład tworzył aktywny węgiel drzewny, oraz trzeci podkład składał się z pokruszonego pumeksu zmieszanego z sześcio-metylen-czteroaminą. Mniej więcej w kwietniu 1918 r. dodano części dodatkowe do maski, składającej się z pokrywki metalowej, podziurawionej nakształt sita, która była dopasowana do dna pochłaniacza i którą utrzymywały w tem położeniu trzy sprężyny ponad nią znajdował się krążek porowatego papieru, ta część dodatkowa miała służyć jako zabezpieczenie przeciw dwufenylchlorarsynie oraz innym dymom trującym. Sprzymierzeni byli zdania, że maska niemiecka była o wiele gorsza zarówno od maski brytyjskiej, jak i od amerykańskiej, ale Niemcy byli przekonani jeszcze w 1923 roku, iż maska ich przewyższała wszelkie inne.

W chwili, gdy Stany Zjednoczone wzięły udział w wojnie, istniały maski trzech typów, a mianowicie: przyłbica P. H., brytyjska S. B. R. i francuskie maski M_2. Przeprowadzono doświadczenie nad wszystkiemi trzema typami i przekonano się wkrótce, że maska S. B. R. przedstawiała najwięcej zalet, zarówno pod względem możności szybszego użycia jej, jak pod względem możliwości dalszego rozwoju tego typu obrony indywidualnej. W ciągu 18 miesięcy, które poświęcono dla ulepszenia maski amerykańskiej, części twarzowe uległy częściowej ewolucji, a pudełko pochłaniacza ulepszano wciąż tak, że przeszło ono przez typy A do L i zmieniało się stopniowo zależnie od celów doświadczalnych.

Mówiliśmy już w rozdziale pierwszym, że pierwsze 20.000 masek amerykańskich okazały się bezużytecznemi. Wojska amerykańskie używały z początku brytyjskiej maski S.B.R., których 10.000 zakupiono latem 1917 roku. Już w październiku 1917 roku wyrabiano takie maski w Ameryce i wojska zostały śpiesznie zaopatrzone w amerykańskie maski S.B.R. Z punktu widzenia zabezpieczenia, maska ta przewyższała o wiele inne maski, lecz szczypczyki dla nosa i ustnik były tak niewygodne, że sprawność żołnierzy była upośledzona i po kilkugodzinem noszeniu tej maski, ludzie woleli raczej narażać się na niebezpieczeństwo zatrucia gazami, niż nosić maskę w dalszym ciągu.

W październiku 1918 roku rozpoczęto wyrób maski amerykańskiej Tissota. Maska dzisiejszego typu, pominąwszy niektóre zmiany i ulepszenia, pochodzi od niej.

OPIS OBECNEJ MASKI GAZOWEJ AMERYKAŃSKIEJ TYP 1919 — POCHŁANIACZ No. 3 1920).

Maska składa się z pudełka zawierającego pochłaniacz, połączonej z nim pofałdowanej rury i części twarzowej. Powietrze wchodzi przez pochłaniacz, w którym zostaje oczyszczone. Przy zatruciu atmosfery dymami oraz innemi trującemi ciałami stałemi, pochłaniacz zatrzymuje je, przepuszczając oczyszczone powietrze. Powietrze oczyszcza się od gazów zapomocą pochłaniania ich przez środki chemiczne zawarte w pudełku. Ciałem pochłaniającem są: węgiel drzewny i wapno sodowane. Materjały te muszą być przygotowywane w ten sposób, by odpowiadały warunkom następującym:

1. Znaczna szybkość absorbcji. Człowiek wykonywujący szybkie ruchy wdycha około 60 litrów powietrza na minutę, a ponieważ wdechy zajmują tylko połowę tego czasu, biorąc pod uwagę i wydechy, powietrze wdychane i wydychane musi przechodzić przez pochłaniacz z szybkością 120 litrów na minutę. Odpowiadałoby to przeciętnej szybkości przechodzenia powietrza przez pochłaniacz wynoszącej 80 cm. na sekundę, a ponieważ przy takiej szybkości każda część powietrza pozostaje w zetknięciu z materjałem absorbującym jedynie około $^1/_{10}$ sekundy, w przeciągu tego krótkiego czasu gaz musi zostać całkowicie pochłonięty. Maska obecna oczyszcza powietrze z łatwością przy koncentracji 5.000 części niektórych gazów na miljon powietrza.

2. Zdolność pochłaniania. Pochłaniacz powinien móc absorbować i zatrzymywać znaczne ilości gazu na swą jednostkę wagi. Zadanie to wykonano w zupełności przyrządzając mieszaniny pochłaniające, które mogłyby na czas dłuższy wystarczyć.

3. Nieznaczny opór przy oddychaniu. Człowiek będący w ciągłym ruchu musi być w możności swobodnego oddychania. Teraźniejszy pochłaniacz nie stwarza oporów przy oddychaniu. Osiąga się to w ten sposób, że sporządza się go z materjałów dających się rozdrabniać w ten sposób, by powietrze mogło przez niego swobodnie przenikać. Ta okoliczność zaś stwarza duże zapotrzebowanie materjałów o wysokiej zdolności pochłaniania gazów.

Używa się do tego celu węgla drzewnego, ponieważ nie znaleziono dotychczas żadnej innej substancji, któraby pochłaniała gazy równie dobrze. Używa się również wapna sodowanego, ponieważ posiada on wysoką zdolność zobojętniania gazów kwaśnych, takich jak fosgen.

Pochłaniacz składa się z mosiężnego pudełka, zaopatrzonego u góry w trzy otwory, któremi wchodzi i wychodzi powietrze. Otwory służące dla wpuszczania powietrza są zaopatrzone w zawory gumowe, umieszczone poniżej tych otworów zapobiegają one wydostawaniu się powietrza nazewnątrz. Otwory te są przykryte metalową pokrywką, zabezpieczającą ją od deszczu. Otwór, przez który przechodzi powietrze z pochłaniacza do maski, znajduje się w środku pudełka, pomiędzy tamtymi dwoma otworami wpustowemi i jest połączony zapomocą rury gumowej opatrzonej w żeberka chroniące ją od zaciśnięcia, z częścią twarzową maski. Część twarzowa jest sporządzona w ten sposób, by przylegała szczelnie do twarzy i umożliwiała dostęp tylko tego powietrza, które przeszło przez pochłaniacz.

Część twarzowa jest wykonana ze specjalnego preparatu gumowego, jego powierzchnia zewnętrzna jest pokryta materjałem trykotowym, całość zaś przytwierdzają do głowy elastyczne pasy dające się dobrze dopasować. Na wysokości oczu umocowane są płytki szklane w oprawie metalowej. W przedniej części maski po stronie jej wewnętrznej, znajduje się rurka aluminiowa. Rurka ta zawiera dwa przewody: przez jej górny przewód przechodzi oczyszczone powietrze z pochła-

niacza. Rurka ta dochodzi do małej kieszonki zwanej „odchylaczem", pomieszczonej wewnątrz części twarzowej w okolicy okularów, dzięki temu urządzeniu, czyste suche powietrze owiewa szybki okularowe i nie dopuszcza w ten sposób do kondensowania się wilgoci na szkle, co wpływałoby ujemnie na możność widzenia. Dolny przewód rurki aluminiowej służy dla wypuszczania powietrza wydychanego, u jego wylotu zewnętrznego znajduje się zawór gumowy, który nie dopuszcza do wchodzenia powietrza zewnętrznego przez tę rurkę. Część twarzowa bywa różnych rozmiarów, tak by można było ją dopasować zarówno do wąskiej jak i szerokiej twarzy. Rozmiar 5 jest największy. Nr. I-szy jest najmniejszy. Wyrabia się maski z częściami twarzowemi w stosunku następującym: 50% Nr. II, 35% Nr. III, 10% Nr. I, 4% Nr. IV, 1% Nr. V.

Maskę nosi się w płóciennej torbie, pod lewem ramieniem, zawiesza się ją przez prawe ramię na pasie płóciennym, który utrzymuje ciężar maski, podczas gdy drugi pas płócieny przytwierdza ją do boku. Torbę można otworzyć jednym ruchem lewej ręki i wyjąć część twarzową ręką prawą. Pochłaniacz znajduje się wtylnym przedziale torby, a dwa poprzeczne pasy płócienne utrzymują go we właściwem położeniu. Górny pas zapina się na jednym końcu na zatrzask, jeżeli się go odepnie, wtedy można wyjąć pochłaniacz z torby. Przednia przegroda torby jest szersza i ma na jej dnie układać się elastyczną rurę łączącą, a na niej zaś kładzie się część twarzową. Przednia klapa torby jest urządzona w ten sposób, że gdy się maskę wkłada, otacza ona rurę łączącą i część twarzową maski i pochłaniacz i zamyka się na zatrzask. W ten sposób można również zamknąć torbę, gdy maska jest w użyciu, a zabezpieczyć pochłaniacz od deszczu, oraz innych szkodliwych czynników.

Maska ta szczelnie przylega do twarzy i zabezpiecza w zupełności przewody oddechowe i oczy. Jest ona lekka, nie waży więcej jak 2 kg. 200 gr., przyczem jest wygodna. Nie krępuje ruchów, ani wzroku żołnierza, ani nie upośledza jego zdolności widzenia. Budowa jej jest prosta i nie ma w niej części, któreby z łatwością ulegały zepsuciu, ten, który ją nosi, nie potrzebuje jej dopasowywać.

Do maski takiej dodaje się dwa typy pochłaniaczy: jeden w pudełku zielonem, a drugi w oliwkowo-żółtem. Pochłaniacz zielony służy jedynie do ćwiczeń, oliwkowy zaś jest pochłania-

czem wojennym. Pochłaniacz składa się z mosiężnego pudełka, które bywa różnego kształtu, z mechanicznego sączka, dla zatrzymywania dymów i innych ciał trujących, oraz ziarnistej mieszaniny pochłaniającej gazy. Jako pochłaniacza dla gazów używa się mieszaniny aktywowego węgla drzewnego 60%, wapna sodowanego 40%. Aktywowany węgiel przyrządza się z węgla drzewnego, z łupin orzecha kokosowego przez nagrzewanie go w piecu Dreslera w obecności pary wodnej do temperatury 850°C. w ciągu 4 godzin. Proces ten usuwa wszelkie lotne węglowodory z cienkich naczyń włosowatych węgla drzewnego, stwarzając w każdym ziarenku bardzo dużą powierzchnię naczyń włosowatych, które mają własność pochłaniania dużej ilości gazów. Pochłanianie gazu odbywa się w ten sposób, że molekuły gazu są silnie przyciągane przez węgiel i zatrzymywane przez ścianki naczyń włosowatych. Wiele z tych gazów można potem usunąć z węgla w próżni. Rozmiar, w jakim węgiel zatrzymuje adsorbowany gaz, zowie się „zdolnością zatrzymywania". Czynność adsorbcyjna węgla zmienia się wraz z temperaturą, przy wyższych temperaturach bywa ona mniejsza. Prócz działania adsorbcyjnego, węgiel drzewny posiada własność oddziaływania katalitycznego na cały szereg reakcyj jakim ulegają gazy bojowe. Jako przykład może posłużyć jego działanie na hydrolizę fosgenu, który się rozkłada na kwas solny i dwutlenek węgla i na nieznaczny rozkład arsin. W rzeczywistości węgiel wywiera wyraźne działanie chemiczne na większość gazów bojowych. Zawartość wody w powietrzu wywiera również wpływ na stan gazu, naprzykład fosgen rozkłada się z większą szybkością w obecności wilgoci. Przeciwnie znowu własność adsorbcyjna węgla w stosunku do pewnych gazów, takich naprzykład jak chlorek cjanu, zostaje obniżona wskutek obecności wilgoci w powietrzu, ale ponieważ węgiel drzewny traci wkrótce nadmiar swej wilgoci, nie ulega on zniszczeniu pod wpływem wilgoci powietrza.

Pomimo to, że węgiel drzewny posiada wielkie zdolności adsorbcyjne w stosunku do większości gazów, to jednakże ma on i pewne strony ujemne. Ma on zbyt małą pojemność adsorbcyjną w stosunku do niektórych wysoce kwaśnych gazów, takich jak kwas pruski i fosgen, a co więcej nie zatrzymuje ich na czas dłuższy, ale ma skłonność do oddawania ich zwolna pod wpływem prądu powietrza. Wobec tego pewne gazy

bojowe należy niszczyć utlenianiem, czego nie można dokonać zapomocą węgla drzewnego. Dla uzupełnienia tych braków, pochłaniacz składa się w 40% z ziarn chemicznego czynnika utleniającego, zwanego wapnem sodowanym. Istnieją liczne formuły dla różnego wapna sodowego, typowe wapno sodowane otrzymuje się w sposób następujący:

Skład wilgotnej mieszaniny wapna sodowego.

	procent
Wapno gaszone	45
Cement	14
Ziemia okrzemkowa	6
Wodorotlenek sodowy	1
Woda	około 33

Otrzymaną masę wysusza się , a potem miele, tak by przechodziła przez sitko mające od 8 do 14 oczek na 2—3 cm^2, a ziarna otrzymane w ten sposób zwilża się silnym roztworem nadmanganianu sodowego i osusza ponownie. Otrzymane ziarna mają 13% wilgotności i 3% nadmanganianu sodowego. Działania poszczególnych składników ziarn są następujące:

Wapno gaszone Stanowi ono główną podstawę chemicznego działania ziarn, gdyż zobojętnia kwaśne pary, zwłaszcza te, jakie wydziela fosgen w czasie hydrolizy, wywołanej węglem drzewnym.

Cement. Cement służy tu jedynie dla połączenia składników i czyni ziarna twardszemi.

Ziemia okrzemkowa. Dodanie cementu obniża porowatość a wprowadzanie ziemi okrzemkowej przywraca ją i zwiększa powierzchnię adcorbcyjną.

Wodorotlenek sodowy. Dodajemy go w dwuch celach: 1) dla szybszego zobojętnienia kwaśnych gazów, które mogą nie zostać zatrzymane przez wolniej działające wapno gaszone, po drugie wskutek jego własności hygroskopowych dla podtrzymania zawartości wody w ziarnach, przez co zapobiega się niepożądanemu osuszaniu lub też rozpływaniu się ziarn.

Nadmanganian sodowy. Dodaje się go w celu utlenienia pewnych gazów, takich jak arsina, które nie zostają dokładnie pochłonięte przez węgiel drzewny lub ziarna wapnia sodowego.

Powyższe dane opisują pokrótce typowe napełnienie pochłaniacza. Jeżeli uprzytomnimy sobie, że powietrze wdychane przechodząc przez pochłaniacz, pozostaje w zetknięciu ze skła-

dnikami pochłaniacza w ciągu $^1/_{10}$ sekundy i że w tym czasie zawartość pochłaniacza musi obniżyć stężenie jakiegokolwiek gazu, np. z 1000 części na miljon do 1 części na miljon lub mniej. Wtedy konieczność starannego przygotowywania pochłaniaczy staje się widoczną.

Obecny skład pochłaniacza odpowiada znakomicie teoretycznym wymaganiom stawianym idealnemu pochłaniaczowi, a wymagania te są następujące:

1) pochłanianie gazów z powietrza — szybkie i zupełne obniżenie ich stężenia;

2) zdolność pochłaniania — lub też długotrwałość pochłaniacza, wobec trudności zmieniania go przy warunkach polowych. A także trwałe i stałe związanie pochłoniętego gazu trującego;

3) wszechstronność pochłaniacza — pochłaniacz musi być takiego rodzaju, aby mógł służyć jako zabezpieczenie przed każdym trującym gazem;

4) wytrzymałość mechaniczna pochłaniacza — ziarna muszą być twarde i nie kruszyć się przy wstrząsach, jakie się mogą zdarzyć w czasie pracy w polu;

5) stałość chemiczna — składniki pochłaniacza nie powinny oddziaływać wzajemnie na siebie, ani też nie powinny reagować z powietrzem wdychanem z CO_2 lub z parą wodną;

6) mały opór przy oddychaniu — rozmiar ziarna i grubość warstwy powinny być takie, aby stawiały one jaknajmniejszy opór przy przechodzeniu powietrza, a równocześnie dawały pożądany stopień zabezpieczenia;

7) łatwość wyrobu, taniość i obfitość surowców.

Filtry mechaniczne używane dla usuwania dymów trujących, składały się z różnych substancji, z których jednak żadna nie dawała wyników zupełnie zadawalniających. Wypróbowano kolejno: poduszeczki z bawełny, pokłady papieru do przesączania, gałeczki z jedwabistego papieru i wiele innych, nie osiągając w żadnym wypadku wyników dodatnich. Filtr z pilśni jest znakomity, ale jego ujemną stronę stanowi wysoki koszt i trudność wyrobu. Sądzą ogólnie, iż działanie filtrów nie jest uzależnione od tego, czy otwory ich naczyń włosowatych są mniejsze od cząstek dymu, zdaje się ono być wynikiem dyfuzji cząsteczek dymowych, przez ściany naczyń włosowatych, zależnej od ruchu Browna, jaki wykonują te cząsteczki; od powierzchni zewnętrz-

nej i wewnętrznej filtru; od przepływu dymu przez filtr jako całości i wreszcie od siły przyciągającej, istniejącej pomiędzy powierzchnią filtra, a cząsteczkami dymu. Ten czwarty czynnik stanowi o tem, z jaką siłą filtr zwiąże cząsteczki dymu. Zielony pochłaniacz (typu „J") składa się z wydłużonego owalnego pudełka metalowego o fałdowanych bokach. Powietrze wchodzi do niego przez otwór znajdujący się na dnie, opatrzony gumowym zaworem, druciana siatka kształtu kopuły, znajdująca się na dnie pudełka, zabezpiecza zawartość jego przed wypadaniem. Cała ilość węgla drzewnego i wapna sodowanego wynosi 300 cm.^{3}, ułożona jest ona w dwuch warstwach, $^2/_3$ całej ilości tych substancji znajduje się na dnie, a $^1/_3$ na wierzchu. Pomiędzy temi dwoma warstwami umieszcza się poduszeczkę dla pochłaniania dymu, a druga taka sama poduszeczka znajduje się na wierzchu. Druciana siatka i sprężynka służą dla utrzymywania treści pochłaniacza w miejscu. Powietrze oczyszczone z pochłaniacza przechodzi do pofałdowanej rury części twarzowej, przez metalową rurkę przechodzącą przez wierzch pochłaniacza.

Pochłaniacz „O. D." posiada odmienną budowę. Na skutek zastosowania w nim filtrów gęstszych, wzrosły w nim opory oddychania i wobec tego koniecznem stało się rozszerzenie jego powierzchni filtrującej. Wewnątrz pochłaniacza „O. D." znajduje się pudełko metalowe, w którego bokach znajdują się liczne małe otwory. W tem pudełku umieszcza się powyżej podaną mieszaninę, absorbującą, dokoła przebiegającej w środku pudełka rury, w kształcie klina zwróconego podstawą ku górze. Ta rura u samej góry przechodzi w rurę pofałdowaną, łączącą pochłaniacz z częścią twarzową. Jest ona wykonana z cyny, zaopatrzona w otworki i pokryta cienkim suknem, zabezpieczającem przeciw przedostaniu się pyłu lub cząstek dymu do maski i do płuc. Zewnętrzna strona pudełka z otworami (zawierającego mieszaninę pochłaniacza)), jest również pokryta pilśnią umocowaną u dołu i u góry.Pochłaniacz ten umieszcza się w pudełku metalowym „O. D." dla zabezpieczenia go przeciw wpływom niepogody i dla ułatwienia noszenia go. Pudełko O. D. ma dwa gumowe zawory, które wpuszczają powietrze z góry. Nad tymi zaworami znajdują się dwie metalowe pokrywki, które zabezpieczają je od deszczu, uderzeń i rozdarcia. W ten sposób powietrze wszedłszy przez dwa otwory u wierzchu pudełka zewnętrznego O. D., obiega dokoła ścian mniejszego pu-

dełka, zawierającego pochłaniacz, a przeszedłszy przez filtr pilśniowy i przez substancje pochłaniające, przedostaje się przez otwory pudełka cynowego do węgla drzewnego i wapna sodowanego, a następnie do rurki środkowej kształtu klina, która odprowadza powietrze do rury pofałdowanej i do części twarzowych.

Ostrzeżenie. Pochłaniacz taki zabezpiecza prawie od wszystkich gazów bojowych, nie zabezpiecza jednak od tlenku węgla, kwasu pruskiego i amoniaku. Dla przebywania w atmosferze tych gazów, obmyślono specjalne pochłaniacze. Naturalnie żaden pochłaniacz nie może zabezpieczyć od braku tlenu, do atmosfery nie zawierającej tlenu, można wchodzić tylko po uzbrojeniu się w oddechowy aparat tlenowy, lub w maskę gazową, której część twarzowa jest połączona przez długą wężowatą rurę ze świeżem powietrzem.

MASKA PRZECIWGAZOWA C. S. R. UŻYWANA W POLSCE. JEJ DZIAŁANIE I SPOSÓB JEJ UŻYCIA.

Maska używana w Polsce jest pochodzenia francuskiego, jest ona oznaczona literami C. S. R., od nazwisk wynalazców, którzy ulepszyli maskę francuską (Robert, Sounier, Cantor). Jest ona dwudrożną, t. j. posiada osobną drogę oddechową i osobną drogę wydechową, składa się z części twarzowej uszytej z materjału złożonego z dwóch tkanin, z komory zaworowej, w której znajdują się zawory: wydechowy i wdechowy i z pochłaniacza, który przyśrubowuje się do komory zaworowej. Część twarzowa ma na wysokości oczu dwie płytki z substancji przezroczystej, zabezpieczającej widzenie.

Przy części twarzowej znajdują się cztery taśmy gumowe, które pozwalają dobrze dopasować maskę do twarzy i utrzymać ją na głowie, i taśmę bawełnianą, która służy do zawieszania maski na szyi.

Pochłaniacz jest to metalowe pudełko, opatrzone od dołu gęstą siatką metalową, zakończone od góry nasadą, służącą do wkręcania do komory zaworowej. Pochłaniacz wypełniony jest substancją pochłaniającą prawie wszystkie gazy bojowe, jednak dla zabezpieczenia się przed dymami bojowemi nasadza się na dolną jego powierzchnię specjalny filtr.

Maskę wraz z taśmami wkłada się komorą zaworową ku dołowi do puszki metalowej opatrzonej pokrywą, puszka zaopatrzona jest w długą taśmę bawełnianą, na której zawiesza się puszkę przez ramię.

Dokładne przyleganie maski do twarzy zależy od następujących taśm gumowych: Jedna z nich przebiega od prawej strony części twarzowej do lewej, tę naciąga się przy wkładaniu maski na głowę na okolicę ciemieniową czaszki, druga łączy oba górne brzegi maski i po nałożeniu maski przebiega ponad uszami przez okolicę skroniową ku okolicy potylicy. Trzecia taśma łącząca dwie poprzednie w środku, biegnie od czoła ku potylicy ponad szwem środkowym czaszki. Czwarta taśma odchodząca od dolnych brzegów maski, biegnie ku tyłowi i zapina się na zatrzask na karku.

Maska, przylegająca dobrze do twarzy, przepuszcza powietrze zatrute tylko przez pochłaniacz i zawór wdechowy, wypuszcza zaś powietrze przez zawór wydechowy. Powietrze wchodzące do wnętrza opływa blaszki okularów, dzięki odpowiedniej przegrodzie wpuszczającej tam powietrze z zaworu wdechowego. Przed włożeniem maski należy się przekonać czy następujące części składowe maski są w dobrym stanie:

1) Czy tkanina maski nie jest rozdarta, szczególnie w okolicy komory zaworowej, lub też po bokach, t. j. w okolicach najwięcej narażonych na tarcie przy wkładaniu maski do puszki.

2) W jakim stanie jest pierścień gumowy, do którego przylega przykręcony pochłaniacz i czy tenże przykręca się dobrze do komory zaworowej.

3) Czy na siatce zakrywającej ujście zaworu wydechowego niema błota lub jakiejś substancji zamykającej ujście.

4) Czy blaszki okularów są całe i czy są przezroczyste.

5) Czy szwy maski nie uległy rozdarciu, czy są uszczelnione od wewnątrz kitem koloru fioletowego, a od zewnątrz kitem szarym.

6) Czy maska lekko wchodzi do puszki.

Również bardzo ważną rzeczą jest sprawdzenie stanu maski po jej nałożeniu. W tym celu wykręca się pochłaniacz, zatyka się dłonią zawór wdechowy i wciąga się silnie powietrze głębokim wdechem. Jeżeli maska przylega szczelnie do twarzy, tkanina części twarzowej zapada się, a blaszki okularów wydają charakterystyczny chrzęst, pod wypływem zmniejszonego

ciśnienia wewnątrz maski, jeżeli natomiast przyleganie maski jest nieszczelne, wtedy szparami powstałemi po bokach twarzy, wchodzi powietrze do wnętrza maski, i kształt jej się nie zmienia.

Szybkiego nakładania maski i umiejętnego wydobywania jej z puszki należy się nauczyć przez szereg ćwiczeń. Ponadto dla przyzwyczajenia się do maski, dla nabrania do niej zaufania, jako też dla utrzymania jej, a szczególnie jej części składowych gumowych w dobrym stanie, wskazanem jest noszenie jej conajmniej przez 5 minut codziennie. Ćwiczenia szybkiego wkładania maski mają bardzo duże znaczenie. Szybkie bowiem nałożenie maski może uratować życie człowiekowi. Czynność nakładania maski należy w tym celu zmechanizować następującem ćwiczeniem:

Z chwilą ogłoszenia pogotowia gazowego zawiesza się puszkę z maską na piersiach za uszko na guziku bluzy, otwiera się pokrywkę puszki, zawiesza na szyi bawełnianą taśmę maski i zamyka się pokrywę puszki z powrotem. Maska w pudełku powinna leżeć okularami ku przodowi.

Na sygnał alarmu trzeba zdjąć nakrycie głowy, odrzucić pokrywę puszki i nawinąć na kciuki taśmę bawełnianą, równocześnie zaś przytrzymując palcami wskazującym i środkowym drugą taśmę gumową maski, wyjąć maskę z pudełka i przechyliwszy głowę ku tyłowi nasadzić maskę głęboko na brodę, a potem taśmy naciągnąć na głowę, poczem uwolnić kciuki z nawinięcia taśmy bawełnianej i wyrównać taśmy gumowe górne obu rękami, dolną zaś zapiąć na karku na zatrzask.

Po włożeniu maski należy sprawdzić, czy wszystkie taśmy leżą w swoim miejscu, poczem można nałożyć z powrotem nakrycie głowy, puszkę zaś należy zamknąć i umieścić po stronie prawej. Maska utrzymywana w dobrym stanie może służyć parę lat, pochłaniacz natomiast może być w użyciu przez 4 do 12 godzin. Uszkodzenia maski mniejszej natury może naprawić nie fachowiec, cięższe uszkodzenia jednak muszą być naprawiane li tylko przez fachowca.

MASKA GAZOWA DLA RANNYCH W GŁOWĘ.

Zwykła maska przeciwgazowa nie może zabezpieczyć człowieka rannego w twarz lub głowę, i dla jego ochrony przed

zatruciem gazami bojowemi, trzeba było skonstruować maskę specjalną. Maska ta powinna posiadać następujące zalety:

1) powinna zabezpieczać równie dobrze jak i maska zwykła;

2) powinno się ją móc nałożyć nieprzytomnemu człowiekowi na opatrunek chirurgiczny;

3) powinna mieć jeden rozmiar, ale powinna być tak urządzona, by mogła służyć każdemu człowiekowi, niezależnie od wymiarów jego twarzy.

Randolph Monroe z Arsenału w Edgewod obmyślił taką maskę, pracując łącznie z oddziałem lekarskim w tym instytucie. Maska ta, jest to worek mający kształt kaptura, którego brzeg ma 90 cm. obwodu, zaopatrzony on jest w elastyczne taśmy i klamry, zapomocą których można go dopasować do opatrunku, ta okoliczność zapobiega utworzeniu się martwej przestrzeni w masce. W części okrywającej głowę znajdują się zwykłe części oczne, sporządzone z nietłukącego się szkła, zgięta rurka i wentyl, rura fałdowana i pochłaniacz są takie same jak w masce przepisowej. Pochłaniacz umocowuje się zapomocą pasów do kurtki, lub też może on leżeć na noszach obok rannego. Kaptur kończy się czemś w rodzaju kurtki, której dolny koniec umocowuje się na tułowiu pacjenta. Masce tej można uczynić jeden zarzut, mianowicie ten, iż noszenie jej jest uciążliwe w czasie gorąca. Jednakże noszenie jej jest konieczne tylko w ciągu tego czasu, jaki będzie potrzebny dla przeniesienia rannego poza obręb przestrzeni, w której znajdują się gazy. Modele takiej maski przechowuje Arsenał w Edgewood, aby według nich można było wykonać odpowiednią ilość egzemplarzy na wypadek potrzeby.

ZABEZPIECZENIE SKÓRY. UBRANIE ZABEZPIECZAJĄCE.

Z początku starano się obmyśleć ubrania zabezpieczające dla robotników, pracujących w fabrykach, wyrabiających iperyt. Pierwsze takie ubranie było odzieniem najprostszej roboty, w którym bluza i spodnie stanowiły jedną całość, związywaną sznurkiem u szyi, w przegubie rąk i w kostkach u nóg, głowę zaś zabezpieczał hełm z aluminium. Ubranie takie nie miałoby żadnej wartości przy warunkach spotykanych w polu. Następnie obmyślono ubranie nieco odmiennego typu, wykonano je z materjału nieprzemakalnego i chroniło ono od oparzeń iperytowych mniej więcej w ciągu 100 minut. Było

ono wykonane z materjału bawełnianego, nasyconego olejem lnianym, do którego domieszano substancję niewysychającą. Ubrania takie były bardzo niewygodne, zwłaszcza w czasie upałów, gdyż uniemożliwiały parowanie potu. Ta własność jest zawsze głównym zarzutem, z jakim spotkać się muszą wszelkie odmiany materjału impregnowanego. (Ubrania gumowe natomiast nie przedstawiają żadnej wartości, ponieważ guma jest dobrym rozpuszczalnikiem iperytu).

W takie ubrania ochronne zaopatrzono wojska w polu, tam, gdzie potrzebne było zabezpieczenie przeciw iperytowi. Powiedzmy tu nawiasem, iż ubrania takie nie nadają się zupełnie dla walczących żołnierzy, ale mogą one być używane z powodzeniem przez ludzi, którzy mają do wypełnienia tak niebezpieczne zadanie, jak niszczenie iperytu w terenie.

Służba broni chemicznej opracowała związki znane pod nazwą „impregnitu", związki te posiadają własności niszczenia działania iperytu. Można tymi związkami impregnować zwykłe ubranie. Ubranie impregnowane tym preparatem, może zobojętniać iperyt w ciągu kilkuset godzin w warunkach polowych. To ubranie nie ma własności drażniących. Można je prać, nie niszcząc przez to jego własności zabezpieczających, ale waga jego wzrasta wtedy o 15%.

Odzież i bielizna impregnowana zabezpiecza od par iperytowych całe ciało, z wyjątkiem nóg, rąk i głowy.

Przekonano się następnie, że można traktować skórzane rękawice i obuwie innym związkiem, który czyni je odpornymi na pary iperytowe na nieokreślony przeciąg czasu, a na płynny iperyt w ciągu kilku godzin. A kaptur zrobiony z tego materjału impregnowanego, przeznaczony do ochrony głowy, dopełnia ubrania ochronnego przeciw iperytowi.

Widzimy zatem, że teoretycznie przynajmniej, udało się osiągnąć pełne zabezpieczenie od iperytu. Nie sprawdzono tego jednak przy warunkach polowych, chociaż ludzie nosili już taką odzież w ciągu całych miesięcy, nie odczuwając żadnych przykrości, i zdaje się, że stanie się możliwem zabezpieczenie wojska przed działaniem iperytu bez obniżenia przytem jego sprawności bojowej. W ten sposób dadzą się osiągnąć znaczne korzyści taktyczne, ponieważ jedno z głównych zadań taktycznych iperytu polegało na zatruciu terenu i uniemożliwieniu przemarszu wojsk.

ZABEZPIECZENIE KONI.

Zabezpieczenie koni nie jest kwestją tak żywotną, jak zabezpieczenie ludzi, jednakże może zajść taki wypadek, że kawalerja będzie musiała przebywać zaiperytowane przestrzenie, a konie pociągowe będą użyte dla przewozu żywności i amunicji po drogach, na których może się znajdować iperyt. Lakrymatory nie wywierają żadnego prawie wpływu na konie, przytem zwierzęta te wytrzymują z łatwością o wiele wyższe stężenia gazów drażniących płuca, niż ludzie. Lecz skóra i kopyta konia są bardzo wrażliwe na iperyt. Jeżeli konie niezabezpieczone przejdą przez tereny zatrute iperytem, większość ich ulegnie oparzeniu. Niemcy, Francuzi i Anglicy obmyślali maski gazowe różnego typu dla koni. Ostatnia maska amerykańska ma kształt worka, okrywa ona nozdrza i górną szczękę konia. Konie nie oddychają przez pysk, toteż niema potrzeby zabezpieczania dolnej szczęki. Maska ma płócienny munsztuk, który włożony do pyska konia, chroni worek od przegryzienia. Worek jest zaopatrzony w sznurek, który przeciągnięty jest dokoła otworu, i pozwala ściągnąć mocno maskę dokoła głowy konia. Końce sznurka przyszyte są do pasów gumowych, które utrzymują maskę na głowie konia. Gdy maska jest dopasowana, te pasy gumowe pociągają sznurek ku górze. Wewnątrz worka znajduje się rodzaj ramy płócienej przymocowanej do munsztuka i przyszytej do worka w taki sposób, by zapobiec możliwości przylegania ścian worka do nozdrzy. Oddychając, musi koń wciągać powietrze przez ten worek, który jest impregnowany. Użyta do impregnacji mieszanina chemiczna składa się z sześciometylenoczteroaminy (środek zabezpieczający przeciw fosgenowi), siarczanu glinu zabezpieczającego przeciw HCN), węglanu sodowego i gliceryny.

Koń może w takiej masce przebyć 4 km. bez objawów zmęczenia.

Teoretycznie taka maska zabezpiecza konia w zupełności, w praktyce jednak nie okazała się ona równie skuteczna. Maskę tę można nałożyć koniowi z łatwością po raz pierwszy, wtedy myśli on prawdopodobnie, że jest to nowy rodzaj worka z owsem, lecz już za drugim razem konie bronią się przed nałożeniem maski do tego stopnia, że nie można jej odpowiednio dopasować, a wśród zamieszania spowodowanego nocnym ata-

kiem, gdy jeźdzcy muszą sami nosić maski, czynność ta staje się bardzo trudną do wykonania.

Ochronne okrycie kopyt ma niewątpliwie większą wartość niż maska, w ostatnich miesiącach wojny używano częściej iperytu, niż jakiegokolwiek innego gazu, a iperyt oddziaływuje na kopyta końskie wywołując zapalenie, zwłaszcza dokoła pęciny. Dla celów zabezpieczenia nóg konia obmyślono specjalną podkowę i but osłaniające nogi i kopyta konia.

Żelazną blaszkę osadzoną w pokrowcu z gumy, odpowiadającą rozmiarom kopyta, przytwierdzano od dołu kopyta w ten sposób, że tworzyła ona dolną powierzchnię metalową dla niego. Pokrowiec wykonany z atłasu preparowanego w ten sposób, że stawał się on nieprzenikalny dla iperytu, okrywał całą nogę ponad kopytem i sięgał aż do kolan. Pokrowiec ten był połączony z podeszwą ochraniającą kopyto zapomocą paska płóciennego, który przechodził dokoła dolnej części kopyta.

Należy zwrócić bardzo wielką uwagę na połączenie tylnych części pokrowca, gdyż wgłębienie znajdujące się w tylnej części kopyta, stanowi jedną z najbardziej wrażliwych części. Pokrowiec powinien otaczać nogę dokoła mniej więcej półtora raza i zapinać się na pięć klamerek, przez które przeciąga się paski, mające szerokości około 2 cm.

ŹRÓDŁA.

(1) *Fries and West:* Chemical Warfare. Mc Graw Hill Book Company, 1921.

(2) Official History of the War, tom II, 1923, str. 334.

ROZDZIAŁ XIII.

Zbiorowa obrona przeciwgazowa w polu.

Wyrażenie obrona zbiorowa tłumaczy się samo przez się, obejmuje ona wszelkie czynności, które są trudne lub niemożliwe do wykonania dla jednego człowieka, ale przy odpowiedniej organizacji i wyćwiczeniu, stają się dostępne dla jednostek bojowych w polu.

ORGANIZACJA OBRONY GAZOWEJ W POLU.

W skład Sztabu Dywizji wchodzi oficer Służby Broni Chemicznej, który ma głos doradczy przy opracowywaniu planów napadu i obrony.

Oficerowie i podoficerowie gazowi. Ćwiczenie wojsk w obronie przeciwgazowej indywidualnej i zbiorowej odbywa się pod nadzorem oficerów i podoficerów Służby Broni Chemicznej, przydzielonych w tym celu przez swe komendy. Przy każdym dowództwie pułku jest przydzielonym jeden oficer i podoficer gazowy, do którego bataljonu jest również przydzielony jeden oficer i jeden podoficer gazowy, każda kompanja ma dwuch podoficerów gazowych. Oficerowie i podoficerowie ci otrzymują specjalne wyszkolenie w D-twie Służby Broni Chemicznej, by mogli sprostać włożonym na nich obowiązkom, pozostają oni też w czasie pracy swej w polu pod stałym technicznym nadzorem oficerów gazowych wyższych jednostek, chociaż są pod rozkazami oficerów dowodzących poszczególnemi oddziałami, do których są przydzieleni. Oficerowie i podoficerowie gazowi powinni być zwolnieni od wszelkich innych obowiązków podczas ataku nieprzyjaciela.

Praca oficerów gazowych przydzielonych do poszczególnych oddziałów różni się tem głównie od pracy oficerów Służby Broni Chemicznej, że ogranicza się tylko do obrony przeciwgazowej. W związku z tem musimy nadmienić, że oficerowie ci pełnią również bardzo ważną pracę w dziedzinie służby wywiadowczej i stanowią główne i najbardziej zaufania godne źródło informacyj zdobywanych na polu walki a dotyczących wojny chemicznej. Głównem ich zadaniem jednak jest zapobieganie zatruciom gazowym w poruczonych ich pieczy oddziałach i w związku z tem pozostaje ich służba wywiadowcza. Obowiązkiem wyższych D-tw Służby Broni Chemicznej jest służyć oficerom broni chemicznej radą i poparciem w ich pracach.

Podobnie i jednostki sanitarne powinny mieć oficera i podoficerów gazowych, których obowiązkiem byłoby wyszkolenie personelu w obronie indywidualnej, oraz przestrzeganie stosowania wszelkich środków, które stanowić mogą o zabezpieczeniu zbiorowem ich oddziału przeciw gazowi. I tak obowiązkiem oficera gazowego szpitala polowego, byłoby zapobieganie wypadkom zagazowania wśród szpitalnego personelu i pacjentów przebywających w szpitalu, byłby on również odpowiedzialny za leczenie i pielęgnowanie zatrutych gazami, gdyby się takie wypadki wśród personelu zdarzyły.

SPOSOBY PRZEWIDYWANIA PRAWDOPODOBNEGO UŻYCIA GAZU BOJOWEGO PRZEZ NIEPRZYJACIELA.

Użycie gazu bojowego przez nieprzyjaciela staje się możliwe wówczas, gdy istnieją sprzyjające po temu okoliczności. Te sprzyjające okoliczności zależą głównie od pogody, terenu i czasu.

1. Pogoda. Szybkość wiatru jest sprawą zasadniczą. Silny wiatr wpływa ogromnie na rozcieńczenie gazu i szybko go rozprasza. Środki chemiczne nietrwałe, tak jak np. fosgen, nie są skuteczne przy wietrze mającym szybkość ponad 20 km. na godzinę. Z drugiej strony szybkość wiatru niema żadnego wpływu na środki chemiczne bojowe trwałe, takie jak iperyt. Jeżeli teren jest nasycony płynnym iperytem, silny wiatr może wprawdzie rozproszyć pary iperytu, ale jeszcze wystarczająca ilość cieczy pozostaje na terenie, by działanie jej mogło być skuteczne, jak tylko wiatr ustanie. Dla ataku falami pożądaną jest szybkość wiatru wynosząca 12 km. na godzinę, gdyż jeżeli

szybkość wiatru jest niewielka, kierunek jego zmienia się prędko i wiatr może zwiać obłok gazowy w kierunku odwrotnym, t. j. na tych, którzy go stosują, lub też może unieść go daleko od celu. Niewielka szybkość wiatru sprzyja stosowaniu wszelkich rodzajów gazu, z wyjątkiem fal gazowych. Kierunek wiatru ma znaczenie pierwszorzędne. Ataku gazowego falowego można oczekiwać tylko wtedy, gdy wiatr wieje bezpośrednio od linji nieprzyjacielskiej. Jeżeli zaś wiatr wieje w kierunku linij nieprzyjaciela, można się spodziewać ataku gazowego przy pomocy pocisków gazowych. Tej formy ataku użyje nieprzyjaciel w nadziei, że gaz zatruje oddziały stojące za frontem ostrzeliwanym, a wtedy gaz może dojść najwyżej do jego stanowisk czołowych. Nie należy używać iperytu dla zatruwania pierwszej linji przeciwnika, jeżeli wiatr wieje od jego okopów. Wtedy natomiast można skutecznie ostrzeliwać pociskami iperytowemi oddziały przeciwnika znajdujące się w jego drugiej i trzeciej linji bojowej. Wiatr bowiem wtedy wiejąc z miejsc ostrzeliwanych i niosąc pary iperytu, lub jego kropelki, nie narazi własnych odziałów na zatrucie z powodu znaczniejszej odległości, natomiast działać będzie na linje odwodów przeciwnika. Dlatego też istnieje większe prawdopodobieństwo, że iperyt będzie raczej stosowany do zatruwania oddziałów odwodowych, niż linji czołowych.

Gazy nietrwałe są mniej skuteczne w ciepłe słoneczne dni, gdyż wtedy temperatura ziemi jest wyższa od temperatury powietrza, co sprzyja powstawaniu prądów powietrznych wznoszących się ku górze, prądy te unoszą gaz i rozpraszają go jednocześnie. Z drugiej strony gorący dzień sprzyja użyciu środków chemicznych trwałych, takich jak iperyt, ponieważ wtedy ciecz wyparowywuje z większą łatwością i może osiągnąć o wiele wyższe stężenia. Chłody nie sprzyjają stosowaniu gazów typu iperytu, ponieważ naówczas parowanie jest znacznie obniżone. Iperyt marznie przy 13.9°C. i jest zatem nieużyteczny przy takiej temperaturze.

Wogóle można uważać dni chłodne i mgliste za sprzyjające użyciu ataków falowych, a dni upalne za korzystne dla stosowania iperytu. Deszcz nie sprzyja atakom gazowym, gdyż wypłukuje on środki chemiczne bojowe znajdujące się w stanie par lub gazu z powietrza, a w wielu wypadkach powoduje hydrolizę związku, niszcząc również związki stalsze, znajdujące

się na terenie. Wobec czego w czasie większego deszczu nie należy stosować ataku gazowego, ani też nie trzeba się go spodziewać. Jest rzeczą jasną, jak wielkie znaczenie posiadają odpowiednie badania meteorologiczne, nietylko jako wskaźnik kiedy można użyć ataku gazowego, ale także jako dane orjentacyjne, wskazujące kiedy można oczekiwać użycia gazu przez nieprzyjaciela.

2. Znaczenie terenu. Wysoka trawa, krzaki, drzewa, budynki i t. p. opóźniają ruchy powietrza, a temsamem ruchy gazu, czyniąc go bardziej trwałym. Gazy zostają dłużej w schronach, budynkach, piwnicach, jamach utworzonych przez pociski, wgłębieniach terenu i lasach, niż w otwartym terenie. Przy lekkich wiatrach, czynnikiem nadającym kierunek wiatrowi, jest konfiguracja terenu. Dolina, której główny kierunek odchyla się o mniej niż 45° od kierunku wiatru, nadaje zazwyczaj kierunek prądom powietrznym i obłokom gazowym. Działanie gazu wydobywającego się z pocisków, bywa obniżone w terenie bagnistym.

3. Pora dnia. Noc jest porą najbardziej odpowiednią dla ataku gazowego. Warunki meteorologiczne panujące w nocy sprzyjają atakowi gazowemu, niema bowiem wtedy prądów powietrznych wznoszących się ku górze, a powstających wskutek działania słońca. Zasadniczym warunkiem powodzenie ataków gazowych jest zaskoczenie, o które najłatwiej, gdy się ma do czynienia z ludźmi śpiącymi. Zdwojona czujność w nocy jest wobec tego konieczną. Oddziały wypoczywające w nocy, muszą być strzeżone przez posterunki gazowe.

Pora roku ma również pewne znaczenie. Jasnem jest, że iperytu, lub innych płynnych związków, które zamarzają, nie można stosować w zimie. Pozatem każda pora roku ma zazwyczaj sobie właściwe wiatry, które mogą sprzyjać atakom gazowym w danej poszczególnej miejscowości lub im przeszkadzać.

4. Oznaki grożącego ataku gazowego. Instalacja miotaczy Livensa, a zwłaszcza cylindrów niezbędnych przy ataku gazowym falami, wymaga olbrzymiej ilości pracy i znacznego zwiększenia personelu na danym odcinku. Należy wobec tego zwracać uwagę na zwiększoną czynność nieprzyjaciela, a zdjęcia fotograficzne wykonane z samolotów mogą wykryć instalacje przyrządów. Jeżeli na mocy tych spostrzeżeń dowiemy

się, że grozi atak gazowy, należy go oczekiwać, jak tylko warunki atmosferyczne będą sprzyjające. Jednakże niekorzystne warunki atmosferyczne nie wyłączają możliwości ataku, może on być wykonany przy takich właśnie warunkach w celu zwiększenia szans zaskoczenia.

DAWANIE SYGNAŁÓW O ATAKU GAZOWYM.

Od chwili rozpoczęcia ataku gazowego upływa pewien czas zanim fala dosięga celu. Często można bardzo szybko rozpoznać falowy atak gazowy, i w czasie tej przerwy ostrzec oddziały zagrożone o nim.

1. *Obłok gazowy.* W dzień można zauważyć wytryski gazu z cylindrów, a przy większej wilgotności powietrza można już z pewnej odległości rozróżnić sam obłok gazowy. Pierwsza fala obłoku ma niskie stężenie w porównaniu z główną masą chmury, która napływa po upływie kilku sekund (patrz „Posuwanie się gazów i obłoków gazowych"). Z chwilą gdy wysunięte posterunki poczują woń gazu, powinny natychmiast alarmować wszystkie oddziały, nad któremi przejść musi obłok gazowy. Koniecznem to jest zwłaszcza w nocy, kiedy trzeba rozbudzić śpiących żołnierzy, by nałożyli maski.

2. *Artyleryjskie pociski gazowe.* Prawie zawsze się zdarza, że jeden lub dwa pociski pękają przed innemi, i mogą służyć jako ostrzeżenie o gazie, to zaś powinno posłużyć do rozeznania rozpoczynającego się ataku gazowego i do ostrzeżenia oddziałów, nim nieprzyjaciel zdoła wytworzyć w ten sposób wysokie stężenie gazu trującego.

3. *Miotacze.* Równoczesny wystrzał znacznej ilości miotaczy powoduje bardzo głośną detonację, której odgłos dochodzi do linji czołowych, ostrzeliwanych, znacznie wcześniej, niż same pociski. W nocy widać silny blask, który może służyć jako znak ostrzegawczy. Niekiedy jednak pagórki i nierówności terenu mogą skryć blask przed wzrokiem, a detonacja pocisków bywa nieraz zamaskowana, przez wystrzeliwanie ich w czasie zwykłego bombardowania. Skuteczność ataków tego rodzaju polega właśnie na trudności, z jaką uniknąć można zaskoczenia i ostrzeżenia śpiących lub zajętych pracą żołnierzy i na wysokiem stężeniu gazów, jakie w krótkim czasie powstaje przy pękaniu tych pocisków. Jedyną obroną przeciw takim nagłym zalewom

gazu, jest doskonała karność i wyszkolenie poszczególnych żołnierzy w używaniu maski.

4. Posterunki gazowe. Obowiązki i kwalifikacje. Wszystkie inne posterunki poza swemi innemi obowiązkami powinny być zarazem posterunkami gazowymi. Tam, gdzie zachodzi tego potrzeba, stawia się obok tych, specjalne posterunki gazowe. Najważniejszą funkcją posterunków gazowych jest to, że żołnierze będąc pewnymi tych posterunków, mogą spokojnie zasypiać i odpoczywać, nie potrzebując troszczyć się o wykrycie gazu. Posterunków tych musi być tyle, by można mieć pewność, że każdy śpiący żołnierz zostanie na czas zbudzony. Każdy posterunek musi być zaopatrzony w odpowiednie przyrządy sygnalizacyjne, musi mieć wyznaczoną pewną określoną przestrzeń, którą ma zaalarmować na wypadek ataku gazowego, a przedewszystkiem powinien wiedzieć, gdzie śpi każdy człowiek na powierzonym jego pieczy odcinku. Na wypadek ataku gazowego, wartownik powinien natychmiast nałożyć swą maskę, dać sygnały i rozbudzić każdego żałnierza na swym odcinku. Dla zapobieżenia fałszywym alarmom, wartownik sygnalizuje gaz dopiero wtedy, gdy go sam poczuje, a nie powinien podawać sygnałów podawanych przez sąsiednie odcinki.

Wartownicy gazowi muszą otrzymać specjalne wyszkolenie, by mogli rozpoznawać warunki korzystne dla ataków gazowych, muszą również być dokładnie obeznani z zapachem chemicznych środków bojowych. Dobry wartownik gazowy musi orjentować się szybko i posiadać dużo zdrowego rozsądku. Człowiek taki powinien przejąć się odpowiedzialnością swej pracy i znaczeniem, jakie ma szybkie wykrywanie ataku gazowego oraz danie odpowiednich sygnałów. Równocześnie powinien on pojmować poważne następstwa, jakie może za sobą pociągnąć fałszywy alarm. Należy mu wyjaśnić, iż nieprzyjaciel może częstokroć usiłować wprowadzać w błąd przeciwnika, ostrzeliwując go kilkoma pociskami gazowemi, to jednak nie upoważnia do dania sygnału gazowego. Powinno się zaprawiać wartownika do rozróżniania istotnego ataku gazowego od prób poderwania karności gazowej w oddziałach czynnych przez nieprzyjaciela. Po za tymi obowiązkami wartownicy gazowi przestrzegają wykonania rozkazów, dotyczących obrony gazowej, t. j. posiadania i noszenia masek, unikanie przestrzeni zaga-

zowanych i t. p., oraz muszą donosić natychmiast o wszelkich wykroczeniach przeciw tym rozkazom.

5. Sygnały. Są dwa typy sygnałów dawanych na wypadek ataku gazowego: sygnały ogólne i miejscowe. Sygnał ogólny daje się wtedy, gdy chodzi o ataki falowe o znacznej rozciągłości, i gdy się oczekuje, że obejmą one znaczne przestrzenie. Sygnały te przesyła się zapomocą zwykłych sposobów porozumienia się, już to przez telefon, lub przez radjo. Sygnały miejscowe daje się we wszelkich innych wypadkach, zapomocą specjalnych urządzeń sygnalizacyjnych. Wszystkie one polegają na wytworzeniu chrapliwego odgłosu. Najbardziej rozpowszechniony jest róg Klaksona, używano również w tym celu żelaznych trójkątów, pustych muszli, grzechotek stróżów nocnych, oraz różnego rodzaju syren. Przyrządy takie ustawia się w odpowiednich miejscach, albo też noszą je ze sobą wartownicy. Gdy tylko wartownik się przekona, że atak gazowy się rozpoczął, daje on natychmiast sygnał zapomocą tych przyrządów. Jest to sygnał do wykonania wszelkich przygotowań dla ataku gazowego.

SPOSOBY OBRONY.

Sposoby obrony obejmują budowę i używanie uszczelnionych schronów, usuwanie gazu z otoczenia i ubrania, oraz zabezpieczenie materjałów.

Budowa i używanie uszczelnionych schronów. Takim schronem może być każda zamknięta przestrzeń zbudowana w taki sposób, by gaz nie mógł do niej przeniknąć. Może to być ziemianka, chata, namiot, a nawet tank. Schrony te są miejscem, w którem ludzie, zmuszeni pracować w ciągu dłuższego czasu w zagazowanych terenach, mogą zdjąć maskę i odpocząć. Uszczelnione od gazu schrony pozwolą punktom sanitarnym działać bez przerwy podczas ataku gazowego, bez obniżenia ich sprawności, jakie pociąga za sobą noszenie maski, oraz będą to miejsca, gdzie będzie można pomieścić rannych, którzy nie mogą nosić masek, w oczekiwaniu ewakuacji. Przy budowie schronów należy korzystać z naturalnego zabezpieczenia, jakie przedstawia dana miejscowość. Schrony takie powinny być zasłonięte od wiatru, należy przytem pamiętać, że wzgórza i doliny wpływają na zboczenie chmur gazu od kierunku wiatru. Również i punkty opatrunkowe należy urządzać w ta-

kich miejscach, gdzie nie będą one narażone na wysokie stężenie gazu. Miejscami odpowiedniemi do tego będą zwykle zbocza wzgórz. Punkt opatrunkowy urządzony w schronie na zboczu będzie zasłonięty od ognia artyleryjskiego i od wiatru, może on również być położony na takiej wysokości, by był łatwo dostępny dla rannych, a pomimo tego znajdować się powyżej silnych stężeń gazowych, które zazwyczaj koncentrują się w dolinach.

Schrony gazowe można budować na podstawie dwuch odrębnych zasad:

1) albo używa się w tym celu uszczelnionego budynku i przygotowuje się wszystko tak, by na wypadek obecności gazu można było uszczelniać natychmiast wszystkie jego wyjścia,

2) albo utrzymuje się wewnątrz budynku uszczelnionego wysokie ciśnienie powietrza, przy pomocy powietrza pompowanego z zewnątrz poprzez specjalny pochłaniacz nie przepuszczający gazu. Wskutek takiego ciśnienia powietrze uchodzi wciąż ze schronu przez jego szczeliny, uniemożliwiając w ten sposób przenikanie przez nie gazu z zewnątrz. Sposób ten stosuje się dla ochrony ludzi przebywających w wieżach strzelniczych, na okrętach, oraz w tym podobnych pomieszczeniach. Ten sposób nadaje się również dla urządzania tanków, oraz innych schronów, których nie można uszczelniać w inny sposób. Schron gazowy, a zwłaszcza jeżeli jest zbudowany na zasadzie uszczelnienia, musi być również zaopatrzony w uszczelnione wejścia. Wejście takie może się składać z podwójnych drzwi zaopatrzonych w zasłony, które po opuszczeniu przylegają szczelnie do ram drzwi ukośnie postawionych. Tam, gdzie to jest możliwe, wejścia takie stanowić winien tunel, lub murowany korytarz wysunięty o kilka stóp poza obręb murów schronu, a zakończenie tego korytarza powinno być ukośne, by można było ustawić ramę drzwi pod odpowiednim kątem, co ułatwia przylega nie zasłony. W korytarzu tym powinno się znajdować conajmniej dwoje drzwi i powinny być one oddalone o jakie 3 — 4 m. jedne od drugich, aby sanitarjusze mogli swobodnie wchodzić z noszami. Jeżeli schronem jest ziemianka lub piwnica, wejście mogą tworzyć schody i wtedy drzwi należy umieścić u góry i u dołu schodów. Jeżeli drzwi takie zamkniemy utworzy się izolacja powietrzna. Osoba, która zechce wejść do schronu, otwiera najpierw drzwi zewnętrzne i wchodzi do korytarza, potem za-

myka za sobą drzwi i wtedy dopiero otwiera drzwi wewnętrzne. Przy opuszczeniu schronu postępuje się w odwrotnym porządku. Jedne drzwi muszą być zawsze zamknięte.

Istnieją różne sposoby wykonania szczelnie dopasowanych drzwi. Można sporządzić ramę drzwi z desek jednocalowych mających 15 cm. szer., na których przybite są tej samej szerokości pasy sukna, drzwi wykonuje się z calowych desek i obija się je kocem od strony wewnętrznej i zewnętrznej. Te pasy sukna można przepoić roztworem tiosiarczanu sodowego lub impregnitu „B" dla niszczenia iperytu, lub też można je poprostu zwilżać tymi płynami. Gdy drzwi są szczelnie zamknięte zapomocą sprężyny lub jakiegokolwiek innego przyrządu, wilgotne pasy na ramach i wilgotne koce na stronie zewnętrznej łączą się ze sobą, podobnie także obicia zewnętrznej strony drzwi i zasłona zewnętrzna łączą się ze sobą i tworzą spojenie nieprzenikalne dla powietrza lub gazu. Można również urządzić rodzaj story z koca zamiast drzwi. Wierzch koca przybija się zapomocą listwy do górnej ramy drzwi. Kilka dodatkowych listw mających tę samą szerokość co rama drzwi, przybija się w odstępach wpoprzek po stronie zewnętrznej koca. Listwy te wzmacnia się podobnemi listwami przybitemi od strony wewnętrznej. Listwy wewnętrzne muszą być o 5 cm. krótsze niż szerokość otworu ramy drzwi. Koc obciąża się od góry do dołu 3 gramowemi ciężarkami zawieszowemi blisko brzegów i nazewnątrz tej części, która opada na ramę drzwi. Gdy koc jest opuszczony, ciężarki zwieszają się nad brzegiem ramy tworząc klapę. Listwy przyciskają koc do ramy drzwi, a ta część koca, która jest dłuższa od ramy, leży na ziemi. Drzwi takie nie przepuszczają gazu. Chcąc takie drzwi otworzyć, zwija się koc i umieszcza go na półce powyżej ramy.

Można również uszczelnić i namioty, w tym celu powleka się płótno nieprzemakalną powłoką. Można również pokryć namiot ziemią i zaopatrzyć go w specjalne wejście, zaopatrzone w izolację powietrzną.

Jeżeli chcemy taki schron przygotować dla ludzi, należy drzwi zamknąć tak z jednej jak i z drugiej strony, pozatykać wszystkie kominy, okna i wentylatory i zagasić ogień. Płomień bowiem wywołuje w kominie prąd powietrza wznoszący się ku górze, a to powoduje z kolei działanie ssące w schronie i co za tem idzie wciąganie zanieczyszczonego powietrza. Ogień zużywa

również tlen znajdujący się w pomieszczeniu, które i bez tego pozbawione jest wentylacji. Podłogę przy wejściu można posypać chlorkiem wapnia dla niszczenia iperytu, któryby się mógł znaleźć na obuwiu wchodzących do schronu. Zabezpieczenie od gazu zapomocą ciśnienia powietrza można zastosować jedynie przy użyciu odpowiednich przyrządów, mianowicie pompy powietrznej, połączonej z wielkim pochłaniaczem sporządzonym w tym celu, lub całą baterją pochłaniaczy używanych dla masek. Powietrze trzeba pompować z taką szybkością, by można było utrzymać wewnątrz schronu tylko niewielkie ciśnienie. Chcąc uniknąć konieczności pompowania wielkich ilości powietrza, należy uszczelnić okna i wszelkie inne wejścia. Ciśnienie potrzebne dla tego, by gaz nie mógł przedostawać się do wnętrza przez pozostałe otwory, nie musi być wielkie. Jeżeli przyjmiemy, że szybkość wiatru wynosi 35 km. na godzinę, a cała przestrzeń dostępna dla wiatru ma kilka cm.^{2}, to ciśnienie wewnątrz schronu nie wyniesie więcej niż 1 kg. na 30 cm.^{2}. Przy zwykłych warunkach wystarczać będzie o wiele niższe ciśnienie. Przy instalowaniu takiej pompy, należy ją zbadać starannie w celu ustalenia, czy jest ona wystarczającą dla danego schronu. Wprawia się ją w ruch wtedy tylko, gdy zachodzi tego potrzeba. Możliwe jest, iż uda się przy pomocy takiej pompy zabezpieczyć opancerzone tanki, tak, by ludzie przebywający w nich mogli się obchodzić bez masek, ca znacznie zwiększy ich sprawność bojową. Taki przekształcony, opancerzony i zabezpieczony od gazu tank, będzie idealnem uposażeniem dla wysuniętego posterunku opatrunkowego, będzie on jednoczył w sobie zabezpieczenie przeciwgazowe, oraz zabezpieczenie przeciw wszelkiej broni z wyjątkiem pocisków wielkiego kalibru, nie tracąc swej ruchliwości. Przy takiem urządzeniu możliwe będzie zbieranie rannych na linji strzałów i szybkie przewożenie ich na stacje zborne, a stamtąd do szpitali polowych.

Schrony powyżej opisane posiadają jednak dwie strony ujemne. Mają one charakter nawpół stałych budowli i będzie można z nich korzystać w rzadkich tylko wypadkach w czasie wojny ruchomej, chociaż oddawały one wielkie usługi w czasie okopowej wojny pozycyjnej, jaką była wojna ostatnia. Godny uwagi wyjątek stanowią tu powyżej wymienione tanki, są one bowiem ruchliwe i dotrzymują kroku wszystkim oddziałom. A drugą stroną ujemną schronów stałych, to potrzeba conajmniej dwu

ubikacji — ponieważ, gdy ludzie, którzy przebywali w zagazowanym terenie schodzą do schronów, ubranie ich jest prawie zawsze przesiąknięte gazem. Fakt taki sam w sobie nie jest zbyt groźny i nie trafia się często, jeżeli użyto gazu nietrwałego, np. fosgenu, ale przy końcu wojny używano przeważnie iperytu jako najskuteczniejszego gazu, a nawet najmniejsze ilości iperytu, przeniesione na ubraniu do małego, nieprzewietrzanego pomieszczenia, wystarczają dla wytworzenia niebezpiecznego stężenia. Wobec tego trzeba, aby punkty opatrunkowe posiadały schrony składające się conajmniej z dwuch przedziałów oddzielonych od siebie uszczelnionemi drzwiami. Wszyscy pacjenci przybywający z terenów zagazowanych zrzucaliby swą odzież w pierwszym przedziale przed wejściem do drugiego przedziału, w którym przebywaliby lekarze, personel sanitarny i pacjenci. Tego rodzaju schronów nie będzie jednak można robić przy czołowych pozycjach, ponieważ nie będzie można tam urządzić punktów odkażania odzieży, które należałoby przeprowadzać natychmiast po zdjęciu ubrania z człowieka, który był w promieniu działania gazu.

Usuwanie gazu ze schronów. Chcąc szybko oczyścić schron lub uszczelnione pomieszczenie do którego przeniknął gaz, po przejściu ataku gazowego, gdy powietrze zewnętrzne już gazu nie zawiera, należy rozpalić ogień w pobliżu wejścia, lub w środku schronu, o ile znajduje się w nim komin, wtedy ciąg powietrza uniesie ze sobą gaz.

Byłoby wysoce niepraktyczną rzeczą przewożenie ze sobą wielkich zapasów środków służących dla zobojętniania gazów nietrwałych. Chemiczne zobojętnienia gazów bojowych powinno się tylko ograniczać do neutralizacji związków trwałych, takich jak iperyt. Nawet i w tym wypadku, niepraktycznem będzie, usiłowanie zobojętniania iperytu, rozlanego na większych przestrzeniach. Natomiast niszczenie iperytu w punktach, mających strategiczne znaczenie, takich, jak główna kwatera, stacje sygnalizacyjne, różne posterunki sanitarne, oraz drogi komunikacyjne i skrzyżowanie dróg jest rzeczą pierwszorzędnego znaczenia. W tym celu używa się chlorku wapnia, który się rozsypuje na teren zakażony iperytem. Każda jednostka bojowa lub tyłowa powina mieć zorganizowany oddział, któryby dokonywał tych robót pod kierownictwem podoficera. Ludzie tego oddziału powinni być zaopatrzeni w odpowiednią odzież

zabezpieczającą, obuwie, rękawice i maski, które winni nosić w czasie pracy na terenach zagazowanych.

Przy zobojętnianiu leja utworzonego przez pocisk, należy pokryć wyrzuconą ziemię i teren w najbliższem otoczeniu leja pokładem świeżego chlorku wapnia, który z kolei pokrywa się ziemią. Nie należy nigdy rzucać chlorku wapnia na płynny iperyt, gdyż powstająca reakcja wyzwala znaczną ilość ciepła, wskutek czego iperyt paruje. Płynny iperyt należy najpierw przykryć piaskiem lub ziemią, która wchłonie znaczną jego część, a następnie dopiero miejsce to pokrywa się warstwą chlorku wapnia. Pociski, które nie wybuchły, należy zakopać w ziemię, przykrywając je grubą warstwą chlorku wapnia.

Jeżeli schrony, uszczelnione pomieszczenia, stacje opatrunkowe i t. p. znajdują się w terenie zagazowanym, należy wejścia wszelkie pokryć obficie chlorkiem wapnia dla zobojętnienia iperytu, który się znajduje na obuwiu osób wchodzących.

3) *Usuwanie gazu z odzieży* Można oczyścić odzież obryzganą płynnym iperytem, gotując ją w ciągu dwuch do trzech godzin, lub też poddając ją działaniu pary w ciągu godziny lub dłużej. Oba te sposoby mają swe strony ujemne. Gotowanie niszczy odzież wełnianą, a sterylizowanie w aparacie dla dezynfekcji, niszczy odzież obryzganą iperytem, ponieważ wskutek hydrolizy iperytu powstają wielkie ilości kwasu solnego, który przeżera tkaninę.

Można również użyć następującego sposobu: odzież zanurza się na 5 minut w alkoholu metylowym przy temperaturze 60°C. Poczem do tej kąpieli wlewa się gorącej wody (80°C.) w ilości 5—6 razy większej, niż ilość alkoholu denaturowanego. Poczem wylewa się cały płyn i przepiera ubranie w chłodnej bieżącej wodzie w ciągu 30 minut. Przy tej metodzie iperyt zanieczyszczający ubranie rozpuszcza się w alkoholu, a następnie ulega hydrolizie przy zmieszaniu z wodą. Najlepszy sposób odkażania polega na zanurzaniu ubrania w roztworze następującym:

	procent
Czerwony olej turecki	5
Dwuwęglan sodowy	4
albo	
Zwykłe mydło do prania	5
Woda	100

Ubrania pozostawia się w tych roztworach w ciągu godziny przy 20°C., lub w ciągu 15 minut przy 80°C., potem przemywa się dokładnie w zwykłej wodzie i osusza na powietrzu.

Czerwony olej turecki znajduje się w handlu i można go z łatwością dostać, ponieważ jest to olej, zatem rozpuszcza z łatwością iperyt, a ponieważ jest sulfonowany, rozpuszcza się również w wodzie, w której się rozkłada iperyt. Odkażać można tym sposobem, bez obawy uszkodzenia, każde ubranie, sporządzone czy to z wełny, czy też bawełny lub skóry.

Jeżeli nie można zastosować żadnego z tych sposobów, trzeba będzie prawdopodobnie spalić silnie zanieczyszczone ubranie.

Dla zobojętniania iperytu na ubraniach zanieczyszczonych, w stopniu mniej znacznym można używać chloru. Ludzie wchodzą w maskach do komory zawierającej jedną część chloru na 1000 części powietrza (2.86 mgm. na litr), a po opuszczeniu przez nich komory, należy zdjąć z nich ubranie i wyprać, a ludzi wykąpać i świeżo przyodziać. Jest to sposób używany w łaźniach przenośnych.

Łaźnie przenośne. Łaźnie takie uważa się obecnie za konieczne wyposażenie polowe. Każda dywizja ma dwie takie łaźnie, pozostające pod kierownictwem nacz. lekarza dywizji, który kieruje je tam, gdzie są najbardziej potrzebne.

Łaźnia ruchoma składa się: (1) z samochodu ciężarowego zawierającego wannę przenośną, (2) z wozu o pojemności trzech ton, służącego do przewozu ubrań i rynsztunku, (3) z jednego motocyklu z zapasowym wózkiem dla dowodzącego oficera, (4) i namiotu mającego około 15 m.² rozpiętości.

Na samochodzie znajduje się zbiornik o pojemności 4500 litrów, pompa wirowa służąca do napełniania zbiornika, oraz urządzenia dla nagrzewania wody i wytwarzania pary. Przedział służący do kąpieli wyposażony jest w 24 sitka dla natrysków, z których każde wyrzuca 4 litry wody na minutę. Stanowią one zakończenie sieci półtora calowych rur (3.8 cm.), które ułożone są w trzy oddzielne, niezależne od siebie ramy. Każda taka rama ma 3.5 m. długości i łączy się z wężem prowadzącym do kotła. Urządzenie tych natrysków dokonywa się dzięki przenośnym żelaznym sztabom, wykonanym z dwucalowych rur z przesuwalnemi połączeniami na wysokości 2.5 m. od ziemi.

Próby dowiodły, iż całe to urządzenie można ustawić w ciągu 17 minut od chwili przybycia wozów. Do urządzenia kąpieli natryskowej bez namiotu wystarcza dwie minuty. W przeciągu półtorej minuty można wykąpać 24 ludzi, a jeżeli się ma pod ręką wodę, można wykąpać nieograniczoną liczbę ludzi. Woda zawarta w zbiorniku wystarcza dla 700 ludzi.

Wyposażenie takiej jednostki kąpielowej przewożonej na samochodzie o pojemności 3 ton, składa się z następujących przedmiotów: jednej flagi (błękitnej), czterech siekier, 6 obuchów do siekier, 4 łopat, 6 latarni (z których dwie o błękitnych szkłach), 3 oskardów, 4 noszy z pasami, jednego namiotu szpitalnego, urządzenie dla kąpieli natryskowej o 24 sitkach, dwuch rozpylaczy Vermorela, 2 beczek wapna, 4 małych balonów z tlenem, 4 masek Haldana, worka do wody dla sterylizacji, 4 żelaznych galwanizowanych konwi, jednej skrzyni mydła, zapasu dwuwęglanu sodowego i zapasu ubrań.

Ubranie, w jakie powinna być zaopatrzona łaźnia. Po starannem zbadaniu raportów w Departamencie Odzieży Korpusu Kwatermistrzów stwierdzono, że znaczna ilość odzieży noszonej przez wojska amerykańskie ograniczała się jedynie do kilku wielkości, które można było podzielić na cztery zasadnicze wymiary. Przekonano się również, że nie można było wydawać oddzielnie poszczególnych części ubrania i trzeba je było zgrupować w pewne komplety. Wskutek tego podzielono ubrania wedle ich rozmiarów na grupy następujące: Rozmiar 1 dla żołnierzy mających 165 cm. wzrostu; rozmiar 2 dla tych, co mieli 165 do 170 cm.; rozmiar 3 dla tych, których wzrost wynosił 170 do 175 cm. i rozmiar 4 przy 170 do 180 cm. wzrostu. Wykonano też na wszelki wypadek kilka innych rozmiarów. Komplet ubrania dla pojedyńczego człowieka składał się: z kalesonów, flanelowej koszuli, spodni i bluzy. Wszystko to było złożone ściśle i zapakowane razem w jeden pakunek, dziesięć sztuk takich kompletów składano do płóciennych worków, na ich zewnętrznej stronie oznaczony był wyraźnie rozmiar. Gdy żołnierze zgłaszali się po ubranie, podawali swój wzrost i otrzymywali wzamian pakunek zawierający komplet ubrania. Ten sposób postępowania okazał się zupełnie zadawalniający.

Każda poszczególna łaźnia posiadała na składzie w workach uszczelnionych przeciwgazowych, 500 bluz różnych rozmiarów,

tyleż spodni, koszul, koszulek, kalesonów, oraz 500 owijaczy wełnianych i tyleż ręczników.

Organizacja obsługi łaźni. Personel łaźni składał się z jednego kapitana lub porucznika z Korpusu Lekarskiego, do obowiązków którego należał ogólny nadzór, raporty, rejestracja i sprawozdania; jednego sierżanta I-ej klasy z formacji sanitarnej, który zawiadywał ubraniem i rejestracją; jednego sierżanta sanitarnego, który zawiadywał oddziałem kąpielowym; jednego sierżanta sanitarnego, który pełnił obowiązki głównego palacza i mechanika, 7 żołnierzy, lub też osób cywilnych przydzielonych z formacyji sanitarnych, oraz jednego starszego żołnierza, który był szoferem.

Pododdziały oddziałów kąpielowych. Oddziały kąpielowe dzielą się na następujące pododdziały względnie sekcje:

a. Sekcja odbiorcza, t.j. przyjmująca żołnierzy, którzy mają się wykąpać.
b. Sekcja kąpielowa i natryskowa.
c. Sekcja odzieżowa i ewakuacyjna.

Gdy łaźnia była czynna, postępowano w sposób następujący: poddawano ścisłemu badaniu ludzi, którzy zgłaszali się do kąpieli w celu stwierdzenia, czy nie są oparzeni iperytem. Tych, u których stwierdzano takie objawy, kąpano niezwłocznie i ewakuowano, resztę dzielono na grupki po 24 ludzi, a to w celu zachowania pewnego systemu przy kąpieli. Ludzie wchodzący w skład takiej grupki, składali swą broń, zdejmowali rynsztunek i kładli go na ziemię przed sobą, poczem szli do pudła z wapnem, i dezynfekowali ręce suchem wapnem, ten sam sposób stosowano dla dezynfekcji ich obuwia. Następnie zdejmowali bluzy, które oddawali i stosownie do udzielonych wskazówek, kierowali się do pierwszego przedziału (w namiocie), tam zajmowali miejsca naprzeciw numerów oznaczonych na płótnie, tutaj ich pouczano, w jaki sposób mają się kąpać. Przed wejściem do namiotu zanurzano hełmy w celu odkażenia ich, w zbiornikach zawierających wodę wapienną.

Sposób rozbierania się. Rozbierano się w sposób następujący:

a. Zawieszano hełmy nad numerem znajdującym się na płótnie namiotu i używano go dla pomieszczenia w niem cennych przedmiotów, biżuterji i t. p.

b. Następnie zdejmowano koszule flanelowe i oddawano je, stosownie do otrzymanych wskazówek.

c. Poczem zdejmowano obuwie i skarpetki, dołączając je do reszty ubrania.

d. W dalszym ciągu zdejmowano ubranie, spodnie i pomieszczano je w odpowiednim miejscu.

W czasie rozbierania się niewolno było usiąść, lecz trzeba było stać cały czas, a to w celu uniknięcia możliwości zakażenia iperytem miejsc, na których miano się ubierać następnie.

Gdy już wszyscy żołnierze danej grupy byli rozebrani, a odzież i rynsztunek złożone na właściwe miejsce, ustawiali się oni w kolumnę i szli do oddziału kąpielowego, gdzie zajmowali miejsca pod natryskami. Przed puszczeniem wody żołnierze nacierali się płynnym mydłem. Na dany znak puszczano wodę w ciągu 15 sekund dla zwilżenia ciała. Jeżeli czas pozwalał, wolno było ludziom szorować i nacierać ciało w ciągu $^3/_4$ minuty, poczem puszczano znów wodę w ciągu 30 sekund. Po kąpieli rozdawano czyste ręczniki, które po użyciu składano w oznaczonem miejscu. Następnie przemywano oczy, nos i gardło roztworem 5% dwuwęglanu sodowego, poczem żołnierze szli do magazynu, gdzie otrzymywali świeżą odzież, wracali na miejsca i tutaj szybko ubierali się, przedtem jednak podlegali raz jeszcze oględzinom lekarskim, ze względu na możliwe objawy oparzenia iperytowego. Żołnierzy, u których stwierdzono objawy oparzenia, odsyłano natychmiast do szpitali. Po ubraniu się, żołnierze powracali do swych oddziałów.

Dla uniknięcia straty czasu, grupki złożone z 24 ludzi oczekiwały swej kolejki, gotowe do natychmiastowego zajęcia opróżnionych miejsc w łaźni.

Te ruchome łaźnie były oznaczone we dnie błękitną chorągwią, a w nocy oznaczano je błękitną latarnią.

PRZECHOWYWANIE ZAPASÓW.

Wiele zapasów ulega zniszczeniu wskutek działania gazów. Niektóre gazy przeżerają metale, a karabiny maszynowe, które były objęte falą fosgenu lub chloru mogą stać się bezużytecznemi, gdyż gazy te niszczą ich poszczególne części. a zwłaszcza amunicję. Narzędzia chirurgiczne i metalowe części przyrządów lekarskich, mogą ulec poważnemu uszkodzeniu. Większość

środków bojowych chemicznych jest również powodem zepsucia środków spożywczych i wody.

Należy wszelkie takie zapasy, o ile to tylko jest możliwe, umieszczać w czasie ataków gazowych w uszczelnionych magazynach i składach.

Przyrządy będące w stałym użyciu, takie jak narzędzia chirurgiczne, należy po użyciu starannie naoliwić i przechowywać w specjalnie uszczelnionych pudełkach. Do tego celu mogą służyć pudła posiadające dopasowaną pokrywę, wysłane papierem smolistym, lub ceratą. Narzędzia zawarte w workach powinny być dokładnie zawinięte w papier woskowany. Wszelkie przyrządy, które nie były zabezpieczone w ten sposób, należy niezwłocznie po ataku przemyć i naoliwić. Jeżeli przyrządy te zostały zanieczyszczone iperytem, należy przy oczyszczaniu ich nałożyć zabezpieczające rękawice, a wszystkie gałgany użyte dla czyszczenia spalić na odkrytem powietrzu, lub zakopać.

Środki spożywcze można przechowywać w takich samych pudłach uszczelnionych, muszą one być odpowiednio wysłane wewnątrz i pokryte ceratą. W nagłej potrzebie można używać zapasów, które były wystawione na działanie gazu, po odkrojeniu ich części zewnętrznej. Jednakże zawsze będzie bezpieczniej zniszczyć takie zanieczyszczone zapasy, a zwłaszcza odnosi się to do wody. Należy ostrzec żołnierzy, by bezwarunkowo nie używali wody zanieczyszczonej gazem, ani do mycia, ani do picia. Wielu żołnierzy uległo oparzeniu, kąpiąc się w lejach powstałych od pocisków, w których woda zatruta była iperytem, a iperyt, zarówno jak wszelkie związki arsenowe, takie jak D. A. i D. M. przyjęte do wewnątrz są bezwzględnie trujące.

INSTRUKCJA OBRONY GAZOWEJ.

Rozkazy, dotyczące obrony gazowej, powinny obejmować wszelkie środki obrony.

Przy ustalaniu instrukcji obrony gazowej powinno się uwzględniać następujące punkty w przytoczonej kolejności.

1. Wszyscy oficerowie dowodzący oddziałami są odpowiedzialni za wyszkolenie swych oddziałów w sposobach obrony gazowej, utrzymywaniu przyrządów zabezpieczających w doskonałym stanie, oraz przedsiębraniu odpowiednich środków obrony przed i w czasie ataku gazowego.

2. Wyznaczenie oficerów i podoficerów gazowych wraz ze zwolnieniem ich od pełnienia innych obowiązków.

3. Wyszczególnienie czasu i rodzaju wyszkolenia w obronie przeciwgazowej.

4. Wyznaczenie strefy, w obrębie której mają być zastosowane wszelkie środki zabezpieczające. Odnosi się to do strefy niebezpiecznej. Strefa ta może obejmować całe pole akcji wojennej ze względu na działanie floty powietrznej.

5. Każdy obowiązany jest do noszenia maski w obrębie strefy niebezpiecznej każdego czasu.

6. Konieczne są częste i regularne inspekcje materjału służącego dla obrony.

7. Koniecznem jest ustawienie odpowiedniej ilości posterunków, których obowiązkiem jest czuwać zwłaszcza nad śpiącemi żołnierzami.

8. Należy określić obowiązki oficerów, sierżantów i wartowników.

9. Jeżeli tylko oddziały spodziewają się, że będą zajmować jakąkolwiek pozycję dłużej, niż 12 godzin, oficerowie dowodzący oddziałami powini przygotować plan obrony gazowej.

10. Powinny istnieć wskazania dotyczące indywidualnego zachowania się w czasie ataku gazowego. Wskazówki takie powinny obejmować dopasowanie maski, szerzenie alarmu, budzenie śpiących, uszczelnienie drzwi uszczelniających, gaszenie ogni, zaniechanie wszelkich niekoniecznych ruchów, i t. p.

11. Winno być wzbronione zdejmowanie po ataku masek bez upoważnienia oficera lub sierżanta.

12. Koniecznem jest ustawianie posterunków dokoła zatrutej przestrzeni terenu.

13. Wyznaczenie specjalnej organizacji dla niszczenia iperytu, lub innych czynników chemicznych.

14. Określenie zadań inspekcji, oraz zabiegów, jakie należy przedsięwziąć około przyrządów metalowych po ataku gazowym.

15. Środki spożywcze i woda, które były wystawione na działanie gazu, powinny być bezwzględnie niszczone, mogą one być użyte po odpowiedniem odkażeniu jedynie tylko wówczas, gdy zmusza do tego konieczność.

Sposób postępowania przed, w czasie i po ataku. Oficer gazowy danego oddziału musi obmyśleć plan postępowania na wypadek ataku gazowego i zawiadomić o niem swego najbliż-

szego zwierzchnika. Z chwilą gdy oddział jego przechodzi na odcinek znajdujący się na polu walki, musi on zbadać starannie teren, oraz warunki ogólne i udzielić wskazówek co do najlepszego rozlokowania się. Ustala się następnie położenie i rozległość terenów zagazowanych leżących w pobliżu, oraz bada się wszystkie drogi, mosty i tereny, przez które przejść musi dany oddział. Wtedy ustawia się warty i przyrządy służące dla obrony.

Zgodnie z powyższemi instrukcjami, jak tylko zostanie ustalone, iż rozpoczął się atak gazowy, daje się odpowiednie sygnały i wykonywuje wszystkie zwykłe w takich wypadkach czynności. Oficerowie gazowi danego oddziału określają z możliwie największą szybkością rodzaj i rozmiar ataku i wprowadzają w czyn plany obrony, lub też przeprowadzają oddział na wpierw obrane miejsce, jeżeli tego zachodzi potrzeba. Jeżeli użyty zostaje gaz typu fosgenu, wszelkie niepotrzebne ruchy powinny niezwłocznie ustać, a wojska pozostające w bezpośrednim zetknięciu z nieprzyjacielem, powinny przygotować się do odparcia napadu. Organizacje sanitarne, znajdujące się na tyłach, powinny korzystać ze schronów gazowych, o ile takie są do rozporządzenia. Jeżeli nieprzyjaciel używa gazu trwałego, typu iperytu, należy, o ile to jest możliwe, cofnąć oddział sanitarny do miejscowości wolnej od gazów, ponieważ można z góry przewidzieć, iż zajdą luźne wypadki zatrucia spowodowane dłuższym przebywaniem w terenie zagazowanym. Jeżeli to nie jest możliwe, należy zastosować opisane wyżej środki ostrożności. Zatrutych usuwa się z terenu zagazowanego o ile można najszybciej.

Po ataku gazowym najważniejszą rzeczą będzie upewnienie się, że wszystko jest gotowe do drugiego ataku. Zaskoczenie oddziałów, które tylko co uległy atakowi gazowemu jest najłatwiejsze, ponieważ skłonne są one przypuszczać, iż tym razem niebezpieczeństwo już minęło. Oficerowie gazowi oddziału badają atak, oceniając zamiary nieprzyjaciela i określając ilość nieszczęśliwych wypadków. Muszą oni podać raport dotyczący stanu dyscypliny gazowej w ich oddziale, a o ile by zauważyli, iż wypadki zatrucia wydarzyły się wskutek wadliwych przyrządów, lub niedostatecznej dyscypliny, powinni niezwłocznie temu zaradzić. Powinni oni określić położenie i rozległość zatrutych terenów i wystawić dokoła miejsc tych

wartę, by zapobiec zajmowaniu tych terenów. Należy usunąć wszystek materjał pozostały po ataku, jako to: pociski przeciekające, lub takie, które nie wybuchły; grunt dokoła ważniejszych posterunków odkaża się w sposób odpowiedni, a środki żywnościowe i wodę poddaje się badaniom i niszczy się lub odkaża.

Pomimo tego, że naszkicowany tu sposób postępowania zdaje się być nader prosty, to jednak praktyka wykazała w czasie ostatniej wojny, że większość wypadków zatrucia powstawała wskutek nieświadomości, lub rozmyślnego przekroczenia tych instrukcyj. Oficerowie sanitarni powinni zwracać specjalną uwagę na swe oddziały, by nie postępowały one w ten sposób.

Głównem zadaniem oficera-lekarza w czasie kampanji, jest zachowanie możliwie jaknajwiększej ilości czynnych żołnierzy na froncie. W tym duchu wydaje on rozporządzenia dotyczące kwestyj sanitarnych, jako też karności gazowej; to też będzie to dla niego ciężkim ciosem, jeżeli jego własny oddział nie wypełni jego instrukcyj.

ROZDZIAŁ XIV.

Polowa organizacja służby sanitarnej, leczenia i transport zagazowanych.

Chemicznych środków bojowych używa się na wojnie w celu:

1. Wywoływania zatruć.
2. Niepokojenia i osłabiania ducha wojsk nieprzyjacielskich.
3. Uniemożliwienia przebywania na ufortyfikowanych pozycjach.
4. Dla zamaskowania ruchów i wprowadzenia wbłąd nieprzyjaciela.
5. Dla uszkodzenia materjału i zapasów wojsk nieprzyjacielskich.

Z punktu widzenia lekarskiego zaskoczenie atakiem gazowym jest najważniejszym momentem powodzenia tych działań. Tak więc można czasem użyć dymu dla zamaskowania ruchów swej piechoty, w innych znowu wypadkach dla symulowania ataku, wskutek czego nieprzyjaciel narażony jest na bezcelowe wystrzelanie amunicji i sprowadzenie rezerw do pozornie zagrożonego odcinka, co znowu z kolei osłabi inne punkty danej linji bojowej. Dym może również być użyty dla zamaskowania istotnego ataku gazowego. Jeżeli będziemy wciąż umiejętnie urozmaicać stosowanie tych różnorodnych czynników wojny chemicznej, nieprzyjaciel będzie musiał wciąż odgadywać zamiary nasze i wprowadzimy do szeregów jego zamieszanie. Jeżeli nieprzyjaciel zechce zastosować względem nas czynniki wojny chemicznej, użyje niewątpliwie tejże samej taktyki. Wobec tych przesłanek niema potrzeby dalszego dowodzenia, że personel sanitarny musi być wciąż przygotowany do takich nagłych ataków gazowych, jak też do leczenia rannych i zatrutych przez gazy.

ORGANIZACJA LEKARSKA DLA LECZENIA ZATRUTYCH GAZAMI.

Dokładne określenie organizacji personelu sanitarnego, przydzielonego do punktów opatrunkowych, których zadaniem jest nieść pomoc zatrutym gazami, jest rzeczą niemożliwą. Organizacja ta musi być bardzo elastyczna, ponieważ często się zdarza, że niema zupełnie wypadków zatrucia gazami, a w innym znowu wypadku może ich być znaczna liczba. Jasnem jest, że każdy lekarz czy to znajdujący się w strefie działań wojennych, czy to na linjach komunikacyjnych, lub w oddziałach bazy operacyjnej, może znaleźć się w każdej chwili wobec konieczności leczenia zatrutych. Każdy oficer i żołnierz służby sanitarnej, powinien posiadać dokładną znajomość ostatnich zdobyczy na polu leczenia zagazowanych. Wiedza ta jest równie nieodzowna dla lekarzy, jak umiejętność odpowiedniego leczenia ran i złamań. Umiejętność niesienia pierwszej pomocy w wypadkach zatrucia gazem, będzie o wiele bardziej potrzebna dla personelu sanitarnego, niż umiejętność leczenia krwiotoków tętnicowych, które zdarzają się względnie rzadko.

Wedle rozważanego obecnie projektu organizacji, wszystkie posterunki sanitarne zostaną zaopatrzone w specjalne wyposażenie dla leczenia zatrutych gazem, dodatkowy zaś personel sanitarny wysyłany będzie do tych jednostek sanitarnych w razie potrzeby.

Organizacja ta obejmować będzie następujące posterunki sanitarne:

1. Punkty sanitarne przy bataljonach i pułkach
2. Stacje zborne
3. Kompanje ambulansowe
4. Główne szpitale
5. Szpitale ewakuacyjne
6. Szpitale ogólne.

POSTERUNKI OBRONY PRZECIWGAZOWEJ PRZY BATALJONACH I PUŁKACH W POLU.

Zależnie od okoliczności, posterunki obrony przeciwgazowej znajdować się będą w polu w łączności z oddziałami Broni Chemicznej, a wielkość tych oddziałów zależeć będzie od wymagań chwili.

Bataljonowe i pułkowe posterunki obrony przeciwgazowej zasadniczo powinny się znajdować w polu tuż przy bataljonach lub pułkach do których należą, narówni z wszystkiemi innemi punktami służb, należących do tych oddziałów.

Powinny one być, w miarę potrzeby, zabezpieczone przeciw atakom gazowym.

Pomoc, jakiej można udzielić na tych posterunkach obrony przeciwgazowej, żołnierzom zatrutym gazami bojowymi, ogranicza się do zabiegów i czynności, opisanych powyżej, które można streścić w następujący sposób:

1. Pomoc zatrutym gazami drażniącemi płuca:

Tym należy jaknajszybciej zdjąć rynsztunek i rozluźnić odzież, poczem należy ich owinąć kocem i ułożyć w pozycji horyzontalnej, a jeżeli istnieje możność ewakuacji ciężej zatrutych, należy natychmiast transportować ich w pozycji leżącej. Ewakuacja musi być możliwie najszybsza, by chorzy tacy mogli znaleźć się w szpitalu, w którym można by zastosować odpowiedni sposób leczenia, zanim wystąpią pierwsze objawy obrzęku płuc. Wypadki wątpliwe lub też mniej zatrutych można odesłać pieszo na tyły do stacji zbornej.

W związku z tem cośmy powiedzieli powyżej, przytaczamy tu ustęp wyjęty z Oficjalna Historja Wojny, Londyn, 1923, str. 321.

W wypadkach ciężkiego zatrucia gazem (gazy drażniące płuca), transport wszelkiego rodzaju jest szkodliwy, ponieważ wymaga on zawsze pewnego rodzaju wysiłku fizycznego. Z drugiej strony, wybór czasu dla przewozu zależy częstokroć od względów natury wojskowej, los zaś zatrutego zależy znowu od odpowiedniego leczenia, a przedewszystkiem od umiejętnego pielęgnowania, którem można otoczyć chorego w oddziałach stałego szpitala dla zatrutych gazami. Należy zatem dołożyć wszelkich starań, by chory taki został przewieziony w ciągu godziny lub dwuch od chwili zatrucia, ze schronu sanitarnego do szpitala dla zatrutych gazami, i nieraz należy wtedy szybko rozstrzygnąć, co może stanowić większe niebezpieczeństwo dla niego: transport czy też brak odpowiedniej pielęgnacji.

2. Jeżeli nieprzyjaciel użył środków parzących, wtedy na punkcie bataljonowym należy usunąć te części ubrania, które zostały obryzgane iperytem lub luizytem. Usuwanie całkowitej odzieży na tej stacji, byłoby wielce niepraktyczne, ponieważ, wtedy należałoby tych oparzonych przenosić, podczas gdy oni mogą prawie zawsze pójść pieszo do stacji zbornej. Części ciała,

obryzgane iperytem, należy obmyć naftą, lub roztworem chlorku wapnia, jak to opisaliśmy poprzednio. Oczy, nos i gardło należy przemyć 2% roztworem dwuwęglanu.

Jeżeli znajdą się oparzeni luizytem, wtedy do opatrunków i zmywań trzeba użyć 5% roztworu wodorotlenku sodowego lub też pasty wodzianu żelazowego, jak to poprzednio opisaliśmy. Trzeba pamiętać, że pacjenci oparzeni iperytem, lub innym podobnym środkiem parzącym, nie powinni korzystać z takiego transportu na tyły jak ciężko ranni, lub też zatruci środkami drażniącemi płuca. Objawy zatrucia iperytem zaczynają rozwijać się dopiero po upływie około 24 godzin, toteż ludzie ci zdolni są udać się pieszo na stacje zborne, lub nawet do głównego szpitala. Jest to o tyle konieczne, o ile środki przewozowe są niezbędnie potrzebne dla innych chorych. Oparzeni iperytem nie powinni być przewożeni na noszach.

Z drugiej strony, gdyby wszystkie wypadki zatrucia spowodowane były działaniem iperytu, jak się to łatwo może wydarzyć, wtedy należy użyć wozów sanitarnych dla szybkiego dostawienia chorych do najbliższych, odpowiednio uposażonych posterunków sanitarnych, gdzie można by było ich wykąpać i przebrać w czystą odzież. A można to uskutecznić na stacjach zbornych, jak również w głównych szpitalach.

Należy tu wspomnieć, że istnieje powszechnie przyjęte prawidło, wymagające, aby z chwilą gdy lekarze wojskowi i personel sanitarny pomocniczy jest zmuszony do noszenia masek, pacjenci byli również zmuszeni do noszenia ich zanim niebezpieczeństwo nie minie. Gdy personel lekarski zdejmuje maski, mogą to samo uczynić i chorzy.

Zapasy potrzebne dla posterunków Obrony Przeciwgazowej w polu.

Uszczelnione namioty?	
Zapasowe koce	
Nafta — w półlitrowych blaszankach Chlorek wapnia Dwuwęglan sodowy	dla usuwania iperytu
Wodorotlenek sodowy Tubki zawierające pastę wodorotlenku żelazowego	pierwsza pomoc przy oparzeniach leozytowych
Morfina Kwas pikrynowy Alkohol	dla leczenia oparzeń

Gaza i wata, Oliwa, Dwuchloramina „T", Chlorkosan } Oparzenia iperytowe i inne

Amoniak, Chloroform, Eter } Mieszanina dla wdychania przy dymach trujących

Alkohol

Tabletki chlorku-emetyny dla injekcyj podskórnych

Roztwór ureazy?

Strzykawki dla injekcyj podskórnych.

STACJE ZBORNE CHORYCH I ZATRUTYCH GAZAMI.

Stacje zborne urządza się zazwyczaj w odległości 2 do 4 km. od linji czołowej, ale warunki terenu, ogień, oraz inne okoliczności mogą sprawić, że trzeba je będzie umieścić jeszcze dalej na tyłach. A zatem stacje zborne znajdują się jeszcze w promieniu działania czynników chemicznych i powinny być zaopatrzone w wyposażenie ubezpieczające przeciw gazowi. Przy urządzaniu ich należy unikać dolin, ponieważ gaz wypełnia je zazwyczaj, powinny znajdować się one na zboczach pagórków, gdzie będą przynajmniej częściowo zabezpieczone zarówno od ognia, jak i od gazu.

Posterunki obrony przeciwgazowej rozlokowuje się zwykle przy stacjach zbornych chorych, w czasie nieprzyjacielskich ataków gazowych. Do tych posterunków można przydzielić dodatkowy personel dobrze wyszkolony w obronie przeciwgazowej z oddziałów Służby Sanitarnej, znajdujących się w rezerwie.

Posterunek Obrony Przeciwgazowej stacji zbornych można podzielić na następujące odziały:

1. Oddział przyjęć
2. Oddział kąpielowy
3. Oddział dla lekko zagazowanych
4. Oddział dla ciężko zagazowanych
5. Oddział obserwacyjny
6. Oddział transportujący.

1. Oddział przyjęć. Tutaj rozpoznaje się rodzaj zatrucia i segreguje się chorych, o ile tego nie zrobiono przedtem. W oczekiwaniu, że pewna ilość żołnierzy będzie usiłowała zbiec z frontu pod pozorem zatrucia gazem, należy dołożyć usilnych starań w celu odróżnienia tych ludzi, którzy od gazu

nie ucierpieli i natychmiast odesłać ich na front. Jeżeli zachodzą jakiekolwiek wątpliwości pod tym względem czy dany żołnierz jest zatrutym, odsyła się go z oddziału przyjęć na oddział obserwacyjny. Tych, którzy zostali zatruci tylko w lekkim stopniu, umieszcza się na oddziale dla lekko zatrutych. W ten sposób służba sanitarna wypełnia najważniejsze swe zadanie na wojnie t. j. utrzymanie sprawności bojowej armji będącej na froncie i zarazem zapobiega przepełnieniu szpitali i posterunków sanitarnych zdrowymi, lub tylko zlekka zatrutymi, lub rannymi żołnierzami.

2. Oddział kąpielowy. Ruchome oddziały kąpielowe powinny wchodzić w skład stacji zbornej. Tutaj ludzie, którzy podlegli działaniu iperytu, lub innych gazów parzących, powini otrzymywać kąpiel, lub świeżą odzież. Oczy, nos i usta ich należy dokładnie przemyć. Takich chorych należy następnie przesłać na oddział transportów.

3. Oddział dla zatrutych gazami w lekkim stopniu. Tutaj na lekkie oparzenia iperytowe nakłada się opatrunek dwuchloraminy - T w chlorkosanie, poczem chorzy tacy mogą zostać odesłani na oddział transportowy.

Chorych zatrutych gazami drażniącemi płuca, okrywa się tu ciepło i umieszcza w zacisznej i ciepłej ubikacji, gdzie mogliby oni leżeć spokojnie. Można im podać gorącej kawy lub zupy. W cięższych wypadkach, o ileby zaszła tego potrzeba, można wstrzyknąć dożylnie roztwór glukozy. Taki sposób leczenia opóźnia niewątpliwie wystąpienie obrzęku płucnego. Nie ma potrzeby stosowania dalszego leczenia, lecz wszyscy tacy chorzy powinni pozostawać pod stałą opieką lekarską, w obawie pojawienia się objawów rozpoczynającego się obrzęku płucnego, t. j. duszności, sinicy, szybiego a słabego tętna i t. p. Jeżeli pojawią się takie objawy, należy niezwłocznie zastosować dożylne injekcje roztworu glukozy.

4. Oddział dla ciężko zatrutych gazami. Na tym oddziale spotkamy się zapewne z nielicznemi, tylko poważniejszemi oparzeniami iperytowemi, a to dlatego, że do rozwoju poważniejszych oparzeń iperytowych potrzeba conajmniej 24 godzin czasu. Wszystkich zatrutych iperytem należy najpierw, o ile można najprędzej wykąpać, poczem nałożyć opatrunki, tam, gdzie zachodzi tego potrzeba, co uskutecznia się na innych oddziałach stacji zbornej. Tych ludzi odsyła się następnie pie-

szo do głównego szpitala, lub, jeżeli wozy sanitarne są wolne, odwozi się ich tamże, albo jeszcze dalej do jakiegokolwiek szpitala ewakuacyjnego, gdzie łatwiej o odpowiednią opiekę i środki ratownicze na wypadek, gdyby się miały rozwinąć cięższe oparzenia. Pozatem w oddziale przeznaczonym dla ciężej zatrutych umieszcza się głównie tych, którzy ulegli zatruciu gazami drażniącemi płuca i u których rozpoczął się już w pewnym stopniu obrzęk płucny. Po za zupełnym spokojem i ciepłem, jakiego potrzebują tacy pacjenci, należy zastosować jeszcze inne środki w celu uratowania ich życia. Do środków takich zaliczają się injekcje dożylne glukozy, lub jeżeli braknie czasu na zastosowanie takiego leczenia, puszczenie krwi w wypadkach sinicy, oraz w wypadkach szarej sinicy injekcje dożylne środków pobudzających działanie serca, oraz podawanie tlenu w obu wypadkach. Chorzy, u których działalność serca jest słaba, lub występuje silna sinica, źle znoszą transport, to też należy ich zatrzymać na miejscu, dopóki ich stan nie poprawi się, lub nie nastąpi śmierć. Tych chorych, dla których transport nie przedstawia niebezpieczeństwa, odsyła się na oddział transportowy, dla szybszego przewiezienia ich do szpitali.

5. Oddział obserwacyjny. Oddział ten stworzony został głównie dla określenia, czy dany chory uległ istotnie zatruciu, czy też nie. Wszyscy ci żołnierze, u których po upływie 24 godzin nie dają się spostrzec żadne objawy zagazowania, mogą być odesłani na front. Jeżeli jednak została stwierdzona na froncie obecność iperytu, należy chorych takich odesłać na oddział dla lżej zatrutych. Gdyby po upływie 24 godzin powstały nieznaczne oparzenia, należy chorym nałożyć opatrunek i zależnie od okoliczności, albo zatrzymać ich na miejscu, lub też odesłać na front. Nie można pozwolić, by szpitale główne i linje komunikacyjne zostały przepełnione choremi, których oparzenia nie wymagają dłuższego leczenia, ani opieki lekarskiej.

6. Oddział transportowy. Oddział ten odsyła chorych przeniesionych z innych oddziałów, do szpitali polowych zapomocą kolumn transportowych. Dla decyzji, którzy chorzy naprzód powinni być odesłani, potrzebny jest duży zasób doświadczenia, by móc odesłać najpierw tych chorych, których stan wymaga natychmiastowego leczenia szpitalnego.

Najpierw powinni być ewakuowani tacy chorzy, którzy

przebywali bez maski w atmosferze zatrutej iperytem, lub którzy ulegli silnym oparzeniom iperytowym, czy też luizytowym, oraz ci, u których rozwija się obrzęk płucny, lecz którzy mogą być jeszcze przewożeni. Chorzy, którzy powinni być ewakuowani najpierw, powinni mieć odpowiednią adnotację na karcie choroby, podobnie i ci, którym trzeba podawać tlen na stacji zbornej i w czasie transportu, powinni mieć odpowiednie dopisy na karcie szpitalnej.

Wyposażenie Posterunku Obrony Przeciwgazowej przy stacji zbornej.

Namioty dla ciężko zatrutych
Koce i dodatkowe ubrania
Łaźnie ruchome
Dwuchloramina - T
Chlorkosan
Dwuwęglan sodowy
Chlorek wapnia
Alkohol
Nafta
Chlorek emetyny
Sodo-będźwian kofeiny w tabletkach dla podskórnych injekcyj
Tabletki digitaliny
Kolby o pojemności 300 c. sz. zawierające wyjałowiony roztwór glukozy
Strzykawki dające się wyjaławiać o pojemności 2 — 5 c. sz.
Pudło z narzędziami dla puszczania krwi i drobniejszych operacji
Strzykawki o pojemności 20 c. sz. zaopatrzone w kraniki rozdzielcze lub irygatory dla dożylnych injekcji glukozy
Przenośny aparat tlenowy.

STACJE (AMBULANSOWE) TRANSPORTOWE.

Stacje transportowe są to organizacje, mające na celu administrację i kontrolę kompanji transportowych. Jedna kompanja transportowa rozlokowuje się zazwyczaj w pobliżu stacji zbornej. Takiej kompanji transportowej porucza się zazwyczaj obowiązek możliwie najszybszego przewozu chorych z oddziału wysyłającego stacji zbornej do głównego szpitala. Wszystkie kompanje transportowe, działające w rejonie, gdzie się prowadzi wojnę chemiczną, powinny być obeznane z pielęgnowaniem zagazowanych. Oparzenia iperytowe nie nadają się do leczenia w czasie transportu. Takie jednostki transportowe w dodatku do innego wyposażenia powinny mieć większy

zapas koców, oraz środków pobudzających działalność serca, powinny one również posiadać odpowiednie przyrządy dla podawania tlenu chorym, u których rozwija się obrzęk płucny. Każdy wóz powinien posiadać tyle balonów z tlenem wraz z odpowiednią częścią twarzową (aparat Haldana) ilu chorych może przewozić. Jeżeli się nie ma pod ręką masek, można podawać tlen zapomocą małego kateteru gumowego, połączonego z zaworem balonu, koniec kateteru wsuwa się do nozdrży pacjenta i przepuszcza się gaz. Nie jest to najlepszy sposób podawania tlenu w porównaniu do używanej w tym celu odpowiednio urządzonej maski, lecz lepiej podawać go w ten sposób, niż nie podawać go wcale. Musimy tu nadmienić, iż proponowano używanie dla przewozu chorych opancerzonych tanków. Taki opancerzony tank największego rozmiaru, może, jeżeli zdejmiemy z niego wszelkie urządzenia bojowe, pomieścić 30 chorych, z których 8-iu może leżeć na noszach. Taki tank może się posuwać po najgorszym terenie, a po równej powierzchni posuwa się z szybkością 20 km. na godzinę. Można również z łatwością uszczelnić od gazu taki tank, ponieważ można go izolować prawie zupełnie od powietrza przy pomocy bardzo prostego urządzenia, mianowicie maleńkiej pompki powietrznej, która utrzymuje nieznaczne ciśnienie dodatnie wewnątrz tanku. Powietrze zewnętrzne przesącza się przez nieco przekształcony pochłaniacz maski.

Tanki takie mogłyby udawać się wprost do bataljonowych punktów ratunkowych, zbierać ciężko rannych lub zagazowanych i przewozić ich do stacyj zbornych, lub nawet wprost do szpitali głównych. Nawet wtenczas, gdy szpital główny znajduje się o 10 km. od linji bojowej, tank taki zużywałby dla przejazdu tam i z powrotem godzinę, podczas gdy chorzy przenoszeni na noszach z linji frontu do stacji zbornej, lub przewożeni stamtąd do szpitala głównego zapomocą wozu, przybywaliby tam o wiele godzin później.

Tank taki posuwa się po drodze z taką szybkością jak wóz, ale może również przebywać tereny przez które wóz nie przejdzie. Cena takiego tanku nie jest również bardzo wysoką. Wóz ambulansowy takiego typu kosztowałby mniej więcej 50.000 dolarów, t. j. mniej więcej dwa razy tyle co aeroplan Martina służący do rzucania bomb.

SZPITAL POLOWY.

Oddziały rozdzielcze szpitali głównych mają wielkie znaczenie, ponieważ tu właśnie klasyfikuje się ostatecznie chorych. Oddziały rozdzielcze znajdują się zazwyczaj przy wejściu do szpitala, znajdującego się około 6 do 12 km. poza linją ognia i zazwyczaj zdala od strefy działania gazu. Wiemy jednakże, że pociski napełnione iperytem, lub innym gazem bojowym, mogą padać i na tę odległość, a ataki gazowe falowe przenikały nieraz na 20 km. wgłąb.

Czynności szpitali polowych były następujące:

1. *Stacja rozdzielcza.* Żołnierze, którzy nie ulegli zatruciu, lub też ci, którzy zostali zatruci tylko w lekkim stopniu, a przedostali się tu wypadkiem ze stacji zbornej, powinni być starannie zbadani i zatrzymani w szpitalu, aż do postawienia djagnozy decydującej. Wszelkie wątpliwości mogą być rozstrzygnięte po upływie 24 do 48 godzin od chwili zatrucia. Wtedy należy zdrowych odesłać na front, a istotnie zagazowanych umieścić na odpowiednich oddziałach szpitalnych dla dalszego leczenia. Wszystkich tych chorych, u których po przybyciu dają się zauważyć wyraźne objawy zatrucia, umieszcza się niezwłocznie na salach, gdzie można przystąpić do odpowiedniego leczenia.

2. *Kąpiel.* Oddział przyjmujący transporty chorych powinien być zaopatrzony w odpowiedni przyrząd dla natrysków, ponieważ wszyscy zatruci iperytem muszą wziąć kąpiel. Jest to nieraz pierwsze miejsce, na którem oparzeni iperytem mogą wykąpać się, ponieważ wzięcie kąpieli na stacjach zbornych jest możliwe jedynie przy niezwykle sprzyjających okolicznościach. Z zakładem kąpielowym powinna być połączona stacja dla odkażania, wraz z przyrządami służącemi do usuwania iperytu, oraz innych podobnych związków z odzieży i ekwipunku.

3. *W szpitalach polowych* powinny się znajdować osobne sale dla leczenia różnego rodzaju zatruć gazowych. Jeżeli chorzy tacy napływają w wielkich ilościach, może zajść nawet potrzeba urządzenia całego szpitala dla specjalnego leczenia zagazowanych. Oparzenia iperytem należy koniecznie umieszczać na sali osobnej. Na innych zaś salach zatrutych z obrzękiem płucnym.

Nie będziemy tu opisywać sposobów leczenia, ponieważ mówiliśmy o tem wyczerpująco w innych rozdziałach. Powstaje tu odrazu pytanie, jak długo mają chorzy tacy przebywać w szpitalach głównych. Szpital taki jest ogólnie uważany, za instytucję ruchomą, to też chorych zatrzymuje się tu tylko na krótko.

W związku z rozmieszczeniem zatrutych mogą być zatem wydane następujące zarządzenia mając na względzie fakt, że wypadki zmieniają okoliczności i, że o ile zarządzenia mają osiągnąć skutek, muszą być wynikiem głębszej rozwagi.

1. Należy starać się usilnie o zatrzymanie w szpitalu polowym wszystkim zatrutych gazami w lekkim stopniu, w nadziei, iż uda się ich wysłać po upływie dni kilku na front.

2. Tych, którzy poważnie ucierpieli od iperytu, należy wysłać na tyły skoro tylko zostaną zaspokojone ich tymczasowe potrzeby. Mogą oni chorować tygodnie i miesiące całe i powinni być odesłani za pośrednictwem szpitala ewakuacyjnego, do ogólnego szpitala, w szpitalu polowym powinni oni dostać pożywienie, napój oraz opatrunek i powinni wypocząć w ciągu nocy, przyczem trzeba nieraz w tym celu uciekać się w pierwszych dniach do morfiny. Przy zatruciach iperytowych, morfina nie jest wcale przeciwwskazaną, nie należy jej jednak bezwarunkowo używać w wypadkach obrzęku płucnego. Iperyt nie wywołuje ostrego obrzęku płucnego.

3. Ci chorzy, u których powstał obrzęk płuc, jako skutek zatrucia fosgenem, lub innemi środkami drażniącemi płuca, muszą być umieszczeni osobno i leczeni na miejscu aż do chwili, gdy kryzys ich choroby przeminie. Chodzi tu w najgorszym razie o 48 godzin. Po upływie tego czasu od chwili zatrucia, chorzy albo umierają, albo też znajdują się na drodze do zupełnego wyzdrowienia. Jednakże w ciągu kilku miesięcy nie będą oni jeszcze mogli powrócić do służby czynnej. Wobec tego po upływie 48 godzin, jak tylko stan tych chorych zaczyna się poprawiać i nie ma już potrzeby podawania im tlenu, można ich przewieźć w pozycji leżącej do stałych szpitali. Po kilku tygodniach spędzonych w szpitalach, można ich odesłać do domu dla ozdrowieńców, gdzie dzięki stopniowo stosowanym ćwiczeniom, oraz innym metodom leczniczym, będą oni wprędce mogli powrócić do zupełnego zdrowia, i stać się zdolnemi do pełnienia służby.

Szpitale ewakuacyjne znajdują się zwykle przy linji kolejowej, w odległości 16—35 km. od frontu. Posiadają one wszelkie urządzenia dla leczenia wszystkich chorych i służą zarazem jako ośrodki, z których ewakuuje się chorych ze strefy działań wojennych, do strefy etapów. Szpitale ewakuacyjne są ruchomemi jednostkami armji.

Szpitale dla ozdrowieńców, położone na tyłach armji, a zarazem w środku terenów zajmowanych przez armję, otrzymują ze szpitali ewakuacyjnych ozdrowieńców, oraz innych chorych, których stan rokuje szybki powrót do zdrowia, a zatem i do służby czynnej. Zadaniem tych szpitali jest leczenie tych chorych w pobliżu frontu, aby oni mogli jaknajprędzej powrócić do służby czynnej. Szpitale wojskowe dla ozdrowieńców, mogą rozwinąć swą działalność tylko w czasie wojny pozycyjnej.

Ewakuacja pacjentów z obrębu armji odbywa się zapomocą pociągów ambulansowych, lub też innego rodzaju środków przewozowych, a także drogą wodną na barkach i statkach, lub też na automobilach, gdy zachodzi tego konieczność (1).

Francuskie dane statystyczne, dotyczące stosunku wypadków zatrucia gazowego podczas wojny światowej.[1]).

Stosunek rannych do zagazowanych w 1918 r.

	Od marca do czerwca	Od kwietnia do maja	Czerwiec	Ostatni tydzień wojny
	Cofające się wojska francuskie	Front stabilizowany	Działania	Wojska francuskie posuwające się w kierunku Belgji
	Procent	*Procent*	*Procent*	*Procent*
Gaz	3,8	40	11, 17, 30	6
Broń	97,92	60	80, 83, 70	94

[1]) Dane wzięte z Chirurga Wojskowego, Grudzień, 1923, str. 591.

WNIOSKI.

Gdy wojska posuwają się naprzód lub cofają się szybko (otwarte działania) wypadki zatrucia gazami zmniejszają się w stosunku do ilości rannych.

Gdy wojska stawiają opór (działania francuskie) ilość wypadków zatrucia gazowego, zwiększa się w stosunku do ilości rannych.

ŹRÓDŁA.

(1) Field Service Regulations, United States Army, 1923.
(2) Chemical warfare and its relation to the medical department. Army Medical Bulletin, August 1, p. 201.

ROZDZIAŁ XV.

Późne następstwa zatruć gazowych.

Istniało ogólne mniemanie, że życie ludzi zatrutych gazami w czasie wojny stawało się bardzo ciężkiem i że to zatrucie czyniło z nich inwalidów, zupełnie niezdolnych do pracy. Czy tak jest w istocie, można się przekonać jedynie po zbadaniu stanu faktycznego. Dla tych badań mamy do rozważania dane dwojakiego rodzaju: Próby oceny obecnego stanu zdrowia ludzi, którzy kiedyś w czasie wojny ulegli zatruciu gazami, przedsięwzięte tak przez amerykańskich, jak cudzoziemskich badaczy, oraz spostrzeżenia, dotyczące ilości wyzdrowień u zwierząt doświadczalnych.

OSTATECZNE DANE STATYSTYCZNE ORAZ OBECNY STAN ZDROWIA ZAGAZOWANYCH.

Cyfry przytaczane w angielskich sprawozdaniach, będą być może najlepiej odpowiadały naszemu celowi, a to dlatego, bo Anglicy mieli znaczną ilość zatrutych, bo otaczali ich jak najtroskliwszą opieką i rozciągnęli nad nimi ścisły nadzór, a wyniki obserwacji perjodycznie ogłaszali. Dane przytoczone poniżej, zaczerpnięte zostały z rozdziału XVII „Oficjalnej Historji Wojny", t. II, Londyn, 1923 r. Tablica niniejsza zawiera całkowitą ilość zatrutych gazem we Francji:.

	Całkowita ilość zagazowanych	Całkowita ilość zgonów
Ataki falami chloru w kwietniu i maju 1915 r. .	7.000*)	350
Ataki falowe w grudniu 1915 r. do sierpnia 1916 r.	4.207	1.013
Pociski gazowe „śmiertelne" od lipca 1916 r. do lipca 1917 r.	8.806	532
Pociski gazowe od lipca 1917 r. do lipca 1918 r. (okres iperytowy)	150.126	4.086
Ataki wykonane zapomocą miotaczy od grudnia 1917 r. do maja 1918 r.	444	81
Razem	180.983	6.062

[1]) Cyfry te podają w przybliżeniu tylko ilość wypadków zatrucia przyjętych do szpitali, wielu zatrutych gazami zmarło na polu walki, lub też dostało się do niewoli.

Z 174.921 zatrutych, którzy pozostali przy życiu, znaczna ilość uległa powtórnemu zatruciu i została ponownie zaliczona do sumy ogólnej, wobec czego cyfrę 150.000, przyjęto jako odpowiadającą całkowitej ilości tych, którzy po zatruciu gazem pozostali przy życiu.

Według informacji, jakich dostarczały Urzędy Rent za okres od sierpnia 1919 r. do sierpnia 1920 r. Wydział Rewizji lekarskich przeprowadził 26.156 badań 22.00 zatrutych gazami. Z tej ilości u 3.136 ludzi nie znaleziono żadnych oznak niezdolności do pracy, tak, że cała ilość pensjonowanych wynosiła 19.000, co wynosiło około 12% całkowitej ilości zatrutych gazem. Z całej liczby inwalidów pobierających renty 2% było wskutek uszkodzenia gazami, 35% wskutek ran, a w 63% wskutek różnych chorób. Jak widzimy, niezdolność do pracy wskutek zatrucia gazem, stanowi tylko bardzo mały odsetek ogólnej ilości inwalidów i można przypuszczać, że reszta tj. 88% ogólnej ilości zatrutych gazem nie była niezdolną do pracy, ponieważ nie starali się oni o pensję.

(Te dane mogą również służyć jako ilustracja, w jaki sposób odnosiła się do udzielania rent inwalidzkich Anglja, a w jaki sposób postępowała Ameryka, która miała ogółem mniej więcej 70.552 zatrutych gazem, a zgłosiło się po rentę 300.000 ludzi, którzy usprawiedliwiali swe zgłoszenie się niezdolnością do pracy wywołaną zatruciami gazowemi).

Lecz jaki był stan zdrowia tych 19.000, którzy otrzymywali rentę? Poniżej przytoczona tablica, przedstawia wyniki badań grupy inwalidów złożonej z 2.416 ludzi, przeprowadzonych w ciągu 4 tygodni września 1920 r.:

Ocena niezdolności do pracy	Ilość wypadków	Całkowity procent
100% niezdolności do pracy	12	0.49
90% „ „ „		
80% „ „ „	3	0.12
70% „ „ „	11	0.45
60% „ „ „	12	0.49
50% „ „ „	39	1.6
40% „ „ „	100	4.3
30% „ „ „	387	16.0
20% „ „ „	840	34.7
Mniej niż 20%	720	29.8
Nieistnieje	286	11.8

Na podstawie powyższego widzimy, że przeciętny stopień niezdolności do pracy,wynosił około 20%. Nieliczni tylko inwalidzi byli niezdolni do pracy w stopniu wyższym. Duszność, wywołaną zapaleniem oskrzeli lub rozedmę, jakoteż i gruźlicę oceniano jako 100% niezdolności do pracy, a liczby te mogą służyć jako dowód, że te ciężkie wypadki trafiały się rzadko i, że niedomagania, na które się uskarżano, wogóle były dosyć nieznaczne.

W marcu 1919 r. sprawdzano papiery 150 inwalidów gazowych. Wypadki te wyodrębniono, jako cięższe od innych i ugrupowano je w sposób następujący:

	Procent
Cierpienia nieorganiczne:	
Neurastenja	30
Ogólne osłabienie	25
Cierpienia płuc:	
Zapalenie oskrzeli, rozedma płuc i t. p.	35
Gruźlica	4.5
Inne choroby:	
Wady serca	4.5
Inne cierpienia	1
	100

W latach 1919 — 1920 ogólna ilość cierpiących na niedomogę serca wśród inwalidów wynosiła 6%, a na gruźlicę płuc 5%. Widzimy zatem, że procent tych dwuch chorób jest taki sam dla zagazowanych jak i dla niezagazowanych.

W artykule swym „Następstwa zatrucia Gazem" ogłoszonym w czasopiśmie „The Lancet" w dniu 21 października 1922 r. na stronie 857, Sandall zanalizował inwalidów w liczbie 83, którzy mieszkali w okolicach Oksfordu, a których Urząd Rent uznał za niezdolnych do pracy wskutek zatrucia gazowego.

Chorzy ci uskarżali się na objawy następujące: 1) Głównym i najbardziej rozpowszechnionym objawem była duszność po każdym wysiłku, stwierdzona w 70 % wypadkach. 2) Stały kaszel i plwocina — objawy te zwiększały się zwykle rankiem, a stan chorych pogarszał się zawsze zimą, chorzy ci stanowili 54%. 3) Ból lub uczucie ucisku w piersiach — 25%. 4) Bicie serca i od czasu do czasu zawroty głowy u 14% chorych. 5) Poranne wymioty lub nudności u 12% chorych. 6) Ból głowy u 9%. 7) Nerwowość, bezsenność, drżenie. brak energji oraz inne objawy neurasteniczne u 70%. 8) Łzawienie, lub ból oczu u 5%.

A objawy fizykalne w wypadkach tych były następujące:

Serce. U 74% nie znaleziono żadnych nienormalności z wyjątkiem przyśpieszonego tętna, o którem będzie mowa później, pod słowem „nie-

normalność", rozumiem objawy rozszerzenia serca, szmery lub zmiany w tonach serca.

W 19 wypadkach, w których serce nie zdawało się być normalne, znaleziono u 18 chorych nieznaczne rozszerzenie serca, uderzenie wierzchołka serca było na linji sutkowej lub w pobliżu jej, a u czterech z pośród tych ludzi wysłuchać było można szmery, jednakże w jednym tylko wypadku skonstatowano istotne rozszerzenie serca, a uderzenie wierzchołka wyczuwało się po za linją sutkową. W pozostałych 7 wypadkach, skonstatowano, pomimo że nie było objawów rozszerzenia serca, u trzech szmery systoliczne na wierzchołku serca, u jednego szmer systoliczny dodatkowy, a u trzech chorych tony serca były słabe i niewyraźne. W sprawie oceny tachycardji zdania są znacznie podzielone, ale jeżeli przyjmiemy, że 100 uderzeń tętna na minutę lub więcej, w stanie spoczynku jest dowodem istnienia przyśpieszenia akcji serca, to przekonamy się, że 45% całej ilości uszkodzonych gazami bojowemi cierpi na przyśpieszenie tętna, chociaż zazwyczaj nie jest ono wyrażone w silnym stopniu. Tylko w 5 przypadkach stwierdzono tachycardje. W jednym z tych wypadków tętno wynosiło 140 uderzeń na minutę w spoczynku, w drugim 150, w trzecim 160, w pozostałych 2 wypadkach 120. Ponadto zanotowano pewne nieregularności w działaniu serca jedynie w trzech wypadkach. U każdego badanego bez względu na istnienie tachykardji przeprowadzano próbę oddziaływania serca na ćwiczenia fizyczne i oddziaływanie serca było zawsze dobre w tych wypadkach, w których nie było tachykardji. W wypadkach rozpoczynającej się tachykardji oddziaływanie serca na ćwiczenie fizyczne było dobre, z wyjątkiem dwuch wypadków, w których było nieszczególne, ale musimy przyznać, że nawet jeżeli w takich przypadkach akcja serca po ćwiczeniu fizycznem jest dobra, to jednak zdolność do pracy człowieka, u którego tętno jest przyśpieszone, jest nieco poniżej normalnej, a stan taki sam przez się jest kalectwem. Na nieszczęście w żadnym z tych wypadków nie badano składu krwi, tak, że nie możemy ustalić, czy zachodziły pod tym względem jakiekolwiek odchylenia od normy.

Płuca. Płuca, przy badaniu fizycznem nie przedstawiały u 53% badanych żadnych zmian fizycznych, pozostałe 26% cierpiało w nieznacznym stopniu na rozedmę, zaś u 20% stwierdzono w dodatku wyraźne oznaki zapalenia oskrzeli, stan ten był groźny w jednym tylko wypadku. Objawy gruźlicy stwierdzono jedynie tylko u jednego z chorych tej serji i to objawy te nie były wyraźne; mówiono o krwiotoku i następnym leczeniu w sanatorjum, lecz nigdy nie znajdowano w plwocinach laseczek Kocha, a przy badaniu fizykalnem nie było wyraźnych oznak gruźlicy. O wypadku tym pomówimy później.

Układ trawienny. Co się tyczy układu trawiennego, to chociaż często można było stwierdzić język obłożony, to jednak nie znajdowano nigdy żadnych objawów fizycznych, zaburzeń jakiegokolwiek rodzaju w żołądku, nawet u tych chorych, którzy uskarżali się na zaburzenia w trawieniu.

Układ nerwowy. U 7% chorych stwierdzono określone fizyczne

oznaki neurastenji z towarzyszącym temu stanowi drżeniem rąk i języka i zwiększonemi odruchami.

Inne oznaki. U 7% chorych znaleziono zapalenie krtani, a u 5% lekkie zapalenie spojówek. Ostatnio stwierdzono w niewielkiej ilości wypadków blizny i pigmentację skóry, co mogło być dowodem oparzeń iperytowych, lecz u żadnego z chorych nie można było zauważyć zapalenia skóry, lub jakichkolwiek dowodów choroby skórnej w obecnym czasie.

Po rozważeniu objawów fizycznych jako późnego następstwa uszkodzeń gazowych, jakie przedstawiali ci chorzy, będzie rzeczą pouczającą zanotowanie procentowej ilości wypadków niezdolności do pracy, ustalonych przez konsylja lekarskie jako rozmiaru, w jakim następstwa zatruć gazowych wpływają na zdolność do pracy pacjenta.

W 57% mniej niż 20
W 21% 20
W 10% 30

W jednym wypadku ustalono 40% niezdolności do pracy, w trzech 50% i jednem 70%.

Wnioski.

Na podstawie faktów przytoczonych powyżej, możemy wysnuć jeden lub dwa ściśle określone wnioski.

1. Po pierwsze, bez względu na to czy istnieją lub nie u niego jakiekolwiek objawy fizyczne, każdy z tych chorych uskarża się na pewne określone objawy jeszcze po upływie trzech lat lub więcej, od chwili zawieszenia broni. Jeszcze nie było wypadku, by człowiek, któremu przyznano rentę z powodu zatrucia gazowego, przyznał, że całkowicie powrócił do zdrowia i że już nic mu nie dolega i nie ulega jednak wątpliwości, że zdolność do pracy takich ludzi zostaje obniżona w pewnym stopniu. Stąd wypływa wniosek, że o ile wyzdrowienie nie następuje we wczesnym okresie po zatruciu, następstwa zatrucia, chociaż nawet nie będą stałe, to w każdym razie będą długotrwałe i obniżą stan zdrowia danego osobnika na nieokreślony przeciąg czasu.

2. Prawie w połowie wypadków (46%) stwierdzić można albo rozedmę płuc, albo zapalenie oskrzeli, lub oba te cierpienia razem. Szczegółowe opisy zmian patalogicznych, znajdywanych w płucach, w wypadkach zatruć, kończących się śmiercią, podali: z Komitetu Służby Broni Chemicznej Sir J. Rose Bradford i Dr. F. R. Elliott[1]). Po za uszkodzeniem śluzówki przewodów oddechowych, stwierdzili oni ciężką rozedmę połączoną z pękaniem pęcherzyków płucnych. Na podstawie tych danych można wnioskować, że i w tych wypadkach, które rozważamy obecnie, można by znaleźć te same zmiany, tylko w słabszym stopniu. Niema zatem prawdopodobieństwa, by stan takich chorych poprawił się kiedykolwiek, przeciwnie będzie się on raczej pogarszał

[1]) British Journal of Surgery, 1915 — 1916, III, 234.

z latami. Niezdolność do pracy będzie trwała, a leczenie nie będzie się różnić niczem od tego, jakie stosujemy w zwykłych wypadkach rozedmy i zapalenia oskrzeli spotykanych w praktyce cywilnej.

3. Istnieje rozpowszechnione bardzo mniemanie, że gruźlica płuc bywa często następstwem zatrucia gazowego, nie można jednak tego dowieść faktami. Przyznaję, że pewna ilość chorych tuberkulicznych zwolnionych z wojska, przypisywało swe cierpienie zatruciu gazowemu, jednakże w większości wypadków nie można było tego udowodnić. Zatrucie gazem może stać się przyczyną przejścia gruźlicy ukrytej w stan czynny, lecz jest faktem godnym uwagi, że z pośród wszystkich zatrutych gazem, którzy otrzymali pensje, u żadnego nie rozwinęła się gruźlica, żaden też z nich nie znajduje się pod nadzorem lekarza opiekującego się choremi tuberkulicznemi. Zdaniem moim gruźlica płuc nie jest nieodzownem następstwem zatrucia gazowego, a napewno nie występuje ona w okresie późniejszym. J. B. Haves [1]) twierdzi, że w wielu wypadkach, które zaliczano do grupy chorób płucnych wywołanych zatruciem gazowym, nie można było stwierdzić gruźlicy, a laseczek Kocha w plwocinach nie znaleziono. Hawes przypuszcza, że ponieważ podstawą zmian późniejszych wywołanych działaniem gazu jest bujanie tkanki włóknistej, który to stan niszczy siłę odporną oskrzeli i staje się przyczyną zakażenia drobroustrojami, w tych warunkach może przyjść również do zakażeń gruźlicą, co jest jednak rzeczą rzadką. Być może, że wypadek opisany poprzednio, w którym podejrzewano gruźlicę, był w rzeczywistości zmianą włóknistą, jakie niejednokrotnie obserwował Hawes.

4. Prawie w połowie wypadków (45%) istnieje wyraźne przyśpieszenie akcji serca, a sprawa przyczyny tego stanu, od której zależy rokowanie i leczenie, wydaje się być najważniejszem zagadnieniem w związku z tym przedmiotem. U 85% tych chorych nie znaleziono żadnych zmian w sercu. Czy istnieją jakieś zmiany w samym mięśniu sercowym, czy też jest jaka inna przyczyna tego zjawiska? Kapitan R. A. Peters, twierdzi w swem sprawozdaniu z Komitetu Służby Broni Chemicznej, że zmiany zachodzące w samem sercu w wypadkach tachykardji są drugorzędnemi w stosunku do zmian w płucach i powstają wskutek *(a)* zwiększonego oporu płuc i *(b)* braku tlenu; trudno jednak zrozumieć, aby ten stan mógł istnieć jeszcze po kilku latach, po zatruciu, także w wypadkach, które nie przedstawiają żadnych objawów ze strony płuc. Przyśpieszenie tętna bywa wyrażone najsilniej w grupie zatruć fosgenowych, może ono być li tylko czynnościowem, lecz może również być wywołane w świeżych wypadkach przez nadmiar krwinek czerwonych (polycythemia).

5. Powstaje również pytanie, czy przyczyna długotrwałych objawów gastrycznych, jest natury organicznej czy też czynnościowej. Sprawa ostrego zapalenia lub przewlekłego nieżytu żołądka nie jest wyjaśnioną, a wymioty mogą być tylko czynnościowe.

6. Z jakiej przyczyny powstają przy zatruciu gazowem objawy neurasteniczne? U niektórych chorych rozwija się niewątpliwie w słabym

---

[1]) Boston Medical and Surgical Journal, 1921.

stopniu neurastenja, lecz nie zostało wyjaśnione, czy zatrucie pozostaje w jakimkolwiek bezpośrednim, przyczynowym stosunku do niej, czy też może neurastenja ta powstała poprostu wskutek wstrząsu, jakiemu uległ cały układ nerwowy w chwili zatrucia.

7. Innym zajmującym punktem jest ból w piersiach, na który się tak często uskarżają chorzy. Czy ból taki jest dowodem jakiejkolwiek sprawy chorobowej mięśnia sercowego, czy też jest on jedynie przejawem czynnościowym?

8. A wreszcie odnośnie do rokowania, zwłaszcza w takich wypadkach, w których nie ma objawów fizycznych, lub też są one nader słabo wyrażone, nasuwa się pytanie, czy czynnikiem i przyczyną trwania objawów nie jest czasem kwestja pobierania stałej renty inwalidzkiej?

Cyfry przytoczone powyżej, dają pojęcie o ilości niezdolnych do pracy w porównaniu do całkowitej liczby zagazowanych, jakoteż o stanie zdrowia tych chorych po upływie 4 do 5 lat od chwili zatrucia. Na podstawie nich można stwierdzić, że w najgorszym wypadku, tylko 12% całej ilości zagazowanych staje się niezdolne do pracy. Mówię w najgorszym wypadku, ponieważ cyfry te obejmują tych, którzy ucierpieli od pierwszych ataków falowych chlorem, gdy wojska nie posiadały jeszcze żadnych środków zabezpieczenia, a również znaczną ilość wypadków, powstałych wskutek zatrucia iperytem, pochodzących z okresu, gdy zaczęto używać tego gazu, gdy go nie znano i wojska narażone na przebywanie w terenie zatrutym albo nie miały żadnego zabezpieczenia, albo też środki używane w tym celu były zupełnie nieodpowiednie. Jasnem jest, iż przy zaopatrzeniu wojsk w odpowiednie środki obronne, procent ilości wypadków zatrucia, które by pociągnęły za sobą stałą niezdolność do pracy, zmniejszy się znacznie.

Rozpatrzmy obecnie cyfry wykazujące ilość kalectw spowodowanych przez różne gazy.

Chlor. Meakins i Priestly poddali analizie 700 wypadków zatrucia chlorem, które wydarzyły się w pierwszej dywizji Kanadyjskiej w kwietniu i maju 1915 roku, na północ od Ypres. Z tej liczby 700 wypadków, 368 zmarło we Francji, lub powróciło do czynnej służby. Pozostałych 332 odesłano do Anglji. Wypadki te można podzielić w sposób następujący:

Powróciło do szeregów we Francji . .	80 czyli 24.1 procent
Pełniło służbę w Imperjum W. Brytanji .	48 czyli 14.5 procent
Odesłano z powodu niezdolności do służby do Kanady	204 czyli 61.4 procent

Z 204 odesłanych do Kanady, odesłano 16 z powodu innych przyczyn, nie zaś zatrucia gazem. Pozostałych 188 badano po upływie 4 lat od chwili uszkodzenia gazami i stwierdzono następujące cierpienia:

Nie ustalono określonej choroby u	54
Stwierdzono pobudliwość mięśnia sercowego u	78
Stwierdzono zapalenie oskrzeli i astmę u	26
Stwierdzono neurozy u	18
Nie znaleziono zmian u	12
	188

Na podstawie powyższych cyfr możemy się przekonać, że z ogólnej liczby 700 wypadków, 122 czyli 17.4% było niezdolnych do pracy, a wśród nich u 11% stwierdzono pobudliwość mięśnia sercowego, a u 3 do 4% przyczyną niezdolności było zapalenie oskrzeli i astma. Są to prawdopodobnie najwyższe możliwe procentowe ilości niezdolności do pracy, jakie mogą wyniknąć wskutek zatruć gazowych.

Badanie wypadków zatrucia iperytowego przez tychże samych lekarzy, wykazało znacznie niższy procent stałej niezdolności do pracy. Meakins i Priestly poddali analizie 4575 zatrutych iperytem przetranzlokowanych do szpitali w Anglji. Z tych 787, czyli 17.2% pozostawało w szpitalach dłużej niż 9 tygodni. Po upływie 8 tygodni nie notowano wypadków śmierci. Objawy z powodu których zatrzymano chorych w szpitalach po upływie 9 tygodni były następujące:

Światłowstręt czynnościowy	131
Zapalenie oskrzeli	118
Zapalenie gardła	107
Pobudliwość mięśnia sercowego (czynnościowa)	116
Oparzenia	39
Zapalenie żołądka	35
Zapalenie spojówki i zapalenie oskrzeli	90
Dla przyczyn nieznanych	75

Tylko 76 chorych przebywało w szpitalu dłużej niż 4 miesiące, a z tej grupy tylko 0.5%, czyli 0.08% całkowitej ilości 4575 wypadków, wypisano ze szpitala jako całkowicie niezdolnych do pracy. Przyczyną niezdolności do pracy u tych ludzi, było zapalenie oskrzeli, wzmożona pobudliwość mięśnia sercowego i neurastenja. Możliwem jest, że ten nieznaczny pro-

cent wypadków pozostanie stale częściowo niezdolny do pracy, nie można jednak tego twierdzić z pewnością, chociaż dla poparcia tego przypuszczenia możemy wysunąć obserwacje, że tylko w rzadkich wypadkach powracają do zupełnego zdrowia ci, którym przyznano rentę inwalidzką rządową.

Wilson i Mackintosh (Quarterly Journal of Medicine, 1919 — 1920, XIII, 201) przeprowadzili badania grupy składającej się z 1500 ludzi zatrutych iperytem, przyjętych do stałego szpitala No. 7, pomiędzy 11-ym stycznia a 31-ym października 1918 roku. Po upływie miesiąca od chwili zatrucia 87% zatrutych mogło przebyć pieszo pół mili w pełnym rynsztunku. Do Anglji wysłano 13% wszystkich zatrutych. W tych wypadkach okres niezdolności do pracy trwał od 3 do 6 miesięcy.

Następne badanie przeprowadzono na początku 1919 roku to jest po upływie wielu miesięcy od wysłania ich do Anglji. Tych, którzy nie powrócili w zupełności do zdrowia, można było podzielić na trzy grupy:

1. Ludzi, u których można było skonstatować zaburzenia czynnościowe, bez uszkodzeń organicznych.
2. Ludzi, którzy pozostawali pod opieką lekarską ze względu na objawy wyczerpania po wysiłku.
3. Ludzi z objawami uszkodzenia dróg oddechowych.

Oczywiście, że ludzie należący do grupy I-ej mogli powrócić do zupełnego zdrowia. Co się tyczy grupy 2-giej, autorowie twierdzą, że z całej grupy liczącej 1500 ludzi, 125 uskarżało się początkowo na wyczerpanie przy wysiłku, lub zaburzenia w działalności serca. U wszystkich tych chorych z wyjątkiem 19 stopniowane ćwiczenia całkowicie usunęły ten objaw. W 14 wypadkach objawy te były wywołane innemi warunkami, które istniały przed wojną jeszcze, a jedynie w 5 wypadkach były one bezpośrednio wywołane przez gaz. W 3-ciej grupie stwierdzono kilka wypadków rozedmy płuc, z których niektóre mogły również istnieć przed zatruciem. W niektórych wypadkach przypuszczano gruźlicę, ze względu na kaszel, śluzowo-ropną plwocinę, krwioplucie, i długotrwałe podnoszenie się temperatury wieczorami, lecz kilkakrotnie powtarzane badanie promieniami Rentgena i brak prątków w plwocinie, pozwoliły na postawienie w tych wypadkach pomyślnego rokowania. W istocie wszyscy ci ludzie powrócili do zdrowia po upływie 9 miesięcy.

„Gruźlica, jako powikłanie po zatruciu gazem, jest wypadkiem niezwykłym, mieliśmy jeden tylko taki wypadek wśród wszystkich grup przez nas badanych".

We francuskich czasopismach ukazał się cały szereg artykułów dotyczących następstw zatrucia gazowego. Jednym z najlepszych jest praca Achard'a (Bull. de l'Acad. de Med., 1919, LXXXI, 135).

Od lutego 1917 roku do grudnia 1918 roku zbadał on 3535 wypadków, a mianowicie:

Zatrutych gazami parzącemi	2958 czyli 84 procent
Zatrutych gazami duszącemi	567 czyli 16 procent

Chociaż wypadki zatrucia gazami parzącemi wydarzały się częściej, to jednakże zatrucia gazami duszącemi pociągały za sobą częściej następstwa i to natury poważniejszej. Znaczna ilość tych ostatnich chorych cierpiała jedynie na zaburzenia czynnościowe, takie jak kaszel, ból podobojczykowy, trudności oddechowe i nocną duszność. W innej grupie tych wypadków te czynnościowe zaburzenia bywały wyrażone silniej i w dodatku stwierdzało się tam obecność objawów fizycznych. Istnieją tutaj dwa typy ogólne: (1) chorzy na rozedmę płuc: objawy: klatka piersiowa wypukło-kulista, wypuk daje dźwięczny ton, wdech słaby, a wydech przedłużony, na całej przestrzeni dają się słyszeć furczenia i świsty, (2) chorzy na przewlekłe zapalenie oskrzeli, czyli pseudo-gruźlicę. U tych konstatuje się kaszel, i obecność plwociny śluzowo-ropnej, a niekiedy nieznaczne krwioplucie. Ogólny stan zdrowia jest marny i strata wagi ciała może wynosić od 8 do 15 kg. U niektórych pacjentów wieczorne podnoszenie się temperatury może trwać całemi miesiącami, lecz kilkakrotne staranne badania stwierdzają, że nie ma tu zakażenia gruźlicą. Rentgen wykazuje, że płuca są jasne, co ma wielką wartość djagnostyczną, jeżeli pola wierzchołków płuc są jasne. We wnęce płucnej nie widzimy cieni, jakie dają tak charakterystyczne dla gruźlicy zmiany w gruczołach. Plwocina nie zawiera białka, nie znajdujemy też nigdy laseczek Kocha. Ostatecznie kwestję tę rozstrzyga przebieg choroby. Po upływie dłuższego czasu, który niekiedy może trwać rok lub więcej, gorączka spada, objawy fizyczne znikają i większość takich chorych powraca do zupełnego zdrowia.

Co się tyczy zatruć gazami parzącemi, to wypadki następstw tych zatruć trafiają się również, ale chorzy tacy powracają szybciej do zdrowia. Po upływie 9 miesięcy pozostają tylko nieliczne wypadki schorzeń.

Achard widział na 3535 zbadanych tylko 6 wypadków, u których rozwinęła się po zatruciu gruźlica i twierdzi, że ilość chorych, u których rozwija się gruźlica po zatruciu, jest nieznaczna w porównaniu z ilością wypadków gruźlicy, jakie trafiają się w szeregach armji wśród żołnierzy, którzy nie ulegli zatruciu gazami.

Doświadczenia, jakie Achard przeprowadził w celu stwierdzenia wpływu zatrucia gazem na rozwój gruźlicy, zgodne były z tylko co przytoczonemi faktami klinicznemi. Dwom serjom złożonym z 24 świnek morskich, zastrzyknięto równocześnie tę samą dawkę bakterji gruźlicznych, jedna serja służyła dla kontroli, druga poddawana zatruciu toksyczną dawką fosgenu (0.5 cm.^{3} na metr sześcienny) w ciągu 5 do 10 minut co 8 dni w ciągu 5 miesięcy. Przy końcu 9 miesięcy zginęło z serji kontrolnej 7 zwierząt, a pozostałe 13 zabito. Znaleziono zmiany gruźlicze u wszystkich 20 zwierząt. Z pośród zwierząt zatruwanych zginęło tylko 5, a pozostałe 15 zabito. Płuca tych zwierząt przedstawiały oznaki podostrego obrzęku płucnego, a zmiany gruźlicze u nich nie były ani mniej ani więcej obfite niż w płucach zwierząt kontrolnych.

Zaburzenia w trawieniu. Mogą one trwać pewien czas po zatruciu w postaci chronicznej. Anoreksja, nieznoszenie pewnych pokarmów, nudności, nadmiar kwasu solnego, odęcie, biegunka lub zatwardzenie są często spotykanemi objawami, ale objawy te nie trwają dłużej, niż rok po zatruciu gazami duszącemi. Achard zanotował tylko 1 wypadek, w którym objawy te trwały jeszcze po upływie 18 miesięcy i 1 po upływie 24 miesięcy od chwili zatrucia. Czas trwania tych zaburzeń w trawieniu po zatruciu iperytem jest jeszcze krótszy. Prawie wszyscy tacy chorzy powrócili do zupełnego zdrowia po upływie 6 miesięcy. Tylko w 6 wypadkach stan taki trwał dłużej niż 10 miesięcy.

Zaburzenia w działalności serca. Zaburzenia w działalności serca trwają czas dłuższy w nielicznych tylko wypadkach. Czas trwania ich jest taki sam przy uszkodzeniach gazami parzącemi jak i gazami duszącemi. Osiem takich wypadków z całej ilości

567 uszkodzonych gazami duszącemi pozostawało pod nadzorem lekarskim; 5 chorych obserwowano w ciągu roku i 2 lat od chwili zatrucia, a 3 w ciągu 3 lat.

Z pośród całkowitej ilości 2958 uszkodzonych gazami parzącemi 7 chorych pozostawało pod opieką lekarską w ciągu 10 miesięcy od chwili zatrucia, a 4 również w ciągu całego następnego roku.

Cyfry te zgadzają się zasadniczo z cyframi przytoczonemi poprzednio ze źródeł angielskich.

Mamy też wyniki badań podobnych przeprowadzonych nad wypadkami zatrucia gazowego u Amerykanów.

Wkrótce po zawarciu zawieszenia broni, zwołano radę lekarską w Forcie Granta w Illinois dla zbadania wszystkich żołnierzy powracających z frontu, którzy zgłaszali swą niezdolność do pracy wskutek zatrucia gazami. Robert S. Berghoff, przewodniczący tej Rady ogłosił swe spostrzenia („The more common gases; their effect on the respiratory tract". Archives of Internal Medicine, 1919, 24, p. 678). W czasie tej komisji zbadano dokładnie historję każdego wypadku, poczem przeprowadzono dokładne badania fizyczne. Berghoff streścił swe wnioski i wyniki badania 2000 wypadków i rozklasyfikował je w sposób następujący:

1. Grupa nie przedstawiająca pozornie żadnych zmian, obejmująca 50% wszystkich wypadków. W grupie tej staranne, dokładne fizyczne badanie nie wykryło żadnych nienormalności; rozszerzalność klatki piersiowej była normalna, szmery oddechowe były czyste i pęcherzykowe, wypuk normalny, brak rzężeń, lecz pomimo tych pozornie normalnych objawów fizycznych, chorzy uskarżali się na kaszel, duszność przy każdym wysiłku fizycznym i t. p.

2. Drugą grupę stanowili ludzie chorzy na zapalenie oskrzeli, grupa ta składała się z 30% ogólnej ilości badanych. Objawy w tych wypadkach były wyraźne i nie różniły się od podostrego lub chronicznego zapalenia oskrzeli we wczesnym jego okresie. Szmery oddechowe były szorstkie i było dużo świstów. Wydech był przedłużony i chwilami przerywany, objawy te były najsilniej wyrażone po wysiłku. W tych wypadkach wydzielina bywała obfita. U podstawy płuc rozsiane były wszędzie wilgotne rzężenia.

3. Trzecia grupa, to grupa z obecnością rozedmy. Przy badaniu klatka piersiowa zdawała się być umiarkowanie sztywna, ruchy przepony były ograniczone, rozszerzalność klatki piersiowej była ograniczoną i chory musiał w tym celu używać mięśni dodatkowych. Przy palpacji drżenie było znacznie zmniejszone, a w niektórych wypadkach brakło go całkowicie. Przy opukiwaniu dawał się słyszeć ogłos bardzo dźwięczny, a szmery oddechowe były znacznie przyciszone ponad całą klatką piersiową, za wyjątkiem okolicy oskrzeli. W niektórych wypadkach można było określić dokładnie ogniska rozedmy.

Po ogólnym przeglądzie wszystkich chorych, wyżej wspomniana Komisja orzekła co następuje:

1. Że uszkodzenie gazami bojowemi, bez względu na rodzaj gazu, którym chorzy zostali zatruci i na stopień stężenia w jakim przebywali w czasie ataku, nie stwarzało skłonności do gruźlicy czynnej, lub do odnowienia się procesu podgojonego albo znajdującego się w okresie nieczynności.

2. Że u zatrutych gazami tylko rzadko można było stwierdzić zniszczenie tkanki płucnej.

3. Że zdrowienie zagazowanych, u których stwierdzono rozedmę pułc, trwało o wiele dłużej, niż rekonwalescencja chorych grupy cierpień oskrzelowych.

W sprawozdaniu Naczelnego Lekarza Armji za r. 1920, na str. 103 znajdujemy ustęp następujący:

„W ciągu 1918 roku stwierdzono 173 wypadków gruźlicy na 70,552 ludzi, którzy ulegli uszkodzeniu gazami w czasie walki. Z tej liczby 78 zostało zatrutych gazem, którego rodzaj nie został ustalony; z pozostałych 8 zostało zatrutych chlorem, 65 iperytem, a 22 fosgenem. Ilość wypadków gruźlicy na 1000 ludzi uszkodzonych gazami bojowemi wyniosła 2.45. Ponieważ roczna ilość wypadków gruźlicy wśród żołnierzy pozostających na służbie w Europie, w 1918 roku, wyniosła 3.50, a 1919 4.30 na 1000, zdaje się być oczywistem, że zachorowań na gruźlicę nie było więcej wśród żołnierzy, którzy ulegli zatruicu gazem, niż wśród tych, którzy wogóle nie ulegli zupełnie zatruciu".

Widzimy, że Naczelny Lekarz Armji był bardzo ostrożny w swych ostatecznych twierdzeniach. W istocie, w 1918 roku ilość wypadków gruźlicy wśród wszystkich wojsk przebywających we Francji, wyniosła na 1000 półtora raza tyle, co wśród żołnierzy, którzy ulegli uszkodzeniu gazami, podczas gdy w 1919

roku było wśród wszystkich żołnierzy 1 i ¾ razy tyle wypadków na 1000, co wśród zatrutych gazami. Podpułkownik H. L. Gilchrist, M. C. przeprowadził szerokie badania w tej sprawie, odnośnie do analizy 1000 przeszło podań, jakie napłynęły do Biura Odszkodowań. Wyniki te ogłosiła Służba Broni Chemicznej pod tytułem: „Sprawozdanie dotyczące następstw po zatruciach gazami bojowemi". W sprawozdaniu tem pułkownik Gilchrist wnioskuje, że ci, którzy zgłaszają się po odszkodowanie po upływie roku od chwili zwolnienia z wojska, motywując swą prośbę, tem iż rozwinęła się u nich gruźlica, jako następstwo ich służby w wojsku, nie mają w istocie żadnych podstaw dla takiego twierdzenia. Prawdopodobnie ulegli by oni zakażeniu gruźlicą nawet wtedy, gdyby nigdy nie byli w Armji. Jeżeli objawy gruźlicy rozwijają się po upływie roku od chwili zwolnienia z wojska, jest więcej jak prawdopodobne, że gaz nie odgrywał tu żadnej roli, o ile płuca żołnierza nie były zajęte w chwili zwolnienia z wojska.

Przy prowadzeniu tych badań podjętych na skutek podań o odszkodowania ujawniły się następujące fakty, które były powodem wyżej wspomnianych podań:

1. Najważniejszą rolę odgrywała w tych wypadkach neurastenja, wskutek której wielu żołnierzy, którzy ulegli rzeczywiście zatruciu w nieznacznym tylko stopniu, wierzyło niezbicie, że to właśnie stało się przyczyną ich choroby.

2. że stan zdrowia znacznej ilości osobników nie był zadawalniający w chwili przyjmowania ich do wojska i, że wedle wszelkiego prawdopodobieństwa nie wytrzymali by oni większego wysiłku lub zmęczenia.

3. że nieznaczne naogół działanie gazów bojowych, dało możność wielu jednostkom do kładzenia na karb zatrucia gazowego wszelkiego rodzaju objawów chorobowych.

4. że okres czasu, jaki upłynął pomiędzy wzięciem udziału w wojnie przez Amerykę, a chwilą obecną, aż nadto sprzyjał rozwojowi chorób, które nie miały nic wspólnego, ani z ranami odniesionemi w czasie wojny, ani też z zatruciami gazowemi.

5. że wielu ludzi nie odróżnia następstw zatrucia gazami bojowemi, od następstw, które wynikły wskutek ciężkiej epidemji chorób płucnych, jakie panowały na całym świecie w czasie wojny gazowej. Dr. Albert Francine złożył przed Senatem Ko-

mitetu wyłonionego z Biura Odszkodowań Stanów Zjednoczonych, następujące oświadczenie, które ogłosił następnie w Chirurgu Wojskowym w kwietniu 1924 r., t. 54, str. 470. Dr. Francine jest specjalistą w dziedzinie gruźlicy płuc i był w czasie wojny światowej konsultantem Służby Gazowej 4-ej Armji.

Poniżej jest przytoczony odpis protokułu z przesłuchania Dr. Francine przez wspomnianą Komisję:

„*Generał Major O'Ryan:* Zechciej pan teraz przedstawić Komisji pogląd swój oparty na doświadczeniu przedwojennem i nabytem w czasie wojny co do wypadków gruźlicy i co do wyniku pańskich spostrzeżeń tyczących się wpływu, jaki wywiera gaz bojowy na organizm człowieka, uwzględniając przytem stosunek zachodzący pomiędzy zatruciem gazem a gruźlicą.

Dr. Francine: Widziałem znaczną ilość ludzi, którzy podawali, że zostali uszkodzeni gazami i przypisywali swe objawy chorobowe temu uszkodzeniu, oraz takich, którzy utrzymywali, że mają gruźlicę, i takich, którzy byli przekonani, że ją mieli, i wreszcie takich, którym powiedziano, że mieli gruźlicę, a djagnozę tę stawiano w bardzo licznych wypadkach. Jestem zdania, że w tych razach popełniano błąd djagnostyczny w 50%.

Obecnie już nie jest tak łatwo błąd taki popełnić, ponieważ kwestja zatrucia gazowego została gruntownie zbadana i obecnie posiadamy dokładny obraz symptomatologji i fizycznego działania gazu, które różnią się od zmian wywołanych przez gruźlicę w organizmie, chociaż pod niektóremi względami są one tak zbliżone do objawów, jakie daje gruźlica, że niema w tem nic dziwnego, że niektórzy lekarze, zwłaszcza tacy, którzy nie nazbyt starannie badali swych chorych i być może nie posiadali zbyt wielkiego doświadczenia w tej dziedzinie, mogli popełnić błąd tego rodzaju w djagnozie.

W czasie wojny widziałem ma się rozumieć z bliska obraz zatrucia gazowego tak w polu, jak i w szpitalu, a ponieważ interesowało mię to z punktu widzenia zawodowego, zająłem się specjalnie badaniem płuc w tych wypadkach, zarówno klinicznie, jak i anatomo - patologicznie przy sekcjach w szpitalu gazowym. Obraz silnego zatrucia gazowego, oraz rozległy stan zapalny tak niekiedy zmieniały obraz choroby, że nie można byłoby klinicznie ustalić gruźlicy, nawet gdyby była obecną. Można było jednak zbadać plwocinę. Wielu z pośród tych ludzi miało krwioplucie, ale plwocina ich stale nie zawierała prątków Kocha.

Wielu z pośród tych ludzi zmarło, mogę powiedzieć, że bardzo wielu. Procent zgonów wskutek zatruć gazowych wynosił około 2. Chodziłem codzień do prosektorjów i badałem płuca, nie zwracałem zbytniej uwagi na działanie gazu na inne organa, bo była to już dla mnie rzecz znana, lecz badałem płuca, by się przekonać, czy nie było tam utajonych ognisk tuberkulicznych, to znaczy takich, które nie dają żadnych objawów, a które może mieć każdy z nas tu obecnych, oraz czy istniały jakie zmiany pato-

logiczne, któreby dowodziły, że stan tych ognisk pogorszył się wskutek ogólnego stanu zapalnego. W czasie ciągłych czynności wojennych, gdyśmy z powodu stałego pośpiechu nie mieli czasu dla robienia notatek, mogę śmiało powiedzieć, że widziałem 100 do 125 sekcji. W pewnej ilości tych wypadków, lekarz posiadający wyszkolenie patologiczne, mógł z łatwością stwierdzić obecność zagojonych, nieczynnych zmian tuberkulicznych, które, jak to wiecie panowie, nie są bynajmniej rzadkiem zjawiskiem. Sądzą ogólnie, że 60 do 90% ludzi ulega różnemi czasy infekcji gruźliczej. Lecz te dostrzegalne utajone uszkodzenia, nie przejawiały stanu czynnego, ani też nie wykazywały odnowienia procesu po upływie 4, 6, do 10 tygodni od chwili ostrego zapalenia, które miało rzemoko być przyczyną wybuchu gruźlicy.

Przebywałem w szpitalu tylko 6 — 8 tygodni, widziałem tam ludzi, których nie można było ewakuować ze względu na ich stan. Ulegli oni silnemu zatruciu i powoli powracali do zdrowia, byli osłabieni, wychudzeni i marli wskutek zakażenia panującą podówczas, jak to wiecie panowie influencą i broncho-pneumonją, a przyczyną ich śmierci było tylko pośrednio uszkodzenie gazem, a w istocie zaś była nią infekcja. W tych to wypadkach utajone zmiany gruźlicze mogły były przejść w stan czynny, było na to dość czasu. Dla widocznego rozwoju aktywowanego ogniska gruźliczego już to w postaci gruzełków, już to w postaci zapalenia gołem okiem widocznego, potrzeba około 3 tygodni, i zmiany takie zjawiłyby się w tych wypadkach niewątpliwie, gdyby gaz wywierał jakikolwiek wpływ na rozwój istniejącej już gruźlicy, lub na przejście podgojonego już procesu w stan czynny.

Mieliśmy też pewną grupę chorych, którzy pełnili obowiązki ordynansów, mieliśmy podówczas zamało pielęgniarek, zmuszony więc byłem zatrzymać w szpitalu pewną grupę ludzi, którzy swojego czasu ulegli zatruciu gazem, by pomagali nam jako ordynansi. Byli to rekonwalescenci po uszkodzeniu gazami bojowemi, ale mogli chodzić, nosić tace i t. p. Niektórzy z nich zmarli wskutek zakażenia, i u tych ludzi również, chociaż ulegli oni zatruciu gazami w lżejszym stopniu, co było stwierdzone niewątpliwie, nie mogłem stwierdzić reaktywowania się procesu gruźliczego. Ze wszystkich wypadków, w których sekcję robiłem, znalazłem wszystkiego w 20 — 25 wypadkach, ukryte, zagojone ogniska tuberkuliczne, lecz w żadnym wypadku nie widziałem czynnej gruźlicy wywołanej przez gaz. Co do mnie, osobiście twierdzę, że gaz nietylko nie powoduje gruźlicy — jakby można sądzić na podstawie miejscowego podrażnienia płuc i oskrzeli — ale może zapobiegać jej rozwojowi i powiem panom dlaczego. Pierwotnie działanie gazu polega na wywołaniu przekrwienia płuc, w ciężkich wypadkach wywołuje on poważne zapalenie, po którem następuje przekrwienie i obrzęk, które nie dopuszczają do utleniania się krwi, wskutek czego pacjent dusi się. Gdy człowiek topi się lub dusi, cierpi on najpierw wskutek zapalenia wywołanego nie przez bakterje, ale powstałego na skutek działania chemicznego, wiemy zaś skądinąd, że przekrwienie płuc, jest czynnikiem leczącym gruźlicę. Innemi słowy, gdybyśmy mogli wywołać miejscowe przekrwienie w płucach, bylibyśmy na naj-

lepszej drodze do leczenia gruźlicy. Ludzie, którzy cierpią na chorobę serca, (mówię o tem panom poprostu jako laikom, by wam wyjaśnić moje zapatrywania), otóż ludzie, którzy cierpią na tego rodzaju cierpienie, które zowiemy zwężeniem zastawki dwudzielnej, przy którem zwiększa się ilość krwi w płucach, nie zapadają na gruźlicę. Wyrażając się w ten sposób chcę powiedzieć, że nie chorują oni zazwyczaj na gruźlicę, trafia się to tylko w wypadkach wyjątkowych. W czasie mej pracy w Filadelfji widziałem liczne wypadki zwężenia zastawki dwudzielnej, nie pamiętam by choć jeden z tych chorych cierpiał na gruźlicę płuc. Przypuszczano, że niektórzy mają gruźlicę, lecz sekcja nie potwierdziła w żadnym wypadku tych przypuszczeń, a objawy były wywołane prawdopodobnie wskutek przekrwienia płuc. Czuję się w prawie wobec tego wyrazić to moje przekonanie, do którego doszedłem po długiej i sumiennej pracy, że jeżeli gazy wogóle mają jakikolwiek wpływ na gruźlicę, to raczej zapobiegawczy, nie zaś przyśpieszający jej rozwój.

W dalszym ciągu stwierdzono na podstawie badań klinicznych, że u ludzi, którzy cierpieli na gruźlicę i ulegli zatruciu gazem, ma ona przebieg łagodniejszy, wolniejszy, ludzie ci czują się lepiej i stan ich poprawia się znacznie prędzej, niż u chorych tego samego typu, którzy zatruciu nie ulegli.

Przewodniczący: Twierdzi Pan zatem, że wypadki trwałego uszkodzenia tkanki płuc wskutek wdychania gazu trafiają się rzadko?

Dr. Francine. Takiem jest moje przekonanie.

Przewodniczący. Sądzi Pan zatem, Doktorze, że nie trafiają się wypadki gruźlicy jako następstwa zatruć gazami bojowemi?

Dr. Francine. Następstwa uszkodzeń wywołanych gazem są wynikiem tego podrażnienia i przekrwienia, a następstwem wszelkich stanów zapalnych, przekrwień, o ile trwają one dość długo, jest zniszczenie miejscami delikatniejszej tkanki komórkowej i zastąpienie jej przez tkankę łączną.

Po cięższych wypadkach grypy i po cięższych uszkodzeniach płuc gazem bojowym, znajdujemy często takie właśnie zmiany i te częstokroć bierze się za gruźlicę. Stan taki jednak przemija. Porównanie dwu zdjęć rentgenicznych, jednego po przejściu stanu ostrego po zatruciu, drugiego po upływie 2 lat potwierdza to. Zdjęcia te wykazują, że tam gdzie były ciemne cienie, obraz zaczyna się wyjaśniać. I tak jest w istocie; zdrowie tego człowieka poprawia się i przybywa mu dużo sił.

W rzeczywistości zatrucie gazem wywiera trwalszy wpływ raczej na stan umysłu i serca. Ludzie ci doznali silnego wstrząsu, mogą oni być ciężko chorzy w ciągu pewnego czasu, cierpią oni na nerwicę i wzmożoną pobudliwość serca. Cierpienia te ustępują zwolna. Chorzy ci doświadczają bicia serca przy ruchu, mają tętno przyśpieszone, brak im tchu, są osłabieni, zdenerwowani, źle sypiają. Z czasem stan ich poprawia się, chociaż mogą jeszcze cierpieć na chroniczny kaszel. Uszkodzenie płuc nie daje zazwyczaj ciękich objawów. Mówiąc innemi słowy, może Panowie zrozumieją

mniej łatwiej, jeżeli powiem, że gdyby dało się naprzykład całkowicie usunąć jeden płat płuc, to tego nie odczuło by się dotkliwie. Tkanki płucnej bowiem w płucach jest dużo więcej, niż tego organizmowi potrzeba, wobec tego ta ilość tkanki włóknistej jaka powstaje w niektórych płucach uszkodzonych gazami, nie jest w stanie wywołać większych zmian.

Przewodniczący. Streszczając wszystko to co pan powiedział, trzeba przyjść do przekonania, że gazu bojowego nie można uważać za czynnik usposabiający do rozwoju gruźlicy, ani też za pierwotną przyczynę tych wypadków gruźlicy, jakie mieliśmy w ciągu ostatnich dwuch czy czterech lat wśród Inwalidów będących w Ewidencji Biura Odszkodowań, którzy ulegli uszkodzeniu gazem bojowym w czasie wojny światowej. Wszak takie jest pańskie zdanie?

Dr. Francine. Tak, bezwątpienia doszedłem do takich wyników i takie jest nietylko moje zdanie, ale każdego, który się rozumie na tych rzeczach".

Po rozważeniu sparawozdań dotyczących ostatecznego stanu ludzi, którzy ulegli zatruciu gazem, przychodzimy do wniosków następujących:

1) że tylko nieznaczny procent tych ludzi stał się niezdolny do pracy, bezpośrednio wskutek zatrucia gazem.

2) że nie mamy najmniejszych dowodów na to, że uszkodzenie gazem bojowym zwiększa skłonność do rozwoju gruźlicy. Można by raczej powiedzieć, że przy tych samych warunkach spotykamy rzadziej gruźlicę wśród tych, którzy ulegli zatruciu gazami, niż wśród normalnych osobników.

3) że niezdolność do pracy przypisywana zatruciu gazami, jest w znacznej części wynikiem stanu nerwowego.

4) że ci, co pobierają rentę, w rzadkich tylko wypadkach chcą stwierdzić, że powrócili do zdrowia, lub że stan ich zdrowia się poprawił.

SPOSTRZEŻENIA ODNOSZĄCE SIĘ DO WYZDROWIEŃ ZWIERZĄT DOŚWIADCZALNYCH PO ZATRUCIU GAZAMI BOJOWEMI.

Spostrzeżenia te przeprowadził Wydział Badań Lekarskich w Arsenale w Edgewood.

Metoda badań. Doświadczenie przeprowadzano na psach. Poddawano je działaniu dawek śmiertelnych danego gazu w ciągu całego czasu doświadczenia, z tych zwierząt znaczna ilość

ginęła wskutek bezpośrednich następstw zatrucia. Te które wyżyły, chorowały ciężko w ciągu dłuższego lub krótszego czasu, począwszy od kilku dni do miesiąca. Uważano je za wyleczone, gdy ich temperatura, tętno i oddech stawały się normalne, a wszelkie objawy znikały. Psy takie umieszczano następnie w psiarniach, przy których było podwórze, gdzie mogły one swobodnie używać ruchu i gdzie warunki ich życia były, o ile to możliwe, normalne, a po upływie pewnego czasu zabijano je. Następnie badano je starannie w celu ustalenia, jakie zmiany patologiczne powstały w ich organiźmie jako następstwo zatrucia gazem. Widzimy z tego, że ta metoda badań była bardzo dokładną. Po pierwsze, ponieważ użyte stężenia gazu były śmiertelne i większość psów zginęła wkrótce po zatruciu, jasnem jest, że te psy, które przeżyły doświadczenie, były narażone na działanie o wiele wyższych stężeń gazu, niż większość ludzi, którzy ulegli zatruciu przez gazy w polu. Powtóre sprawdzian zmian patologicznych jest bardzo szczegółowy, ponieważ jest rzeczą wiadomą, że w wielu wypadkach nastąpić może całkowite wyzdrowienie czynnościowe, a pomimo tego można jeszcze znaleźć w organach, które były chore mikroskopowe zmiany. Jak to wspomniał Dr. Francine, można stracić cały płat płuca i nie odczuć tego.

Zwierzęta te zabijano wstrzykując im 10 cm.^{3} nasyconego roztworu siarczanu magnezu do lewej komory serca. Injekcja tego roztworu powoduje natychmiastowe zatrzymanie się serca i śmierć bez drgawek konania, lub innych objawów, które mogłyby wywołać zmiany w płucach.

Płuca psa są bardzo delikatne i nie można się ich dotykać bez wywoływania sztucznych uszkodzeń. Dlatego też po otwarciu klatki piersiowej wyjmowano tchawicę i oba płuca i wlewano do tchawicy płyn Zenkera, aż dopóki płuca nie rozszerzyły się, poczem zanurzano je w naczyniu zawierającym płyn Zenkera. Jest to bardzo szybki sposób utrwalania. Skrawki brano z bloków pochodzących z różnych części płuc, po uprzedniem zatopieniu ich w parafinie, i zabarwiano je hematoksyliną i eozyną, poczem poddawano je badaniu.

WYNIKI OTRZYMANE PRZY ZABIJANIU PSÓW W RÓŻNYCH ODSTĘPACH CZASU PO WYZDROWIENIU.

Niniejsza tablica podaje dane dotyczące wyzdrowień po zatruciu gazami bojowemi:

Wyzdrowienia po zatruciu fosgenem.

Numer	Okres zdrowienia	ZNALEZIONO
1	2 tygodnie	Włóknikowo-ropne zapalenie opłucnej i ropne zapalenie oskrzeli
2	2 tygodnie	Zaczopowanie oskrzeli, niedodma
3	2 tygodnie	Niedodma
4	2 tygodnie	Kwawe wybroczyny, zaczopowanie oskrzeli i niedodma
5	2 tygodnie	Zapalenie płuc
6	2 tygodnie	Rozsiany obrzęk, krwawe wybroczyny, zaczopowanie oskrzeli, niedodma
7	2 tygodnie	Rozległe wybroczyny krwawe, zaczopowanie oskrzeli i niedodma
8	3 tygodnie	Zapalenie oskrzelików, prowadzące do zamknięcia światła, niedodma
9	3 tygodnie	Obrzęk, krwawe wybroczyny, niedodma
10	3 tygodnie	Zaczopowanie oskrzeli, niedodma, zapalenie oskrzelików z powodu zamknięcia ich światła
11	3 tygodnie	Zaczopowanie oskrzeli, niedodma, zapalenie oskrzelików z zamknięciem światła
12	3 tygodnie	Przekrwienie, zaczopowanie oskrzeli, niedodma wszystkie te zmiany w formie łagodnej
13	3 tygodnie	Krwawe wybroczyny i obrzęk
14	3 tygodnie	Przekrwienie, krwawe wybroczyny, obrzęk, zaczopowanie oskrzeli, niedodma
15	3 tygodnie	Przekrwienie, krwawe wybroczyny, zaczopowanie oskrzeli niedodma
16	4 tygodnie	Wyleczony
17	4 tygodnie	Dawne blizny, zaczopowanie oskrzeli i niedodma
18	4 tygodnie	Nieznaczne zaczopowanie oskrzeli i niedodma
19	4 tygodnie	Niedodma
20	4 tygodnie	Obrzęk, ogniska organizacji, ogniska złuszczenia nabłonka pęcherzykowego
21	4 tygodnie	Prawie zupełny powrót do zdrowia. Jedno ognisko niedodmy z nieznacznie zaczopowanemi oskrzelami
22	5 tygodni	Nieco zaczopowania oskrzeli i niedodma
23	5 tygodni	Zapalenie płuc
24	5 tygodni	Zaczopowanie oskrzeli, niedodma i niewielkie ognisko organizacji
25	5 tygodni	Nieznaczne zaczopowanie oskrzeli i niedodma
26	5 tygodni	Zapalenie płuc
27	6 tygodni	Zaczopowanie oskrzeli i niedodma

Numer	Okres zdrowienia	ZNALEZIONO
28	6 tygodni	Przekrwienie i niedodma
29	6 tygodni	Zaczopowanie oskrzeli i niedodma
30	6 tygodni	Zaczopowanie oskrzeli i niedodma
31	6 tygodni	Wyleczony
32	6 tygodni	Zapalenie oskrzelików, z zamknięciem ich światła zaczopowanie oskrzeli, nieznaczna niedodma
33	6 tygodni	Zaczopowanie oskrzeli i niedodma
34	7 tygodni	Wyleczony, zapalenie włóknikowe dokoła oskrzelików
35	7 tygodni	Zaczopowanie niektórych oskrzeli wraz z niedodmą
36	7 tygodni	Krwawe wybroczyny
37	7 tygodni	Chroniczne zapalenie oskrzeli, wraz z zaczopowaniem oskrzeli i niedodmą
38	7 tygodni	Nieznaczne zaczopowanie oskrzeli i niedodma
39	8 tygodni	Wyleczony
40	8 tygodni	Prawie wyleczony, jedno ognisko i zapalenie oskrzelików
41	8 tygodni	Prawie wyleczony nieznaczne zaczopowanie oskrzeli i niedodma
42	8 tygodni	Zaczopowanie oskrzeli, niedodma i przerzutowy rak z tarczycy
43	8 tygodni	Zaczopowanie oskrzeli
44	8 tygodni	Zaczopowanie oskrzeli i niedodma
45	8 tygodni	Zaczopowanie oskrzeli i niedodma
46	8 tygodni	Krwawe wybroczyny i obrzęk
47	8 tygodni	Obrzęk
48	8 tygodni	Słabe chroniczne zapalenie koło oskrzelowe, niedodma i nieznaczny obrzęk
49	8 tygodni	Zapalenie płuc
50	9 tygodni	Wyleczony
51	10 tygodni	Wyleczony, nieznaczne ogniska organizacji
52	10 tygodni	Zaczopowanie oskrzeli i niedodma
53	11 tygodni	Obrzęk, pojedyńcze ognisko zapalenia płuc
54	12 tygodni	Zdrów wyleczony
55	13 tygodni	Przekrwienie i niedodma
56	16 tygodni	Wyleczony
57	16 tygodni	Zapalenie oskrzelików a zamknięciem światła
58	18 tygodni	Ogniska organizacji
59	5 miesięcy	Wyleczony
60	5 miesięcy	Wyleczony
61	6 miesięcy	Wyleczony
62	6 miesięcy	Jedno całkiem nieznaczne ognisko zapalenia płuc
63	8 miesięcy	Zaczopowanie oskrzeli, zapalenie oskrzelików zamknięcia światła i wyraźna niedodma
64	1 rok	Wyleczony
65	15 miesięcy	Zdrów wyleczony

Widzimy zatem z tej tablicy, że:

1) Niektóre psy powróciły do zupełnego zdrowia, t. j. że nie stwierdzono zmian patologicznych nawet po zatruciu śmiertelnemi dawkami już po upływie 4 tygodni od chwili zatrucia.

2) W większości wypadków nie można było wykryć zmian patologicznych u zwierząt badanych po upływie 5 miesięcy od chwili zatrucia.

3) Nie stwierdzono żadnych zmian u dwuch psów zabitych po upływie 15 miesięcy od chwili zagazowania.

4) Pomimo to że badania nie zostały jeszcze ukończone, jednakże na podstawie powyższych danych możemy wnioskować, że jedynie u nielicznych osobników, można po upływie więcej niż roku stwierdzić jeszcze istnienie jakichkolwiek zmian patologicznych nawet po najcięższym zatruciu fosgenem.

Wyzdrowienia po zatruciu iperytem.

Numer	Czas zdrowienia	ZNALEZIONO
1	Zabity w okresie zdrowienia	Wyleczony
2	10 dni	Obrzęk, niedodma, podostre zapalenie oskrzeli
3	2 tygodnie	Przekrwienie, wybroczyny i obrzęk
4	2 tygodnie	Przekrwienie, wybroczyny i obrzęk
5	3 tygodnie	Obrzęk, oskrzele zaczopowane resztkami komórek niedodma
6	4 tygodnie	Obrzęk, wybroczyny
7	5 tygodni	Nieznaczny obrzęk, wraz z zaczopowaniem oskrzeli niedodma
8	6 tygodni	Wyleczony
9	6 tygodni	Prawie wyleczony w jednem miejscu tylko stwierdzono zaczopowanie oskrzeli i niedodmę
10	7 tygodni	Obrzęk
11	8 tygodni	Obrzęk i krwawe wybroczyny
12	8 tygodni	Ogniska zaczopowanych oskrzeli i niedodma
13	9 tygodni	Nieliczne zaczopowania oskrzeli, niedodma zresztą stan normalny
14	9 tygodni	Wyleczony
15	9 tygodni	Wyleczony
16	10 tygodni	Wyleczony, nieznaczne chroniczne nacieczenie ścianek oskrzelowych
17	10 tygodni	Wyleczony
18	10 tygodni	Wyleczony
19	11 tygodni	Przekrwienie, krwawe wybroczyny, obrzęk
20	13 tygodni	Wyleczony

Numer	Czas zdrowienia	ZNALEZIONO
21	13 tygodni	Wyleczony
22	13 tygodni	Dawne blizny, nieco niedodmy
23	14 tygodni	Wyleczony
24	16 tygodni	Wyleczony
25	16 tygodni	Oskrzele zaczopowane
26	16 tygodni	Zaczopowanie oskrzeli i niedodma
27	16 tygodni	Nieco zaczopowania oskrzeli i trochę niedodmy
28	20 tygodni	Ogniska obrzęku
29	22 tygodnie	Na 6 wycinków w 3 znajdujemy obrzęk, zresztą stan normalny
30	22 tygodnie	Obrzęk
31	29 tygodni	Wyleczony
32	35 tygodni	Wyleczony
33	9 miesięcy	Wielkie blizny, kilka ognisk „pneumonji chemicznej"

Z tej tablicy obejmującej jedynie psy badane w ciągu 9 miesięcy widzimy:

1. Że do 9 miesięcy po zatruciu nie było chwili, w której możnaby było powiedzieć, że u psów nie znajdujemy uszkodzeń patologicznych. Widocznie proces zdrowienia po zatruciu śmiertelnemi dawkami iperytu trwa dłużej, niż zdrowienie po zatruciu śmiertelnemi stężeniami fosgenu.

2. Że jednakże nawet po zatruciu śmiertelnem stężeniami iperytu u 13 na ogólną liczbę 32 psów, tj. w 40% nie można było wykryć uszkodzeń, któreby były wynikiem zatrucia.

3. Biorąc pod uwagę, że w polu tylko nieliczni ludzie ulegli zatruciu takiemi śmiertelnemi stężeniami iperytu, mamy prawo wnioskować, że po upływie przeszło 18 miesięcy, zmiany patologiczne znajdziemy w nielicznych tylko wypadkach, stanowiących nieznaczny zaledwie procent zatrutych. Podobne badanie 59 psów zatrutych śmiertelnemi stężeniami luizytu wykazało, że zupełne wyzdrowienia trafiają się już począwszy od 6 tygodni od chwili zagazowania, a u większości psów nie stwierdzono już żadnych uszkodzeń po upływie 12 tygodni. Tablicy tej nie podajemy w całej jej rozciągłości, ponieważ w czasie wojny nie używano luizytu, a zatem nie było też takich wypadków z ludźmi, w których możnaby przypisać niezdolność do pracy zatruciu luizytem.

Na zakończenie można powiedzieć, że doświadczenia przeprowadzone na psach potwierdzają opinję wyrażoną przez ba-

daczy, którzy zreferowali swe badania nad wypadkami z ludźmi. Gdy zwierzęta, te znajdowały się w psiarni, były one żwawe i zdawały się być pozornie zdrowe z rzadkiemi tylko wyjątkami, nie zdradzały również trudności w oddychaniu przy biegu. Noszono się pierwotnie z zamiarem zbadania wpływu, jaki wywierał wysiłek fizyczny na płuca i serce tych powracających do zdrowia psów, w tym celu zbudowano deptak. Lecz psy były zbyt inteligentne, by z niego korzystać, i albo wyskakiwały z niego, lub też nie ruszały się wcale tak, że musiano zaprzestać dalszych usiłowań w tym kierunku; lecz nawet te zwierzęta, u których znajdywano przy sekcji wyraźne zmiany w narządach, nie doświadczały za życia nigdy prawie żadnych dolegliwości. W znacznej większości wypadków u ludzi, którzy nie ulegli tak silnemu zatruciu i którzy korzystali z nierównie lepszej opieki w szpitalach, wszelkie uszkodzenia musiały zniknąć po upływie roku od chwili uszkodzenia, a te nieznaczne zmiany, jakie pozostają u nielicznych osobników, nie mogą stanowić przyczyny niezdolności do pracy. W znacznej ilości tych wypadków, w których niezdolność do pracy trwała jeszcze po upływie roku od chwili zatrucia, można było stwierdzić neurastenję, zwłaszcza czynnościowe zaburzenia akcji serca, lub też czynnościowy stan chorobowy ośrodka oddechowego. To też leczenie tych wypadków powinno iść w tym kierunku.

ROZDZIAŁ XVI.

Wojna chemiczna na morzu z punktu widzenia lekarskiego [1]).

Pierwsze zastosowanie gazów trujących na wojnie datuje od czasów bardzo dawnych. Prawdopodobnie używały ich po raz pierwszy pierwotne plemiona przy wzajemnem wypędzaniu się z jaskiń, w których znajdowały schronienie. Płaskorzeźby asyryjskie przechowywane w Muzeum Brytyjskim są dowodem tego, że stosowano gazy trujące już od bardzo dawna, przedstawiają one użycie płynnego ognia, ten sposób walki był w zastosowaniu często w następnych wiekach zarówno na lądzie jak i na morzu. Opis użycia go znajdujemy przy opisie oblężenia Syrakuz w 413 r. przed Chrystusem (1) i przy oblężeniu Rhodesu w 304 przed Chrystusem (2). Takich i tym podobnych środków bojowych używano w dawnych czasach, częściowo z powodu ich działania duszącego, częściowo zaś jako środków wzniecających pożary. Te substancje składały się prawdopodobnie z różnych mieszanin smoły, siarki, nafty oraz lżejszych olei i jak się zdaje nie były nawet bardzo skuteczne.

Jednakże z chwilą wprowadzenia tak zwanego „ognia greckiego", broń chemiczna nabiera większego znaczenia na wojnie, a zwłaszcza w wojnie morskiej.

Około 668 roku po Chrystusie pewien architekt imieniem Kallinikos, uciekł z Heliopolis do Konstantynopola i udzielił władcom Wschodniego Państwa Rzymskiego tajemnicy „ognia morskiego". Przy pomocy tego nowego środka bojowego pobili

---

[1]) Rozdział ten napisał Porucznik Komandor Duncan C. Walton, (M.C.), U. S. N.

Grecy kilkakrotnie Arabów, i przechowali zazdrośnie formułę tego ognia przez przeszło 500 lat.

Różne formuły podawano dla „ognia greckiego". Wreszcie jako prawdziwą przyjęto ogólnie formułę podawaną przez Groot'a (3), który twierdzi, że ogień grecki składał się z siarki, nafty, wosku, oleju i niegaszonego wapna, ponieważ przy zetknięciu się niegaszonego wapna z wodą powstaje temperatura wynosząca 150°C, ciepło jego wystarcza do rozżarzenia znajdujących się w mieszaninie lżejszych olei. W historji znajdujemy opisy duszących woni i niewielkich wybuchów, jakie powtarzały się przy atakach zapomocą ognia greckiego. Płynny ogień wyrzucano zapomocą wielkiej pompy ręcznej podobnej do tej, jakiej używa obecnie jeszcze straż ogniowa (4) z rury czy też syfonu osadzonego na systemie bloków na przedzie bizantyjskich statków. Tylko bizantyjscy władcy używali z powodzeniem ognia płynnego, a wszelkie próby używania go przez inne narody, zawodziły nieodmiennie. Możemy tu przytoczyć między innemi, usiłowania czynione w tym kierunku przez Armję Zjednoczoną pod Charleston w czasie wojny domowej (5) i równie nieudane używanie „miotaczy ognia" w czasie wojny światowej.

Podczas oblężenia Sewastopola przez Armje Zjednoczone w 1863 roku, admirał Dundonald radził spalić 400 do 500 ton siarki przed bramami miasta w nadziei, że dymy dwutlenku siarki uduszą obrońców. Rząd W. Brytanji oparł się jednak temu, ze względu na nieludzkość takiego postępowania. Korsarze wschodnich mórz stosowali w ciągu całych wieków nieco podobne sposoby dla uzyskania przewagi nad nieprzyjacielem, używali oni mianowicie „cuchnących garnków" i „cuchnących kul", składających się ze zbiorników różnego kształtu, napełnionych mieszaniną smoły, żywicy, prochu strzelniczego, kalafonji, asafetydy, oraz różnych innych drażniących środków chemicznych. Takie cuchnące garnki rzucane na przeludniony pokład statku, wywoływały łzawienie i kaszel i czyniły ludzi niezdolnemi do walki i wysiłku fizycznego.

Matthew Paris w swej „Historia Anglorum" twierdzi, że za czasów panowania Hentyka III, dowódca angielskiego statku ustawił swój okręt od strony wiatru i rzucił duże ilości miałko sproszkowanego, niegaszonego wapna na statki francuskie i przy pomocy tego fortelu wygrał bitwę.

Beebe (7) podał kilka innych, osobliwego rodzaju, ataków chemicznych i biologicznych, zaczerpniętych z historji, między innemi takie ciekawe sposoby walki, jak rzucanie na pokłady statków nieprzyjacielskich glinianych garnków napełnionych jadowitemi gadami.

Widzimy z tego krótkiego szkicu, że chociaż wojna chemiczna miała wielkie znaczenie w dawnych walkach na morzu, nie stosowano jej zupełnie w tegoczesnych bitwach morskich, ale w czasie wojny światowej cały personel marynarki wojennej zaopatrzony był na wszelki wypadek w maski wojenne gazowe i maski te niejednokrotnie oddały wielkie usługi. I tak w czasie ataku na statek „Vindictive" stojący przy molo w Zeebruge w dniu 22-go i 23-go kwietnia 1918 r. załoga statku uległa atakowi gazowemu, Mc. Cutcheon (6) opisuje epizod ten w sposób następujący: „maski gazowe okazały się bardzo skuteczne na każdem miejscu statku, zwłaszcza zaś między pokładami. W czasie gdy statek znajdował się przy molo, ulegliśmy atakowi gazowemu, a natury tego gazu nie udało się ustalić, głównemi objawami działania jego było palenie oczu i kaszel".

Schwarte mówi o Niemcach (8). W czasie walki pod Skagerrakiem załoga używała z powodzeniem maski (pudełkowej) 11/11 dla zabezpieczenia się przeciw działaniu związków azotowych nieorganicznych i organicznych. To, że środków chemicznych nie stosowano nigdy w czasach obecnych na morzu, chyba tylko w celu utworzenia zasłon, było niejednokrotnie przedmiotem zdziwienia. A rzecz tę można wytłumaczyć w ten sposób. Po ponownem wprowadzeniu w użycie ataków chemicznych lądowych w 1915 r. przez Niemców, obie floty walczące nie chciały brać na siebie odpowiedzialności za wprowadzenie wojny chemicznej na morzu. Działo się to tak prawdopodobnie dla tej samej przyczyny, dla jakiej żadna ze stron walczących nie używała w czasie wojny bomb wypełnionych gazami trującemi, rzucanych z aeroplanów na bezbronną ludność nieprzyjacielskich miast, t. j. częściowo z poczucia rycerskości, a głównie z obawy odwetu.

W dodatku obie strony miały poważne wątpliwości co do wartości tych nowych środków bojowych w porównaniu do dawnych metod walki. Dobrze znanemi były skutki, jakie osiągano, gdy pocisk, torpeda, lub bomba naładowana silnie wybuchowemi środkami trafiała bezpośrednio w cel, natomiast wy-

niki, jakich można było oczekiwać przy stosowaniu na wojnie morskiej, czynników chemicznych były problematyczne, to też nie uważano za usprawiedliwione zaniechanie broni o znanej wartości na korzyść nowych niewypróbowanych metod. Z chwilą zawarcia pokoju w 1918 r. strategicy morscy rozważając dzieje Wojny Światowej, zmuszeni byli liczyć się z możliwością zastosowania przez nieprzyjaciela w przyszłości trujących środków chemicznych. Czynnik zaskoczenia jakiegokolwiek rodzaju ma zawsze pierwszorzędne znaczenie, a nieoczekiwany atak chemiczny, starannie wykonany i umiejętnie i energicznie wyzyskany, mógłby stanowić o uzyskaniu przewagi na morzu przez atakującego. Miałoby to zwłaszcza miejsce w tym wypadku, gdyby nieprzyjaciel zastosował nowe środki chemiczne, lub gdyby użył znanych już, w jakiś nowy i bardziej skuteczny sposób. Nikt nie może zaprzeczyć, że niebezpieczeństwo jest bardzo wielkie, a zbadanie pewnych taktyk armji może jedynie służyć jako poparcie dla tych poglądów. I tak np. każdy oddział opuściłby natychmiast teren zakażony trwałym gazem parzącym, mając tę pewność, że wojska nieprzyjacielskie również nie będą mogły zająć tego terenu. Na morzu nie można zastosować takiej taktyki, to też jasnem jest, iż statki morskie muszą być wyposażone w środki obronne, w przeciwnym bowiem razie cały personel znajdujący się na statku padnie w najkrótszym czasie ofiarą gazów trujących. Pozatem armja lądowa ma w swem rozporządzeniu uszczelnione schrony gazowe, które mogą do pewnego stopnia zabezpieczyć jej siły, podczas gdy obecny sposób wentylacji statków morskich może jedynie służyć dla dokładnego rozprószenia trucizny we wszystkich pomieszczeniach statku.

Jasnem jest również, iż podczas gdy armja posiadająca odpowiednią bazę operacyjną, może szybko sprowadzić posiłki w celu wzmocnienia obrony przeciw nowym środkom chemicznym, we flocie jest to częstokroć niewykonalnem ze względu na to, że nieraz służyć jej musi za bazę port obcy. Stąd wynika, że w czasie wojny statki muszą być wyposażone, jak można najlepiej, w środki obrony przeciwgazowej i zapasy, gdyż w czasie ataku gazowego nie czas będzie myśleć o improwizowaniu obrony, a zatem i na lekarzy wojskowych spadnie obowiązek szybkiego rozpoznawania i leczenia zatrutych gazem, by ci mogli jak najprędzej powrócić do szeregów.

Lekarze wojskowi pełniący służbę w oddziałach marynarzy na lądzie, znajdą w rozdziałach tej książki, odnoszących się do armji lądowej, wskazówki co do sposobów leczenia zatrutych w polu. Nie będziemy starali się skreślić w tym rozdziale sposobu leczenia zatrutych, gdyż uczyniliśmy to już na innem miejscu, rozważamy tu tylko z punktu widzenia lekarskiego wojnę chemiczną na morzu, oraz różnice zachodzące pomiędzy zagadnieniami wojny morskiej i lądowej.

PRAWDOPODOBNE ZASTOSOWANIE GAZÓW NA MORZU.

Lekarz marynarki wojennej powinien zdawać sobie jasno sprawę z tego, jakie gazy mogą być użyte w ataku na jego statek, w jaki sposób atak musi być przeprowadzony i kiedy. Wiadomości tego rodzaju umożliwią mu nieraz postawienie wczesnej djagnozy w czasie ataku gazowego. Szkic niniejszy obejmuje wszelkie prawdopodobne odmiany gazów, dających się zastosować na morzu, w zestawieniu z temi, jakie używają wojska lądowe.

1. Środki drażniące płuca.

Środków tych w walce morskiej nie będzie prawdopodobnie w użyciu. Większość ich są to środki nietrwałe, które użyte na czas dłuższy przed rozpoczęciem walki, nie zdołałyby zatruć powietrza na statku na dłuższy przeciąg czasu. Działanie ich jest nieco opóźnione, tak, że nie będą one przedstawiały większej wartości w czasie walki, w ciągu której bezpośrednie uderzenie pocisku, lub bomby o ładunku silnie wybuchowym, będzie o wiele skuteczniejszem, tak wobec samej załogi, jak i materjału. Ponieważ jednak zalecano stosowanie tych gazów w pociskach baterji pomocniczych, lekarz wojskowy powinien być przygotowany do ratowania zatrutych takiemi gazami.

2. Gazy parzące.

A. Gazy parzące o powolnem działaniu, takie jak np. iperyt, nie będą prawdopodobnie stosowane w czasie walki morskiej, mogą one jednak być użyte w innym czasie w celu zatrucia statku. Działanie parzące i drażniące płuca gazów takiego typu jest tak opóźnione, że nie przedstawiają one korzyści w czasie operacji morskich.

B. Gazy parzące natychmiast. Jak dotąd nie znamy takich środków, o ileby zostały wynalezione, mogłyby być stosowane na morzu w każdym czasie.

3. Środki łzawiące.

A. Nietrwałe. Ponieważ nietrwałe lakrymatory nie są bardziej skuteczne od trwałych, nie będą one używane prawdopodobnie na morzu.

B. Trwałe. Gazy te mogą być używane w każdym czasie, lecz znajdą prawdopodobnie zastosowanie jedynie w czasie walki morskiej w celu oślepienia nieprzyjaciela, lub zmuszenia go przynajmniej do włożenia maski.

4. Środki drażniące górne drogi oddechowe.

A. Nietrwałe. Można tu podnieść te same zarzuty, jak i przeciw innym czynnikom nietrwałym. Ponieważ przy obecnych warunkach wojny morskiej, opanowanie okrętu nieprzyjacielskiego trafia się rzadko, a może nawet nigdy, używać się będzie wobec tego zawsze gazu trwałego.

B. Gaz trwały. Tych gazów można używać na morzu w każdym czasie, a zwłaszcza w czasie bitwy. Działanie ich jest szybkie, podrażnienie występuje już po upływie 6—30 minut, a nawet minimalne ilości gazu powodują całkowitą niezdolność do jakiegokolwiek wysiłku. Nawet po opadnięciu na pokłady, dymy trujące wznosić się będą w powietrzu przy każdym ruchu załogi, pod postacią pyłu, a obecność tych trwałych środków drażniących, w jakiejkolwiek ubikacji statku, uczyni przebywanie w niej niemożliwem.

5. Środki duszące i porażające.

Ta grupa gazów, która obejmuje takie związki jak kwas cjanowodorowy, chlorek cjanu, siarkowodór, arsinę i fosfinę, była zalecaną, jako mająca pewną wartość w walce morskiej; ponieważ zamknięte przestrzenie statku uniemożliwiają zbyt szybkie się ich rozpraszanie. Chociaż większość ich niema wartości praktycznej z wielu względów, a mianowicie z powodu swej palności, trudności ładowania ich w pociskach i bombach, oraz wskutek tego, że rozkładają się one przy wybuchu, to jed-

nak trzeba mieć na względzie możliwość zastosowania ich w przyszłości.

Ogólny przegląd tego, co powiedzieliśmy powyżej wskazuje nam, że w rzeczywistości wszystkie gazy używane w wojnie morskiej muszą być trwałemi, a w czasie walki znajdą zastosowanie te jedynie, które działać będą na organizm szybko i trwale.

Hains (9), Fries i West (10) i Jones (11), opracowali dokładnie sposoby, w jakich mogą być wyładowywane dymy i gazy trujące na morzu i zalecają sposoby następujące:

1. W pudłach i cylindrach. A. Tych używać można wprost ze statku. W czasie Wojny Światowej używano takich pudeł różnego typu, w celu utworzenia zasłon dymowych i okazały się one bardzo skuteczne. A również wypełnione związkami trującemi i umieszczone tak, że po zapaleniu dym z nich pójdzie z wiatrem w kierunku nieprzyjaciela powinny dawać wyniki pożądane.

B. Dymy trujące, powinny być zmieszane ze zwykłym dymem zasłonowym, jak to miało zdaje się miejsce w czasie ataku niemieckiego na królewski statek Botha. (9).

2. Torpedy. A. Wątpliwe jest, czy dałoby się użyć gazu w torpedach wystrzeliwanych wprost w cel.

B. Zalecano również stosowanie torped drażniących, które wytwarzałyby obłok związków trujących w środku floty nieprzyjacielskiej.

3. Miny. Napełnianie min morskich chemicznemi materjałami niema większej wartości jako broń zaczepna.

4. Pociski. Pociski wielkiego kalibru nie będą prawdopodobnie nigdy napełniane wyłącznie tylko materjałami chemicznemi. Natomiast używanie pocisków podobnych do niemieckiego pocisku „błękitnego krzyża", który zawierał małą buteleczkę z dymem trującym, umieszczoną wśród substancji silnie wybuchowej, lub też używanie pocisków zawierających niewielką ilość substancji, wywołującej łzawienie, wywołałoby liczne wypadki uszkodzeń gazami, oprócz zwykłego działania niszczącego i zmusiłoby nieprzyjaciela do nałożenia masek. (12).

5. Z aeroplanów można zatruwać gazami statki w sposób następujący:

A. Zapomocą obryzgiwania ich trwałemi związkami trującemi.

B. W czasie walki, zapomocą zasłon, utworzonych z substancji, wywołujących szybko, drażnienie górnych dróg oddechowych.

C. Zapomocą bomb, utrzymujących się na powierzchni wody rzucanych w kierunku wiatru. Bomby takie mogą wydzielać obłoki gazu albo dymu, w ciągu 5 do 10 minut. (10).

D. Zapomocą bomb, napełnionych środkami bojowemi stałemi, uderzających bezpośrednio w cel. (10).

E. Przez opylanie związkami trującemi, rozkładającemi się powoli, portów lub miejscowości, w których mogą lądować siły nieprzyjacielskie.

Na podstawie powyższych wyliczeń, lekarz wojskowy powinien umieć zorjentować się, jakiemi ciałami chemicznemi może być zatrutą załoga statku. I tak naprzykład, w czasie walki można oczekiwać, że nieprzyjaciel użyje środków łzawiących, dymów trujących, środków parzących i być może duszących oraz drażniących płuca, natomiast można być prawie pewnym, że żaden z wolniej działających środków chemicznych nie będzie użytym.

Zorganizowanie obrony statku przeciw atakom chemicznym, należy do obowiązków wyznaczonego w tym celu oficera przeciwgazowego, w związku jednak z przyjętymi zarządzeniami obronnemi, powstają zagadnienia lekarskie. Zagadnienia te rozważymy pokrótce z punktu widzenia i obrony i odkażania.

OBRONA INDYWIDUALNA.

1. Maski gazowe.

A. Amerykańska maska typu wojskowego. Naskutek wymagań życia okrętowego, załoga nie może nosić stale przy sobie masek gazowych, tak, jak to ma miejsce w armji lądowej. Każda maska zatem, powinna ze względów sanitarnych być zaopatrzona w kartkę z nazwiskiem właściciela, lub być starannie zdezynfekowana po każdorazowym użyciu przed złożeniem jej do magazynu.

Ponieważ boczna torba zawierająca pochłaniacz, jest niewygodna dla załogi noszącej broń palną, jako też dla tych marynarzy, którzy zmuszeni są pracować w ciasnym pomieszczeniu, więc przewieszają ją oni często przez plecy, a ta część per-

sonelu, która musi nosić obszerne płaszcze, nie nosi wogóle torby bocznej i umieszcza pochłaniacz w kieszeni, lub otworze płaszcza. Należy więc zwracać uwagę, by wskutek tych manipulacji nie uległy uszkodzeniu węże gumowe, i żeby się w nich nie powtórzyły zwężenia, ulb zagięcia, czego następstwem byłyby trudności w oddychaniu.

B. Maski z pochłaniaczami przeponowemi. Maski te należy dezynfekować bardzo ostrożnie, by uniknąć przedziurawienia lub naderwania pochłaniacza.

C. Maski optyczne. Maski których używa personel mający do czynienia z różnemi przyrządami optycznemi na statku, należy dokładnie zbadać, by mieć pewność, iż nie wpływają one ujemnie na siłę wzroku. Konieczne jest przeprowadzenie badań co do bystrości wzroku w czasie noszenia maski, gdyż nieraz, zmiana rozmiaru maski lub sposobu umocowania jej może usunąć niedomagania.

D. Maska improwizowana. Gdyby zachodziła potrzeba zaimprowizowania masek, można użyć następującego sposobu, który jak się to okazało ma wielką wartość. Roztwory, jakich używano w takich wypadkach, zastosowane były przez Francuzów w masce M_2.

20 warstw gazy nasyca się roztworem następującym:

39 części sześciometylenu-czteroaminy
37.5 części gliceryny
27.5 części siarczanu niklu
11.8 węglanu sodowego i
Wody w ilości wystarczającej, by roztwór stał się zlekka klejowaty lub też

20 warstw grubego płótna nasyca się roztworem następującym:

107.0 części oleju rycynowego
81.0 części 95 procentowego alkoholu
10.7 części 90 procentowej gliceryny
3.1 części wodorotlenku sodowego.

Oba te materjały wyżyma się dobrze, by były zaledwie trochę wilgotne, układa się je warstwami jedne na drugich i całą tę płaską poduszeczkę przywiązuje się na ustach i nosie zapomocą kawałka zwykłej siatki, jakiej się używa przeciw komarom, zawiązanej na tyle głowy. Maska taka zabezpiecza od większości

gazów bojowych, włączając w to wysokie stężenie chloru, fosgenu i kwasu cjanowodorowego.

2. Pasty i maści.

Niekiedy może zajść potrzeba przygotowania na statku maści zabezpieczających, by dopełnić braki zabezpieczającego ubrania. Podaliśmy w rozdziale VIII formułę najlepszej maści, jaką udało się dotychczas spreparować.

3. Ubranie.

Można naprędce wykonać ubranie nieprzemakalne dla iperytu z ubrań noszonych na statku, uszczelniając wszystkie otwory klejem roztartym na taśmie i dopasowując ubranie ściśle dokoła szyji i kostek u nóg, a luki między ubraniem a maską gazową, trzeba zakryć zabezpieczającą maścią. Takie ubranie może chronić skutecznie przed oparzeniem iperytem lub innemi środkami parzącemi. Należałoby pamiętać, że gdy się raz wejdzie w takim ubraniu do zagazowanego oddziału statku, ubranie staje się zanieczyszczone i musi zostać zdezynfekowane. Używanie ubrania lub obuwia impregnowanego gumą, jest przeciwwskazane, gdyż iperyt rozpuszcza się z łatwością w gumie. Obuwie skórzane i rękawice można uczynić nieprzepuszczalnem dla iperytu w sposób następujący: Ogrzewa się do 85 — 90°C mieszaninę złożoną z:

Wosku	30 części
Oleju rycynowego	70 części

i do tej mieszaniny wkłada się obuwie i rękawice. Następnie odlewa się nadmiar cieczy a przedmioty które były w niej, osusza się w ciągu 2 godzin. Obuwie i rękawice przepojone tą mieszaniną zabezpieczają w ciągu 2 godzin przed iperytem. Po zanieczyszczeniu tych części odzieży iperytem, trzeba je oczyścić zapomocą chlorku wapnia.

OBRONA ZBIOROWA.

Z punktu widzenia obrony przeciwgazowej, statek trzeba podzielić na trzy rodzaje pomieszczeń dla załogi: przestrzenie zamknięte, nawpół zamknięte i otwarte. Zagadnienia lekarskie zmieniają się znacznie w związku z rodzajem pomieszczenia.

Przestrzenie otwarte są to wszystkie takie miejsca jak górny pokład, platformy dla armat przeciwlotniczych i t. p. i tu obrona przeciwgazowa załogi ograniczać się będzie z konieczności do użycia maski i zabezpieczającego ubrania. Nawpół zamknięte przestrzenie są to wszystkie te pomieszczenia, które z konieczności połączone są z powietrzem zewnętrznem. Do tych ubikacji zaliczyć trzeba: wieżę komendanta, wieże pancerne, komory dla bocznych baterji, stację sygnałową, kotłownicę i oddział maszyn. W tych pomieszczeniach należy uzupełnić zabezpieczenie, jakie daje maska i specjalna odzież, przesączaniem powietrza przy pomocy doskonałej wentylacji i utrzymywaniem, o ile się to tylko da uskutecznić, silnego dodatniego ciśnienia powietrza, koniecznego dla zapobieżenia przedostawaniu się gazu z zewnątrz przez strzelnice oraz inne otwory tego rodzaju.

Do zamkniętych przestrzeni zaliczyć trzeba takie, jak komora dla torped, dla dynamo-maszyny, magazyny, oraz składy. Zupełne uszczelnienie takich pomieszczeń przy pomocy uszczelnionych drzwi, błon w tubach głosowych i t. p., oraz instalacji dla zgęszczonego powietrza, lub zbiorników z tlenem i przyrządów dla oczyszczania powietrza, rozwiązuje w całości zagadnienie zabezpieczenia ich przeciw wtargnięciu gazu, znajdującego się w powietrzu zewnętrznem. Wobec tego prawdopodobnie w przyszłości coraz większą ilość pomieszczeń na statku przekształcać się będzie na pomieszczenia uszczelnione, wprowadzając samowystarczalność statku pod względem zapasów powietrza, na sposób łodzi podwodnych (9). Czynności lekarza wojskowego w tych okolicznościach, polegać będą głównie na konieczności upewnienia się, czy powietrze na statku jest odpowiednio czyste, czy wilgotność lub temperatura danej przestrzeni nie przekracza określonych granic i czy powietrze w pomieszczeniach jest poruszane przy pomocy wachlarzy.

W dodatku musi on stwierdzić, czy zapasy środków spożywczych i wody na statku są odpowiednio zabezpieczone. Wszystkie połączenia zbiorników wodnych z powietrzem zewnętrznem muszą być zabezpieczone zapomocą pewnego rodzaju pochłaniaczy, jak przy maskach przeciwgazowych, a zapasy żywności muszą być przykryte, a raczej opakowane w nieprzenikalnych torbach papierowych lub płóciennych.

Jeżeli okręt, stojąc w porcie lub przystani, uległ atakowi aeroplanów, i jeżeli w czasie tego ataku użyto gazu, bądź to w bombach, bądź to przez opryskiwanie, wtedy lekarz wojskowy powinien uważać wodę w porcie za zakażoną i przedsięwziąć wszelkie możliwe środki, by załoga statku nie mogła zetknąć się z tą zatrutą wodą, co mogłoby się zdarzyć, gdyby tej wody używano do zmywania pokładu, do prania bielizny, lub gdyby windowano łodzie, które uległy już zakażeniu przez zetknięcie się z wodą zakażoną. Ponieważ większa ilość trwałych środków chemicznych, bojowych nie ulega zniszczeniu po poddaniu ich na działanie wody, niebezpieczeństwo, jakie zagraża załodze okrętu, stojącego w przystani, której wodę zakażono iperytem, jest conajmniej równie wielkie, jak gdyby w mieście znajdującem się obok tej przystani, wybuchła cholera.

Lekarz wojskowy powinien być również przygotowany do ratowania zatrutych, jacy się znajdą wśród lądujących oddziałów, których zadaniem ma być zajęcia wybrzeża, które w celu obrony może być ubezpieczone przez rozlanie lub rozpryskanie trwałych chemicznych środków bojowych.

Bardzo ważną gałęzią obrony zbiorowej, która powinna pochłaniać uwagę lekarzy wojskowych, jest wyszkolenie personelu sanitarnego w rozpoznawaniu sygnałów alarmowych zwiastujących atak gazowy i w orjentacji postępowania na wypadek ataku gazowego, czyli, aby wiedzieli, które drzwi i przejścia należy trzymać zamknięte i uszczelnione i jaką drogą należy przenosić zatrutych i rannych. Ludzie ci, powinni unikać zamknięcia w małych oddziałach, bo wtedy nie mogliby już śpieszyć z pomocą tam, gdzie znajdują się liczniejsze grupy rannych i zatrutych.

Po ataku gazowym kierowanie odkażaniem okrętu i jego załogi, przypada w udziale oficerowi gazowemu, jednakże lekarz wojskowy powinien być w pogotowiu, by mógł w każdej chwili służyć radą i pomocą co do przedsiębranych środków, od których zależeć będzie w przyszłości zdrowie i bezpieczeństwo załogi. Należy najpierw oczyścić szybko i dokładnie pokłady, przegrody, maszyny i armaty, poczem dopiero przystępuje się do niszczenia gazu, co jest rzeczą nieodzowną ze względu na zdrowie i bezpieczeństwo załogi. Jeżeli do ataku użyto trwałych bojowych środków chemicznych, wtedy należy wydać załodze czyste ubranie, a odzież zakażoną należy oczyścić przez

gotowanie jej w ciągu godziny, o ile zaś to nie jest możliwe, należy odzież tę zniszczyć. Jeżeli środki żywnościowe i woda uległy zakażeniu, należy je wrzucić do morza. Po ataku gazowym, pierwszym zadaniem lekarza wojskowego będzie sprawdzenie, czy nie uległy zakażeniu zbiorniki z wodą znajdujące się na pokładzie, jeżeli wypadek ten miał miejsce, należy zbiorniki te oczyścić zapomocą pary gorącej, zawierającej związki przeciwgazowe, a następnie wyszorować i wymyć wodą. Po starannem oczyszczeniu naczyń i sprzętu stołowego: ławek, stołów, hamaków i dokładnem wymyciu głów oficerów i żołnierzy, lekarz wojskowy powinien sprawdzić osobiście, czy stan sanitarny okrętu został przywrócony, o ile to możliwe, do normy.

Większość substancji przeciwgazowych, są to związki chemiczne silnie chlorujące, lub utleniające, wskutek czego trujące środki chemiczne zostają przekształcone albo na związki więcej chlorowane, lub też zostają utlenione. Powstające przytem związki, chociaż zupełnie nieszkodliwe dla ludzi, mają jednak tak przykry zapach, że trzeba je szybko usunąć, gdyż inaczej załoga nie będzie chciała przebywać w swych pomieszczeniach. W czasie odgazowywania należy zwracać pilną uwagę na personel używany do tej czynności, by nie dopuścić do przypadkowego zetknięcia z silnie zakażonemi przedmiotami, trzeba również zorganizować zawczasu ratownictwo, by w razie wypadku oparzenia, móc odrazu zastosować środki lecznicze. Poza tymi obowiązkami, lekarz wojskowy powinien być również przygotowanym do urządzenia, przy pomocy swych zapasów, małych stacyj odkażających, gdzie możnaby dezynfekować maski, części twarzowe, oraz inne materjały, których nie można wygotowywać, ani też poddać działaniu silnie działających środków niszczących gaz. Zabieg ten wykonuje się zazwyczaj w taki sposób, że wytwarza się (zapomocą chlorku wapnia i kwasu chlorowodorowego) obłok chloru w zamkniętym pudełku, lub namiocie znajdującym się na pokładzie i umieszcza się tam przedmioty, które mają być dezynfekowanemi. Niemożna odkażać w ten sposób delikatnych instrumentów, które mogą ulec uszkodzeniu wskutek działania gazu. Istotnie oczyścić można od zanieczyszczenia trwałym środkiem chemicznym bojowym prawie wszystkie przyrządy potrzebne przy łożu chorego, bądź to przez gotowanie, bądź też przez zastosowanie pary pod ciśnieniem.

W czasie przeszłych wojen lekarz wojskowy musiał robić

również niektóre przygotowania w przewidywaniu niebezpieczeństwa, na jakie mogła być narażoną załoga znajdująca się w różnych częściach statku w czasie walki, i tak musiał mieć gotowe opatrunki dodatkowe dla ludzi znajdujących się na górnych pokładach, gdzie mogli oni być ranieni odłamkami, musiał mieć znowu gotowe opatrunki innego rodzaju dla tych, którzy przebywali w kotłowniach i przy maszynach, gdzie im groziło oparzenie parą wskutek ewentualnego rozerwania rur przez pocisk i t. p. W czasie ataku gazowego zachodzić będą podobne różnice w stopniu uszkodzeń różnych grup załogi, pracujących w różnych ubikacjach statku i stosownie do tego zmieniać się będzie procent zatrutych gazem. Ludziom, pracującym w zamkniętych i uszczelnionych od gazu pomieszczeniach, zagrażać będzie jedynie bezpośrednie uderzenie pocisku gazowego w ubikację, w której się oni znajdują. Lekarze pracujący w nawpół zamkniętych pomieszczeniach, będą narażeni na wszelkiego rodzaju ataki i o każdym czasie, zarówno na falowe ataki gazu jak i na bezpośrednie uderzanie pocisków gazowych. Ci znowu, którzy pracują na odkrytych przestrzeniach, narażeni bywają na ataki falami gazu, jak również na obryzgiwanie pochodzące z rozrywających się pocisków gazowych, lecz główną ich troskę stanowić będą niewątpliwie ataki falowe, a z chwilą gdy statek opuści przestrzeń zagazowaną, niebezpieczeństwo ustaje.

Ta część załogi, która pracuje pod pokładami, na wypadek gdyby gaz w czasie ataku gazowego przedostał się do tych przestrzeni, będzie miała odmienne warunki obrony, ponieważ gaz zawarty w zamkniętej przestrzeni nie będzie mógł być szybko usunięty i będzie zagrażał przez czas dłuższy ludziom przebywającym w tej zamkniętej ubikacji.

Jeżeli po skończonym ataku będzie można uruchomić aparat wentylacyjny, to przestrzenie statku mogą być oczyszczone od gazów trujących, znajdujących się w nich pod postacią pary. Przyczem czas trwania takiego oczyszczenia zależeć będzie od rozmiaru danego pomieszczenia, szybkości zmiany powietrza i natury użytego związku, i okrętowy oficer gazowy, może dostarczyć lekarzowi wojskowemu danych dotyczących prawdopodobnego stopnia odkażenia wszystkich przestrzeni statku.

Na podstawie danych powyższych, lekarz wojskowy będzie mógł ocenić okoliczności, którym będzie musiał stawić czoło

w czasie ataku chemicznego i będzie mógł wydać odpowiednie zarządzenia.

Brak personelu lekarskiego i ograniczona przestrzeń na statku, uniemożliwiają zorganizowanie specjalnych przeciwgazowych posterunków ratowniczych, (takich jak w armji lądowej), to też trzeba będzie zatrutych gazem przenosić do zwykłych izb opatrunkowych temi samemi drogami co i rannych. Drogi te będą musiały być wybierane z większą starannością niż dawniej, gdyż do przeszkód zwykłych, jakiemi były drzwi uszczelnione, od wody, dodać należy jeszcze drzwi uszczelnione od gazu i zasłony, które uczynią wynajdywanie odpowiednich wejść i wyjść niebywale trudnem zadaniem.

Środki pierwszej pomocy dla zatrutych gazami, muszą być możliwie najprostsze. Używanie dla tego celu wielkiej ilości różnych chemikalji, wprowadziłoby tylko zamieszanie przy stosowaniu ich w czasie ataku. A ponieważ cała załoga musi nosić maski, a zatem niepodobieństwem jest leczenie oczu, jak również podawanie jakichkolwiek środków do wewnątrz, jedynemi środkami leczniczemi byłyby te, których używa się przeciw oparzeniom, t. j. 5% roztwór wodzianu potasowego, lub też 2.5% roztwór dwuwęglanu sodowego, oraz wielka butelka zawierająca czterochlorek węgla i zapas tamponów gazowych dla jaknajszybszego usuwania bryzgów iperytowych. Prócz zamieszania, jakie mogłaby spowodować duża ilość chemikalji w puszkach pierwszej pomocy, mogłoby jeszcze powstać dodatkowe niebezpieczeństwo na wypadek, gdyby pocisk trafił w taką puszkę.

Ponieważ w czasie bitwy morskiej wielu ludzi odnosi rany głowy i ci nie będą mogli mieć zwykłej maski przeciwgazowej, zachodzi zatem pytanie, czy należałoby w puszkach pierwszej pomocy umieszczać specjalne maski służące do zabezpieczenia głowy rannych w czasie ataku gazowego.

Ponieważ podczas walki jest zajęta cała załoga, nie będzie więc zbywającego czasu, potrzebnego dla dopasowania tych masek, najlepszem zatem rozwiązaniem tego zagadnienia będzie, jeżeli do każdych noszy przymocuje się po dwie maski dla rannych w głowę, by służba sanitarna obsługująca nosze mogła nałożyć rannemu w głowę, taką maskę, o ile nie będzie mógł on nosić zwykłej. Tak tragarze noszy, jak i sanitarjusze powinni być również dokładnie obznajmieni z niesieniem pierwszej po-

mocy zatrutym różnemi gazami i z chwilą gdy staje się wiadomem jakiego gazu użył nieprzyjaciel, powinni oni dopilnować, by uszkodzeni byli traktowani w sposób odpowiedni, a zatem w razie atku iperytowego powinni oni skierować oparzonych iperytem do stacji opatrunkowych, podczas gdy uszkodzonych gazami drażniącemi płuca, powinni oni przenosić na noszach do odpowiednich pomieszczeń.

Po przybyciu zagazowanych na stację opatrunkową sposób dalszego postępowania zależeć będzie od rodzaju uszkodzenia. Jeżeli stacja opatrunkowa jest uszczelniona od gazu zapomocą szczelnych zasłon lub drzwi, należy zagazowanych rozebrać przed wniesieniem ich do takiego pomieszczenia, a to w celu zapobieżenia zakażeniu stacji opatrunkowej, zwłaszcza jeżeli nieprzyjaciel użył do ataku trwałych środków chemicznych bojowych. Zanieczyszczone ubranie należy wrzucić do beczek, napełnionych słabym rozczynem chlorku wapnia, który szybko zobojętni większość znanych środków trujących. Lekarz wojskowy przystępuje wówczas do badania chorych jak można najszybciej, by móc zadecydować, wielu z pośród nich może natychmiast powrócić na swe stanowisko. Przy wydawaniu tej opinji powinien on wszystkich tych, co do których uszkodzenia, zachodzą jakiekolwiek wątpliwości, skierowywać natychmiast na ich miejsca, mając na względzie, że ogólna obawa gazów jest tak silna, że w czasie ostatniej wojny udawało się niejednokrotnie zupełnie zdrowym ludziom dostawać się na tyły pod pozorem, iż ulegli uszkodzeniu i chociaż niejeden z pośród nich bezwątpienia ucierpiał nieco od gazu, to jednakże stan jego zdrowia nie wymagał opuszczenia zajmowanego przezeń stanowiska. W czasie wojny morskiej niema obawy, by jakikolwiek oficer pozwolił ludziom swym zejść ze stanowiska, chyba gdyby stan ich był taki, że mogliby oni stać się raczej zawadą, niż pomocą, pomimo tego jednak, lekarz wojskowy powinien sprawdzić stopień zatrucia, mając to na uwadze, że przy zatruciu chemicznemi środkami bojowemi, takiemi jak iperyt, praca na stanowisku nie przynosi szkody choremu, a objawy chorobowe i niezdolność do pracy występują dopiero po upływie wielu godzin, a może nawet całego dnia.

Ludzi uszkodzonych przez gazy w tym stopniu, że nie są oni w stanie pełnić swych obowiązków, trzeba usunąć z oddziałów, a sposób ich leczenia będzie zależeć od rodzaju gazu bojo-

wego i stopnia zatrucia. Oparzenia chemiczne powstałe wskutek rozpylania środków parzących albo też wskutek działania stężonych obłoków gazowych, należy zacząć leczyć natychmiast w sposób wskazany powyżej w tej książce. Podobnie i leczenie tych, którzy ulegli zatruciu gazami łzawiącemi, dymami trującemi, lub środkami drażniącemi płuca, zależeć będzie od stopnia zatrucia. Ogólnie można przyjąć jako regułę postępowania w takich przypadkach, że z początku trzeba wydzielić takich chorych w osobną grupę i zastosować u nich ogólnie przyjęte leczenie paljatywne, wykonywane przez specjalnie wyszkolonego sanitarjusza, a to aż do chwili, w której ustanie napływ rannych. To zaś pozwoli ofic. lekarzowi zająć się każdym poszczególnym wypadkiem. Wyjątek stanowią tu też zatrucia gazami drażniącemi płuca, w tych bowiem wypadkach wczesne puszczenie krwi i injekcja dożylna roztworu glukozy zapobiegnie rozwojowi obrzęku płucnego. Te zabiegi również może wykonać sanitarjusz pod kierownictwem lekarza. Wielu z pośród zatrutych, których stan narazie wydaje się być zatrważający, powraca wprędce do zdrowia i może zająć swe stanowisko po upływie mniej więcej godziny. Odnosi się to zwłaszcza do tych, którzy zostali zatruci w lekkim stopniu gazami drażniącemi górne drogi oddechowe i którzy są zupełnie zdolni do pracy po przeminięciu początkowych objawów, gdyż w takich wypadkach nie potrzeba obawiać się poważniejszych następstw. W końcu musimy raz jeszcze podkreślić, że i tu zarówno jak w innych wypadkach, należy uwzględniać indywidualne własności organizmu chorego i leczyć go w sposób odpowiedni.

Każda stacja opatrunkowa powinna być wyposażona w sposób następujący:

Powinna posiadać maski szpitalne dla rannych w głowę,

Czterochlorek węgla i chlorek wapnia dla leczenia oparzeń iperytowych.

Wielki zapas taniej gazy lub tamponów bawełnianych do zmywań czterochlorkiem węgla miejsc zanieczyszczonych iperytem.

5% roztwór wodorotlenku sodowego.

2,5% roztwór dwuwęgianu sodowego na wypadek podrażnienia oczu, gardła i nosa.

Pastę glicerynową z wodorotlenkiem żelazowym przyrządzoną w sposób opisany w rozdziale VIII.

Zwykle używane roztwory morfiny i strzykawki.

Mieszaninę chloroformu, alkoholu i eteru na wypadek uszkodzenia dymami trującemi (patrz rozdział X).

Przyrządy do nacinania żył.

Chloraminę „T" oraz roztwór Dakina.

Przyrząd do wstrzykiwań dożylnych wraz z roztworem glikozy.

Ponieważ zawieszanie zbiornika używanego dla wlewań podskórnych będzie na statku sprawiało trudności, należy zaopatrzyć się dla wykonania tych injekcji w wielką strzykawkę szklaną połączoną ze zbiornikiem zapomocą dwudzielnego kraniku.

Chociaż stosowanie tlenu jest gorąco zalecane w wielu wypadkach zatrucia gazami bojowemi, to jednak używanie go w czasie walki jest przeciwwskazane, a to z tego względu, że tlen jako gaz łatwo palny mógłby się stać przyczyną silnego pożaru przy jakimkolwiek wypadku.

Przy pomocy wyżej wymienionych zapasów z dodatkiem leków, których dodatnie działanie przeciw nowym środkom chemicznym, stosowanym przez nieprzyjaciela, zostało wykazane, można w większości wypadków przetrwać czas walki.

Po ukończeniu bitwy należy koniecznie zbadać dokładnie chorych i leczyć ich, stosując się do wskazówek podanych w poprzednich rozdziałach.

Dla dalszego leczenia chorych zatrutych gazami drażniącemi płuca, polecano urządzenie oddzielnego pokoju, któryby mógł służyć jako komora tlenowa. Nie da się to jednakże uskutecznić ze względu na wielkie ilości potrzebnego tlenu i niebezpieczeństwo pożaru. Jeżeli wogóle ma się używać tlenu na statku bojowym, to należy pobierać tlen z cylindra zapomocą zwykłych rurek gazowych, zainstalowanych wzdłuż ścian i zaopatrzonych co każde 3 stopy w rozgałęzienie w postaci rurek gumowych. Maski Haldane'a, które są najekonomiczniejsze pod względem spotrzebowywania tlenu, łączy się z temi gumowemi rozgałęzieniami, a pacjentów umieszcza się na noszach, lub łóżkach w pobliżu każdej takiej rurki. Przy zastosowaniu tej metody jeden sanitarjusz, może mieć nadzór nad leczeniem wielu chorych przy minimalnej stracie czasu, przyczem unikniemy wszelkiego zamieszania, umieszczając razem tych chorych.

Późniejsze leczenie oparzeń polegać będzie na częstym zmienianiu opatrunków na miejscu oparzeń iperytowych, oraz na

jaknajwcześniejszem wycięciu przestrzeni obryzganych luizytem lub innemi podobnemi środkami. Poważniejsze objawy niedrożności tchawicy, jako następstwa wdychania par środków parzących, wymagać będzie wdmuchiwania powietrza do tchawicy, a niekiedy nawet wstrzykiwań leków do tchawicy przez powięź głośni.

Po ukończeniu walki powstaje zagadnienie, jakie wypadki wymagają przeniesienia do szpitala, lub okrętów szpitalnych. Też same względy, któremi zwykł się powodować oficer lekarz w swoich rozporządzeniach dotyczących rannych, wchodzą w grę i w tym wypadku, gdy chodzi o zatrutych gazami. To znaczy, że ludzi tylko w lekkim stopniu uszkodzonych, a którzy ze względu na swe wyszkolenie, lub zręczność przedstawiają cenny materjał dla okrętu, lekarz pozostawia dla statku. I prawdopodobnie zdarzy się nieraz, że w swej gorliwości o całość załogi, lekarz zatrzyma na statku ludzi, których należałoby odesłać na ląd stały, nietylko ze względu na ich własne zdrowie, lecz również dla dobra statku jako jednostki bojowej. Oparzenia gazowe goją się bardzo powoli i nieraz oparzenie, które na pierwszy rzut oka ma wszelkie pozory uszkodzenia, które się może zgoić w przeciągu kilku dni, zaczyna się jątrzyć i nie daje się zagoić nawet przy najtroskliwszym leczeniu. W wypadkach uszkodzenia oczu rozwija się światłowstręt, który trwać może całe miesiące i nie daje objawów jakichś widocznych uszkodzeń oczu. U ludzi, którzy mieli podrażnione górne drogi oddechowe, powstaje po ich pozornem wyzdrowieniu cały szereg takich objawów że stają się oni całkiem niezdolni do przebywania na pokładzie krążącego po morzu statku, i niema możności przewidzieć, u jakich chorych powstaną te objawy. To też o ile lekarz może zatrzymać na statku lżej rannych, będąc mniej więcej pewnym wyników kuracji, to nie może on mieć tej pewności tam, gdzie chodzi o zatrutych gazami, gdyż chociaż powracają oni ostatecznie do zdrowia i chociaż należy unikać zbytniego rozpieszczania tych chorych, to jednakże jedynem miejscem, gdzie można przeprowadzić stopniowane ćwiczenia i specjalne leczenie potrzebne dla przywrócenia im zdrowia, jest odpowiednio wyposażony szpital pozostający pod umiejętnem kierownictwem.

W powyższych paragrafach usiłowaliśmy przewidzieć, jakie powstaną wymagania od oficera lekarza, pełniącego służbę na

statku bojowym w czasie wojny, w której będą wprowadzone środki chemiczne w czasie bitwy morskiej, oraz staraliśmy się stworzyć podstawy dla rozwoju Służby Lekarskiej, by mogła ona sprostać zagadnieniom wojny chemicznej. Takie same środki trzeba będzie zastosować na wielkich jednostkach bojowych takich, jak krążowniki, lub statki, służące jako baza dla aeroplanów. Statki towarowe chociaż będą mniej narażone na bezpośrednie ostrzeliwanie w czasie bitwy, mogą jednak ulec atakom innego rodzaju, takim jak atak z aeroplanów, to też ich personel lekarski musi być również przygotowany do ratowania zatrutych gazami.

Co się zaś tyczy krążowników wywiadowczych, i torpedowców, warunki stworzone przez wojnę chemiczną przypominać będą w ogólnych zarysach warunki w jakich znajdywać się będą większe statki. Prawdopodobnie jednak, wskutek ich lżejszego opancerzenia, już pierwsze pociski zamienią ich zamknięte i nawpół zamknięte pomieszczenia na zupełnie otwarte mające bezpośrednie połączenie z powietrzem zewnętrznem, tak że znaczna część załogi może być narażoną następnie na ataki falowe. Na torpedowcach większość załogi zajętej przy armatach i rurach torpedowych i przy kierowaniu statkiem jest narażona na ataki falowe w każdym czasie i podoficer sanit. mający w pieczy swej aptekę statku, powinien być zawsze gotów do udzielenia pierwszej pomocy zatrutym. I chociaż na mniejszym statku leczenie większej ilości zatrutych jest niemożliwe, to jednak chorym takim można przynieść znaczną ulgę, a lżej zatrutym zapewnić powrót do zajęć w krótkim czasie.

Jakkolwiek jest rzeczą nieprawdopodobną, by statki podwodne były często narażone na ataki gazowe, to jednak mogą one być zaatakowane w czasie gdy stoją na kotwicy, wtedy to będzie bardzo niebezpiecznem użycie przez załogę statku masek podwodnych, jako masek przeciwgazowych, bo chociaż maski te zabezpieczają w zupełności od chloru, a częściowo i od fosgenu, to nie dają one żadnego zabezpieczenia od dymów trujących i zabezpieczają w stopniu niewystarczającym od arsinów takich jak luizyt i metyl-dwuchloroarsina, prócz tego użycie takich masek wobec innych gazów bojowych niż chlor, (który zostaje całkowicie usunięty przez żrący pumeks) wpłynie na zni-

szczenie hopkalitu w pochłaniaczu i maska utraci swe własności usuwania tlenku węgla.

Statki szpitalne prawdopodobnie nie będą narażone na ataki gazowe, mogą jednak i one znaleźć się w atmosferze gazu trującego w razie ataku gazowego falowego lub lotniczego na zbierającą się w porcie lub stojącą na kotwicy flotę. Z tej przyczyny trzeba będzie wykonać pewne przygotowania na wypadek takiego ataku, nawet na statkach, tego rodzaju , a po za zwykłemi sposobami stosowanemi na wszystkich statkach w takich razach, jak oto zamknięcie wentylatorów, okien i t. p., należy jeszcze odpowiednio wyszkolić personel szpitalny, by umiał on szybko nałożyć maski tym chorym, którzy nie mogą tego sami uczynić. Szybkie i dokładne wykonanie tych zabiegów w ciągu czasu, jaki upłynie od chwili dania sygnału gazowego, aż do chwili w której gaz dosięgnie statku, wymaga wysokiego stopnia wyszkolenia i karności gazowej, gdyż tak na lądzie jak i na morzu, najlepsze urządzenia przeciwgazowe nie będą miały żadnej wartości, jeżeli personel nie będzie dokładnie obznajmiony z ich użyciem.

Co się zaś tyczy dodatkowych zapasów i urządzeń lekarskich, jaki powinien posiadać taki statek szpitalny na wypadek otrzymania transportu zatrutych gazami bojowemi z floty, to sądzimy, że zapasy posiadane obecnie z dodatkiem pewnej ilości cylindrów tlenowych i masek tlenowych Haldane,a, zadosyćuczynią wszelkim wymaganiom.

Urządzenie komór tlenowych na statku przedstawiałoby zbyt wielkie niebezpieczeństwo pożaru, przytem komory takie mają większą wartość dla leczenia policytemji, nocnych duszności i newrozy, występujących później u zatrutych gazami, a zatem miałyby one jedynie wartość dla szpitali lądowych.

Opierając się na doświadczeniu Anglików i Francuzów w czasie wojny światowej, którzy ostatecznie odsyłali wszystkich zatrutych gazami bojowemi do specjalnych szpitali, wydaje się być najodpowiedniejszą rzeczą, odsyłanie wszystkich takich chorych z pośród marynarzy do odpowiedniego szpitala tego typu, wyposażonego we wszelkie odpowiednie urządzenia i mającego odpowiednio wyszkolony personel, a to znacznie przyśpieszy powrót ich do zupełnego zdrowia. Szpital taki powinien znajdować się w klimacie łagodnym.

NIEBEZPIECZEŃSTWO GAZÓW TRUJĄCYCH.

Chociaż dla lekarza marynarki wojennej największą troskę stwarza stosowanie przez bezwzględnego nieprzyjaciela gazów bojowych w czasie bitwy morskiej, to jednak w każdym innym czasie może zajść wypadek, który wymagać będzie również jego pomocy w przeciwdziałaniu zatruciom gazowym. Gazy trujące wchodzą z każdym rokiem coraz bardziej i używają ich obecnie dla różnych celów przemysłowych, a stopniowo znajdują one zostasowanie i w marynarce. Można tu wspomnieć o używaniu kwasu cjanowodorowego i chlorku cjanu dla okurzania statków, jak również stosowanie amonjaku w lodowniach i używanie nowego paliwa dla motorów. Oprócz tego gazy trujące mogą powstawać samorzutnie na statku, wskutek wadliwej aparatury, jako wynik rozkładu stałych zazwyczaj środków chemicznych, lub jako produkt wybuchów i pożarów.

Przyczyny wymienione powyżej stały się powodem znacznej ilości nieszczęśliwych wypadków i lekarz wojskowy powinien być obeznany z działaniem tych gazów, powinien znać zaburzenia jakie one wywołują i środki obronne, służące do zapobiegania dalszym nieszczęśliwym wypadkom.

Amonjak.

Na wielu okrętach handlowych znajdują się chłodnice, ochładzane zapomocą amonjaku. Również niektóre wojskowe transportowce mają te same urządzenia i są zaopatrzone w pochłaniacze amonjaku, służące do posługiwania się niemi w razie gdy zachodzi konieczność naprawy tych urządzeń. Pary amonjakalne są wysoce niebezpieczne i wydostanie się ich po za obręb zamkniętych pomieszczeń na statku, może stać się przyczyną licznych zatruć, jak to się trafia w fabrykach sztucznego lodu w wielu miastach. Można wykryć amonjak węchem już wówczas, gdy zawartość jego w powietrzu wynosi zaledwie 0.005%, drażniący wpływ na oczy wywiera już koncentracja 0.07%, a 0.17% wywołuje kaszel (sprawozdanie ze stacji doświadczalnej Uniwersytetu Amerykańskiego). Lehmann (13) twierdzi, że koncentracja śmiertelna amonjaku zaczyna się od 1.74 do 3.13 miligrama na litr, przy przebywaniu w zatrutym powietrzu przez pół godziny; jest to jadowitość chloru. Jego działanie trujące polega całkowicie na miejscowym podrażnieniu dróg odde-

chowych. Magnus (14) i Sihle (15) wykazali, że płuca są nieprzepuszczalne dla amonjaku, nie zostaje on wchłonięty do krwi, ani też nie zostaje wydzielonym z krwi do płuc. Objawy zatrucia są następujące: uczucie niepokoju, ból w okolicy nadbrzusza, zawroty głowy, palenie w gardle i wymioty. Tętno jest drobne i częste, usta i gardło są zaczerwienione i zjawia się ślinotok. Przy doświadczeniach na zwierzętach stwierdzić można zwiększoną wydzielinę oczu, nosa i ust, daje się zauważyć ochrypłość głosu, oraz wymioty, po których występują drgawki tężcowe i śmierć. Blyth (16) twierdzi, że przy sekcji można znaleźć w oskrzelach aż do najdrobniejszych ich rozgałęzień, dużą ilość silnie przylegającego śluzu i zaczerwienioną błonę śluzową wszystkich dróg oddechowych, zaczynając od głośni. Płuca mają kształt konsystencji płuc rozedmowych, ale nie zawsze mają zabarwienie właściwe rozedmie. Serce zawiera tylko nieznaczną ilość skrzepów, a krew jest barwy ciemno-czerwonej.

Cushny (17) twierdzi, że podrażnienie śluzówki nosa powoduje odruchowe zwężenie naczyń, oraz wzmożenie ciśnienia krwi, a serce zwalnia swą akcję. Oddech zatrzymuje się z początku, potem staje się głębszy i pełniejszy. Stężenie amonjaku wynoszące 3 mgm. na litr wywołuje wyraźne i szybko powstające podrażnienie skóry.

Ludzie, którzy pracują w pobliżu wytwórni amoniaku, cierpią często na chroniczne zapalenie spojówek i choroby skóry, te zaś spowodowane są prawdopodobnie łączeniem się amoniaku z tłuszczem gruczołów skóry, przyczem powstają mydła drażniące.

Oparzenia skóry wywołane przez amoniak leczą się najlepiej zwykłym roztworem kwasu pikrynowego, do przemywania oczu można używać nasyconego roztworu kwasu borowego. Jeżeli amoniak dostał się do płuc przez wdech, można choremu ulżyć, przykrywając jego nos i usta płótnem zwilżonem w occie. (18).

Maska o błękitnym pochłaniaczu, używana w wojsku i marynarce, zabezpiecza jedynie w ciągu 3 minut przed amoniakiem gdy jego stężenie wynosi 3.5 mgm. na litr. Zielony pochłaniacz, używany do ćwiczeń, zabezpiecza jedynie w ciągu dwuch minut przy takiem samem stężeniu. Widzimy z tego, że obecny pochłaniacz maski gazowej nie miałby żadnej wartości w razie wypadku wydostania się amonjaku z chłodnic zepsutych

lub tem podobnych urządzeń, to też Służba broni chemicznej obmyśliła inny pochłaniacz dla amonjaku, dla zwalczania tego rodzaju niebezpieczeństwa na pokładzie przewozowych statków wojskowych. Pochłaniach taki ma niezwykle wielkie rozmiary i wypełniony jest 1100 cm.^{3} pumeksu nasyconego stężonym roztworem siarczanu miedzi. Pochłaniacz taki zabezpiecza w ciągu godziny od stężenia wynoszącego 3.5 mgm. NH_3 na litr. Morska maska, zabezpieczająca od tlenku węgla, niema żadnej wartości tam, gdzie chodzi o amonjak. Ponieważ amonjak rozpuszcza się łatwo w wodzie, kawałek płótna umoczonego w wodzie i pokrywający usta i nos służy w pewnym stopniu jako zabezpieczenie. Podobnie też jeżeli opryskamy wodą szparę przez którą wydostaje się amonjak, stężenie jego zostanie znacznie obniżone.

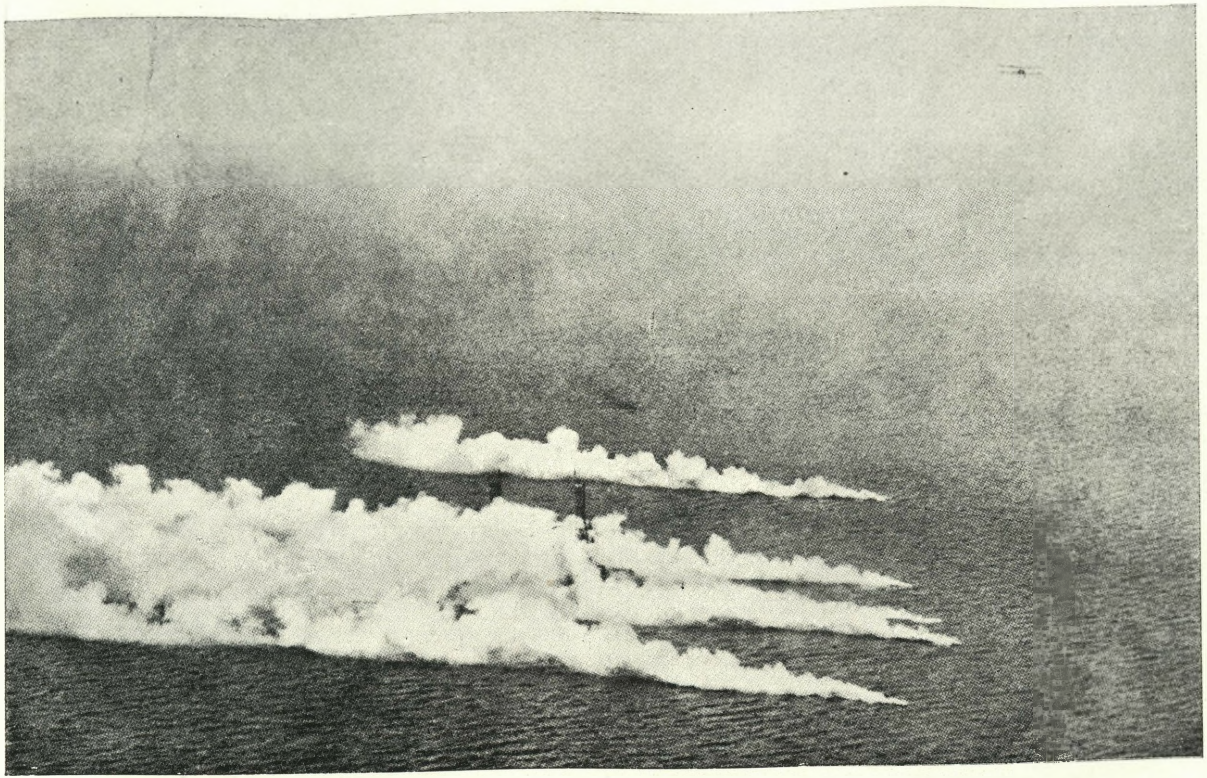
Cjanowodor i chlorek cjanu.

Do niedawna dezynfekowano statki przy pomocy dwutlenku siarki, lub kwasu cjanowodorowego. Oba te sposoby miały wiele stron ujemnych, i wreszcie Służba Zdrowia Publicznego zastosowała gaz, używany obecnie, mianowicie: mieszaninę cjanowodoru i chlorku cjanu. Gaz ten wytwarza się, gdy worki napełnione cjankiem sodowym, chloranem sodu i talkiem zanurzymy w garnkach glinianych, zawierających kwas solny. Stężenie tych gazów, jakie daje się osiągnąć w zamkniętej przestrzeni dla tępienia wszy, pluskiew i karakonów, wynosi 1.882 mgm. chlorku cjanu na litr i 0.654 mgm. cjanowodoru na litr. Taka mieszanina jest najsilniejszym ze środków używanych dotąd dla dezynfekcji, jest ona również śmiertelną dla gryzoniów i zabija je po upływie kilku minut, a drażniące działanie chlorku cjanu uniemożliwia przebywanie w powietrzu, zakażonym tą mieszaniną, wskutek silnego podrażnienia spojówek i błony śluzowej nosa. Jedna szesnasta powyżej podanego stężenia tych gazów nie jest śmiertelną dla gryzoniów w ciągu godziny, ale jest silnie drażniąca dla człowieka. Obecność silnie drażniącego środka jakim jest chlorek cjanu, sprawia, że gaz ten jest niezrównany dla dezynfekcji statków, ponieważ łączy w sobie trujące własności grupy cjanowej z działaniem ostrzegawczym, jakie posiada chlorek cjanu.

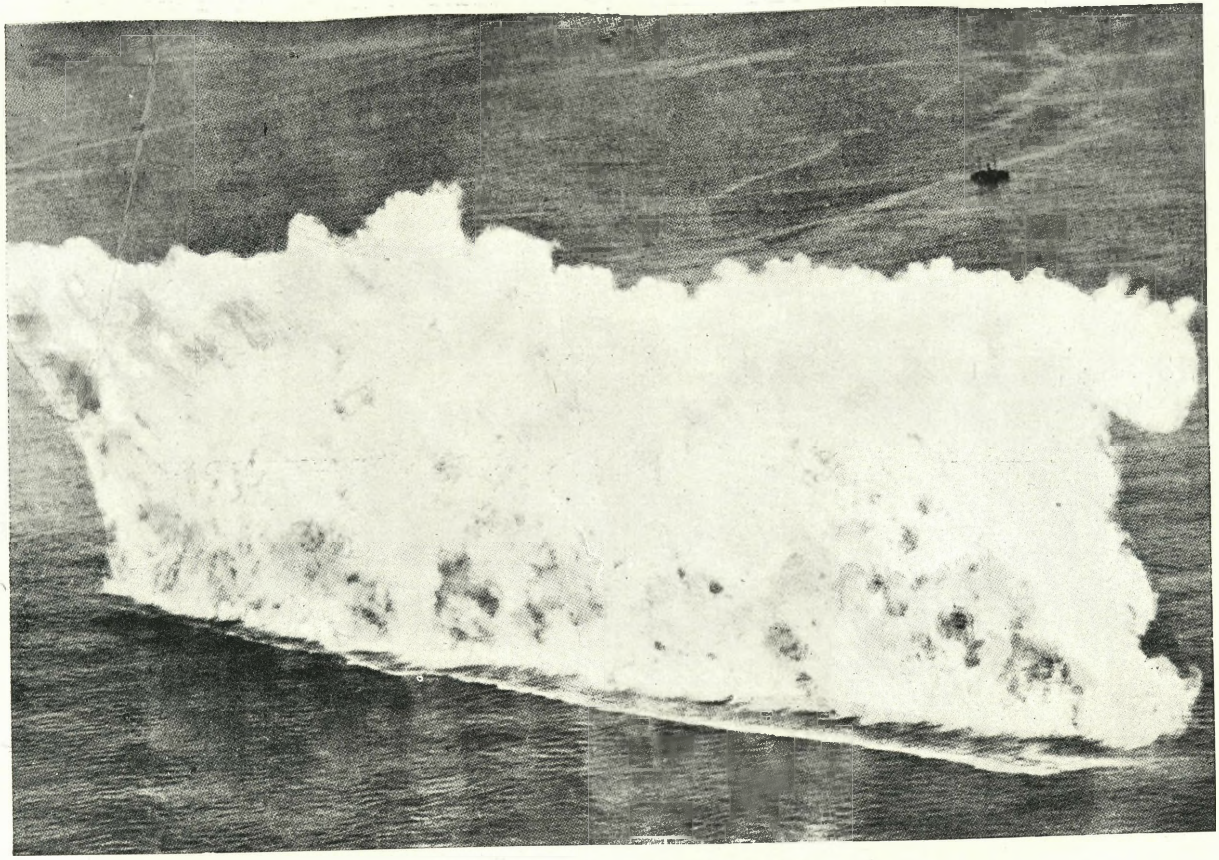
Działanie kwasu cjanowodorowego rozważaliśmy w rozdziale XI. Działanie chlorku cjanu jest następujące: Stęże-



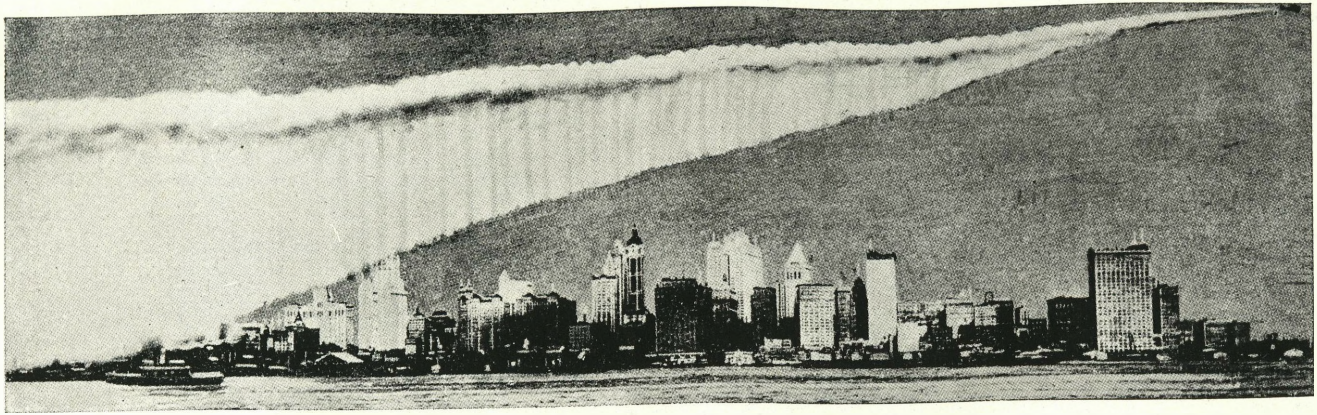
Aeroplan wytwarzający dym.



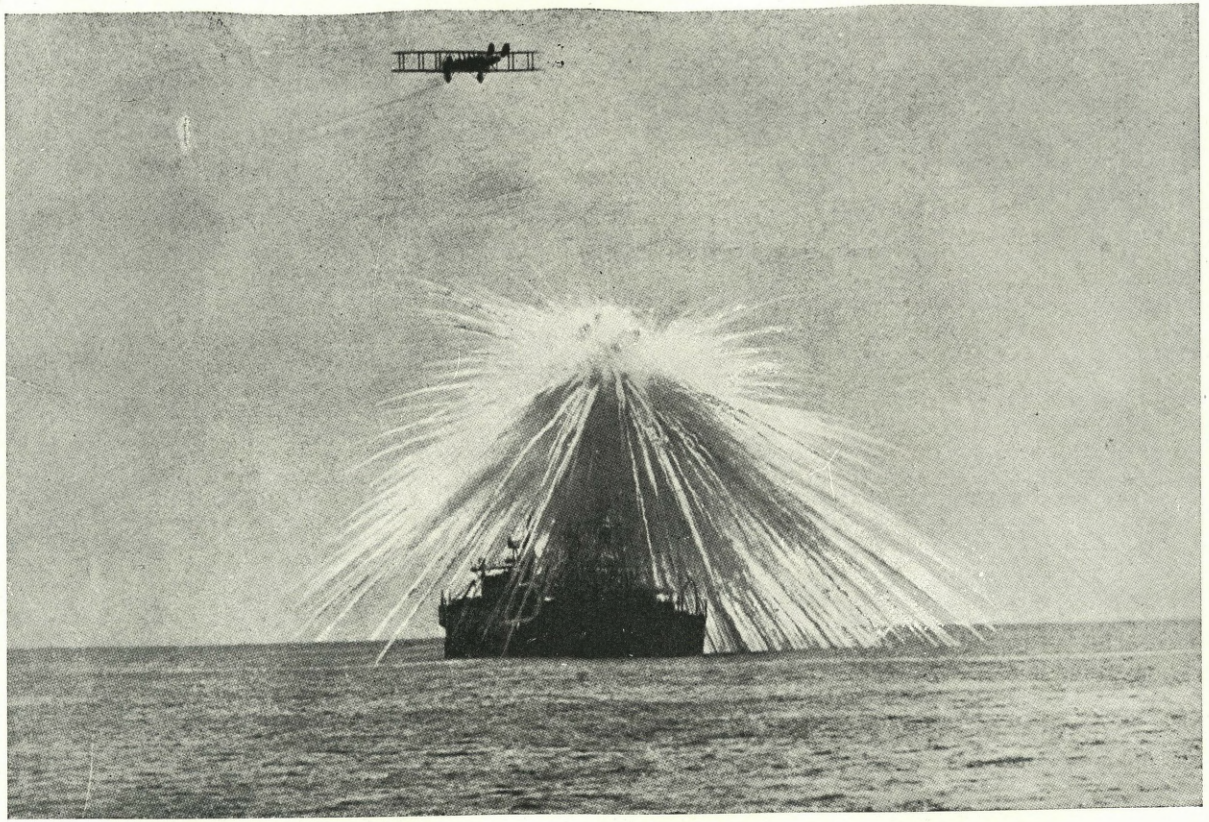
Zasłona dymowa utworzona przez torpedowce. W ten sam sposób można użyć dymów drażniących.



Zasłona dymowa utworzona przez aeroplan.



Zasłona dymowa utworzona w czasie pokazu w porcie Nowego Jorku, w dniu 2 maja 1924 roku.



Rozerwanie się 46 kgr. bomby napełnionej fosforem.

nia wynoszące 0. 0025 mgm. na litr, wywołują w ciągu kilku minut silne łzawienie, a stężenie wynoszące 0.005 mgm. na litr wywołuje prócz łzawienia podrażnienie błony śluzowej gardła i nosa. Stężenie śmiertelne dla psów przy dwustu czterdziestu minutowym przebywaniu ich w atmosferze zatrutej, wynosi 0.12 mgm. na litr, widzimy zatem, iż istnieją szerokie granice zupełnego bezpieczeństwa pomiędzy stężeniem przy którem obecność gazu daje się odczuwać, a stężeniem śmiertelnem. Chlorek cjanu, (jak zresztą wszystkie cjanki), zabija obecnością zawartej w nim grupy cjanowej, a zatem i objawy zatrucia są takie same, jak przy zatruciu kwasem cjanowodorowym (rozdział XI), w dodatku przyłącza się tu szybko występujące podniecenie, oraz podrażnienie oczu i dróg oddechowych. Zmiany patologiczne u zwierząt zatrutych chlorkiem cjanu, różnią się od zmian powstałych przez zatrucia kwasem cjanowodorowym tem, że halogen obecny w tym związku wywiera silne działanie drażniące na drogi oddechowe, i tutaj można stwierdzić łuszczenie się nabłonka tchawicy i oskrzeli, ponadto lekki stan zapalny dokoła drobnych oskrzeli, jakoteż obrzęk okołonaczyniowy i nieznaczne wybroczyny krwawe oraz obrzęk pęcherzyków płucnych.

Dłuższe przebywanie w niższych stężeniach, wywołuje tylko nieznaczne zapalenie spojówek, chrypkę, a niekiedy zaburzenia w trawieniu.

Leczenie tych ostrych wypadków zatrucia jest takie same, jak przy zatruciu kwasem cjanowodorowym, t. j. sztuczny oddech w czystem powietrzu.

Jeżeli zaś wypadnie wejść do wnętrza statku z jakiejkolwiek przyczyny zanim statek zostanie dokładnie przewietrzony, można użyć masek z następującemi pochłaniaczami:

Pochłaniacz Służby Zdrowia (pomalowany na biało) zawiera 750 cm.^{3} węgla drzewnego, nasyconego 2% roztworem sześciometylenoczteroaminy i 400 cm.^{3} źrącego pumeksu — pochłaniacz ten zabezpiecza w ciągu 6 godzin wobec stężenia wynoszącego 1.02 mgm. chlorku cjanu na litr i 0.47 mgm. kwasu cjanowodorowego na litr, a przy stężeniu 5 mgm. CNCl na litr i 1.7 mgm. HCN na litr, zabezpieczać będzie w ciągu 30 minut. Obecność stężenia takiej wysokości daje się rychło odczuć, wywołuje ono zaczerwienienie i swędzenie skóry.

Błękitny pochłaniacz z 1919 roku używany w marynarce i zielony pochłaniacz, używany dla celów ćwiczebnych, służą jako zabezpieczenia przeciw mieszaninie używanej dla dezynfekcji statków, błękitny pochłaniacz zabezpiecza przy stężeniu wynoszącym 22 mgm. HCN na litr w ciągu 13 minut, a przy stężeniu CNCl wynoszącym 2.5 mgm. na litr w ciągu 30 minut. Zielony pochłaniacz zabezpiecza w sposób następujący:

	Miligramów na litr	Minut
Kwas wodorocjanowy	0.55	29
Kwas wodorocjanowy	2.2	16
Chlorek cjanogenu	0.25	10
Chlorek cjanogenu	1.25	5

Z cyfr powyższych można zauważyć, że używać można maski morskiej w celu ratowania personelu w przedziałach napełnionych zwykłą mieszaniną dymową, a ponieważ chlorek cjanu zaczyna pierwszy przenikać przez pochłaniacz, łzawienie wywołane przez niego, może służyć jako ostrzeżenie, że pochłaniacz przestaje działać.

Maska, używana na łodziach podwodnych, zabezpiecza przed tą mieszaniną dymową w ciągu 25 minut.

Formaldehyd, HCHO.

Par formaldehydu używa się często na statkach dla dezynfekcji. Niskie stężenia tych par wywołują lekkie podrażnienie powierzchni śluzówek, a częste przebywanie w parach formaldehydu, sprowadza przyzwyczajenie się do nich w pewnym stopniu. Wysokie stężenia są silnie drażniące i wywołują zapalenie oskrzeli i ogniskowe zapalenie płuc. Część wchłoniętego formaldehydu wchłania się z płuc i zostaje utleniona w tkankach, zwłaszcza w wątrobie na kwas mrówczany, część zaś zostaje przekształcona na sześciometylenoczteroaminę. Pozostałość zostaje zniszczona w organizmie, lub wydziela się pod postacią formaldehydu.

Podręcznik lekarski wydany dla Służby lekarskiej Marynarki Stanów Zjednoczonych, podaje wskazówki co do stosowania formaldehydu, przy stężeniu 4 mgm. na litr. Ponieważ zie-

lony pochłaniacz zabezpiecza przeciwko tym parom w ciągu przeszło 40 minut przy stężeniu wynoszącym 12.27 mgm. na litr, a błękitny pochłaniacz zabezpiecza w ciągu przeszło 40 minut przy stężeniu, wynoszącym 30 mgm. na litr, masek tych można używać, kiedy zajdzie potrzeba przebywania w pokojach napełnionych parami formaldehydu. Maska, używana na łodziach podwodnych nie zabezpiecza zupełnie przed parami formaldehydu.

Pary azotawe NO_2.

Działanie par azotawych rozważaliśmy w rozdziale XI, możemy się z nimi łatwo spotykać przy pożarach fabryk wyrobów chemicznych, w których przechowywano kwas azotowy, lub azotany. Musi się niemi interesować lekarz wojskowy, gdyż one powstają również wtedy, gdy prochy azotowe spalają się zwolna, lub nie ulegają zwykłej eksplozji. Największa liczba uszkodzonych gazami w czasie wojny wszechświatowej w marynarce Brytyjskiej, uległa zatruciu wskutek par azotawych lub tlenku węgla. Pary tlenku azotawego mają czerwono-bronzowe zabarwienie i w obecności wilgoci zmieniają się szybko na kwas azotawy i azotowy, co stanowi zapewne przyczynę drażniącego działania tych gazów. Haldane twierdzi (19), że myszy poddane działaniu par azotowych przez pół godziny w stężeniu 0.05% (1.88 mgm. na litr) ginęły przy typowych objawach w ciągu 24 godzin.

Symons (20) pisze:

„Wczesnym rankiem 27 kwietnia, dwie miny uderzyły w statek J. K. M. „Russell" i tylna część okrętu zaczęła się palić. Wkrótce potem nastąpił wybuch we wnętrzu tylnej wieży. Nie ulega wątpliwości, że w tylnej części okrętu znajdowały się znaczne ilości par azotawych wskutek spalenia się środków wybuchowych i, że wielu oficerów i żołnierzy oddychało temi parami. 17 oficerów i żołnierzy leczyło się następnie w Królewskich Szpitalach dla Marynarki na Malcie, wskutek zatrucia temi gazami".

Symons stwierdził, iż ludzie ci zostali zatruci parami azotawemi. 14 z pośród nich zmarło.

Fairlie (21) donosi o wynikach storpedowania Królewskiego statku „Brytanja" w dniu 19 listopada 1918 r. Po wybuchu torpedy musiał nastąpić drugi wybuch, a następnie wybuchł pożar w jednym z magazynów, zapalił się kordyt. Kilku mary-

narzy zatrutych zmarło na statkach ratowniczych, a dwaj zmarli w drodze do szpitala. Ogółem przyjęto do szpitala 56 zatrutych, z których 10 zmarło. Niektórzy z tych chorych byli w atmosferze tych gazów tylko w ciągu kilku minut, a jednakże zatrucie to zakończyło się śmiercią.

W wypadkach tych zauważono znaczne opóźnienie w rozwoju objawów zatrucia i w niektórych z nich ten okres utajonego działania od chwili zatrucia do wybuchu groźnych objawów, trwał koło 18 godzin.

Wszystkie te wypadki kończyły się obrzękiem płuc, występującym po zatruciu tlenkiem azotowym.

Fairlie twierdzi, że w pierwszych okresach choroby zastosowanie emetyny i atropiny dawało dobre wyniki, nie działały one jednak w okresach późniejszych. Upuszczanie krwi miało wielkie znaczenie. W wypadkach zaś gdy krew była bardzo lepka, wykonywano przecięcie żyły średniej łokciowej lub żyły średniej promieniowej. Konieczne było stosowanie ścisłej djety, spoczynku, ciepła, oraz środków pobudzających. Stosowanie tlenu nie dało wyników zadawalniających, prawdopodobnie dlatego, jak twierdzi Fairlie, że nie miano pod ręką odpowiednich masek.

Pochłaniacze błękitny i zielony przy stężeniu wynoszącym 5.64 mgm. na litr, chronią od tych gazów przynajmniej w ciągu 17 minut. Maska, używana na łodziach podwodnych przy stężeniu wynoszącym 3.76 mgm. na litr, zabezpiecza w ciągu pół godziny.

Płyny gaszące ogień.

Liczne nieszczęśliwe wypadki, jakie miały miejsce w różnych wytwórniach przemysłowych, tunelach i na okrętach, zdarzyły się wskutek użycia pewnych płynów gaszących ogień w zamkniętych pomieszczeniach. Wszystkie te płyny składają się z czterochlorku węgla, z dodaniem chloroformu, lub wysoce wrzących destylatów naftowych, w celu zapobieżenia zamarzaniu. Fieldner, Katz i Kinney (22), zbadali zachowanie się różnych cieczy, gaszących ogień w komorze mającej 1000 stóp sześciennych, zlewając tą cieczą różne płonące materjały i polewając nią również rozgrzaną do czerwoności blachę. Brano następnie próbki powietrza i poddawano je analizie. Wyniki wy-

kazały, że tlenek węgla wydzielał się w nieznacznych ilościach, które nie mogły stać się groźnemi w ciągu czasu, jaki potrzebny był dla ugaszenia ognia. Chlor powstawał w minimalnych ilościach, a pary kwasu solnego wydzielały się w ilości wystarczającej tylko dla wywołania podrażnienia, które jednak nie mogło zagrażać zdrowiu. Pary czterochlorku węgla znajdowały się w stężeniach wahających się od 0.2 do 0.6%, ilość taka nie wystarcza dla wywołania utraty przytomności w ciągu krótkiego czasu, ale dłuższe przebywanie w takim powietrzu może spowodować omdlenie. Fosgen wydzielał się w stężeniach 15 części na miljon (0.680 mgm. na litr), to zaś stężenie jest śmiertelne. Żółte zabarwienie dymu ma swe źródło w tworzeniu się chlorku żelaza, który wskutek hydrolizy zamienia się na kwas chlorowodorowy i tlenek żelaza.

Błękitne i zielone pochłaniacze zabezpieczają w zupełności przeciw tym wywiązującym się gazom, z wyjątkiem jedynie tlenku węgla, który obecny jest w tak niewielkich ilościach, że przebywanie w nim w ciągu krótkiego czasu nie przedstawia żadnego niebezpieczeństwa. Płyny gaszące ogień mają wielką wartość, zwłaszcza przy zaczynających się pożarach, w zamkniętych pomieszczeniach, nie posiadających odpowiedniej wentylacji, skąd ucieczka jest niemożliwa, należy ich wobec tego używać z wielką ostrożnością.

Dwutlenek siarki.

Gazu tego używa się często na statkach dla celów dezynfekcji. Jest to bezbarwny gaz mający zapach siarki, jest on cięższy od powietrza i kondensuje się tworząc ciecz przy 18°C. Syfony zawierające tę ciecz sprzedaję się dla celów dezynfekcji, ale w marynarce przyjęte jest spalanie siarki w pałeczkach lub kawałkach. Gazu tego używano w czasach średniowiecznych dla ataków chemicznych w celu uduszenia nieprzyjaciela. Dwutlenek siarki zostaje z łatwością utleniony na trójtlenek siarki, który z kolei łączy się z wodą, tworząc kwas siarkowy. Wielu ludzi uległo oparzeniu przy oczyszczaniu kominów statku po spaleniu paliwa o wysokiej zawartości siarki.

Jeżeli gaz ten dostanie się do płuc przy oddychaniu przy stężeniu wynoszącym 5.72 mgm. na litr, występują natychmiast objawy silnego podrażnienia, kaszel i kichanie. W wypadkach

kończących się śmiercią, wygląd pośmiertny ciała przedstawia obraz uduszenia. Krew ma ciemne zabarwienie, a oskrzela i oskrzeliki mają wygląd zapalenia krupowego. W płucach znajdujemy obrzęk. Chorym podawano łagodne alkalja, wychodząc z założenia, że będą one w stanie zobojętnić powstały kwas.

Przykrycie twarzy płótnem lub gąbką zwilżoną wodą zabezpiecza w pewnej mierze.

Zielony pochłaniacz zabezpiecza w przeciągu 29 minut przy stężeniu wynoszącym 131 mgm. na litr, toż samo można powiedzieć o błękitnym pochłaniaczu. Maska, używana na łodziach podwodnych zabezpiecza w ciągu godziny przy stężeniu wynoszącym 0.9 mgm. na litr. Ponieważ najwyższe stężenie, jakiego się używa przy okurzaniu statków wynosi 128 mgm. na litr wytworzone przez spalenie 600 gr. siarki w przestrzeni wynoszącej 28.32 l.), możemy twierdzić, że przy krótkim działaniu tych gazów, błękitny i zielony pochłaniacz zabezpiecza niewątpliwie, podczas gdy maska podwodna jest bezwartościowa.

Siarkowodór H_2S.

Jest to związek bardzo trujący dla ludzi. Stężenie jego wynoszące 3 mgm. na litr, zabija po upływie 2 do 3 minut. (23).

Anglicy używali go ataków falowych, ale wkrótce zarzucili go z powodu jego łatwej palności. Wiele wypadków zatrucia siarkowodorem zdarza się przy czyszczeniu kanałów, w fabrykach, gdzie się produkuje siarkowodór, a drogą wtargnięcia tego jadu do organizmu jest przewód oddechowy. Zdarzają się również wypadki zatrucia tym ciałem na okrętach, na których dopuszcza się do gnicia odpadków organicznych, jak to miało miejsce na statku amerykańskim „Wyomin".

W przedniej części okrętu, poniżej kajuty marynarskiej, znajdował się zbiornik dla smarów, do którego zbiegały się kanały z oddziału torpedowego. Mydło, oraz inne związki alkaliczne wraz z wodą, olejami i tłuszczami, używanemi dla czyszczenia i konserwowania torped, spływały do tego zbiornika, który trzeba było co pewien czas czyścić i wypalać. Ilekroć razy poruszano płytę znajdującą się na dnie zbiornika, wtedy wydobywała się silna woń siarkowodoru w całej przedniej części okrętu aż do górnego pokładu włącznie. Zbiornik na smary nie był odpowiednio przewietrzany, ponadto stwierdzono, że również wskutek oddziaływania związków alkalicznych, używanych do czyszczenia, na oleje znajdujące się w zbiorniku, powstawał siarkowodór.

Pewnego razu przy otwieraniu zbiornika w celu oczyszczenia go, człowiek, któremu tę pracę powierzono upadł, i odniesiono go nieprzytomnego do punktu ratunkowego. W ciągu godziny zdawało się, że nie uda się go odratować. Był on nawpół przytomny, skóra jego była chłodna i miała szare zabarwienie, z osobliwym żółtawym odcieniem na twarzy. Tętno było szybkie, drobne i miękkie, a oddech płytki. Obłożono go workami gumowemi, napełnionemi gorącą wodą, okryto kołdrami i pobudzano działalność serca zapomocą kawy, strychniny i chlorku adrenaliny. Następnego dnia mógł się już podnieść, lecz był jeszcze silnie osłabiony. Jego trzej towarzysze, którzy pracowali przy tym samym zbiorniku ulegli również zatruciu, lecz w znacznie mniejszym stopniu, tak, że nie uszkodziło to ich zdolności do pracy. Mieli oni jednak wymioty i uskarżali się na ból głowy i ogólne osłabienie mięśni.

W ciągu kilku godzin, jakie upłynęły od chwili poruszenia płyty, woń siarkowodoru dawała się silnie odczuwać w kajucie marynarskiej zarówno jak i jej okolicach. Biała farba jaką pomalowane były przejścia łączące magazyny w bezpośrednim sąsiedztwie zbiornika, przez który uchodził siarkowodór, zmieniły barwę swą na ciemnożółtą, a lśniące metalowe powierzchnie ucierpiały również, jak tego można było oczekiwać.

Siarkowodór wprowadzony drogą oddychania do płuc w większych ilościach wywołuje sinicę, utratę przytomności, na ustach pojawia się piana, muskuły sztywnieją, a często zatrucie kończy septyczne zapalenie płuc. Wysuwano liczne teorje, dotyczące sposobu działania siarkowodoru, lecz żadna z nich nie jest zadawalniająca. Prawdopodobnie przy wysokich stężeniach zatruwa on bezpośrednio układ nerwowy. W wypadkach chronicznego zatrucia obserwujemy ból głowy, zapalenie spojówek i zaburzenia trawienia.

Zielony pochłaniacz zabezpiecza od wyziewów tego gazu, przy stężeniach wynoszących 13.91 mgm. na litr w ciągu 87 minut. Błękitny pochłaniacz zabezpiecza w przeciągu 125 minut przy takiem samem stężeniu. Maska, używana na łodziach podwodnych nie daje żadnego zabezpieczenia.

Chlor i tlenek węgla.

O gazach tych mówiliśmy obszernie na innym miejscu. Lekarza wojskowego interesują one dlatego, ponieważ trafia się niekiedy, że oba te gazy wydzielają się na łodziach podwodnych, przypadkowo lub wskutek wadliwego działania maszyn. Maskę dla łodzi podwodnych obmyślano, mając głównie na względzie zabezpieczenie od tych dwuch gazów. Ponieważ powietrze, przechodzące przez maskę jest absolutnie suche, ludzie uskarżają się

na uczucie suchości w gardle i nosie, nie ma to jednak większego znaczenia, gdyż maski te bywają używane jedynie w razie nieszczęśliwego wypadku.

Sposób badania powietrza na obecność CO w kopalniach, lub innych pomieszczeniach, polega na wpuszczeniu do atmosfery zatrutej kanarka i obserwowaniu na nim objawów zatrucia. Metoda, opisana przez Hoovera (25) jest bardziej subtelna i daje się łatwiej zastosować na statku.

Odczynnik na CO składa się z mieszaniny 10.6% pięciotlenku jodu, 33% pumeksu przesianego przez siatkę, i 56% dymiącego kwasu siarkowego, zawierającego 60% trójtlenku siarki. Mieszanina ta musi być sucha, umieszcza się ją w rurce mającej 5 mm. średnicy. Powietrze pompuje się przez tę mieszaninę zapomocą balonika, umocowanego przy rurce. Przed wejściem do rurki, powietrze przechodzi przed pokład aktywowanego węgla. Odczynnik ten jest wystarczająco czuły by mógł wykrywać w ciągu kilku sekund tlenek węgla w minimalnych ilościach tj. w takich, które nie są szkodliwe dla ludzi. W obecności tlenku węgla zjawia się w rurce zielone zabarwienie. Można przygotować stałe barwy wzorcowe z zasadowego octanu miedzi i tlenku chromu dla porównania z wytworzoną barwą. Hoover twierdzi, że w ten sposób można wykryć stężenia CO, wynoszące 0.005%, przepompowując 500 cm.^{3} powietrza przez rurkę.

Fosfina PH_3.

Jest to bezbarwny, łatwo palny i bardzo trujący gaz. Wywołuje on duszność, uczucie bólu i ucisku w klatce piersiowej i uduszenie. Na sekcji widzimy, płuca przekrwawione i obrzęknięte, a w naczyniach włoskowatych płuc spostrzegamy wybroczyny. Gaz ten interesuje lekarza wojskowego dlatego, że niekiedy miały miejsce wypadki śmiertelnego zatrucia na statkach, przewożących ładunek krzemianu żelaza. Substancja ta jest mieszaniną rudy żelaza, kwarcu, koksu i wapna, a w obecności wilgoci wydziela ona pary zawierające 95% fosfiny.

Przed gazem tym zabezpieczają doskonale błękitne i zielone pochłaniacze, maska, używana na łodziach podwodnych jest w tym wypadku zupełnie bezwartościowa.

Pary gazoliny.

Niekiedy trafiają się na statkach wypadki zatrucia gazoliną, wskutek narażenia się ludzi na działanie jej par. Pierwszymi objawami tego zatrucia są ból i zawroty głowy i odurzenia takie, jak po nadmiernym użyciu alkoholu. Przy wysokich stężeniach spostrzegamy drżenie mięśni, drgawki kloniczne, nieprzytomność, duszność i sinicę, poczem może nastąpić śmierć. U zwierząt notowano działanie znieczulające. Sekcja wykazywała wyraźnie przekrwienie płuc oraz krwawy śluz pokrywający śluzówkę tchawicy i oskrzeli. Podobne objawy i śmierć występowały również po wdychaniu terpentyny w małych pomieszczeniach. Leczenie tych zatruć jest symptomatyczne.

Zielony pochłaniacz zabezpiecza przeciw gazolinie w ciągu 15 minut, przy jej stężeniu wynoszącem 4000 części na miljon. Błękitny pochłaniacz zabezpiecza przy tem samem stężeniu w ciągu 35 minut. Dla terpentyny, czas zabezpieczenia jest nawet dłuższy. Maska, używana na łodziach podwodnych nie zabezpiecza przeciw żadnej z tych par.

Arsina, AsH_3.

Działanie arsiny rozważaliśmy już w rozdziale XI. Niejednokrotnie zdarzały się wypadki na łodziach podwodnych wydobywania się arsiny, zatrucia jakie ona powodowała, różnią się wybitnie od zwykłego zatrucia arszenikiem. Dudley (26) opisał znaczną liczbę wypadków, jakie miały miejsce na angielskich łodziach podwodnych D 3 i D 4. W czerwcu 1916 roku oba te statki odbyły próbną podróż, trwającą 4 do 8 dni, w czasie której bywały zanurzone po 17 godzin dziennie. Obecność wadliwych akumulatorów zawierających duży procent arszeniku była przyczyną wydobywania się arsiny na łodzi podwodnej. Pierwszym objawem zatrucia, na który uskarżała się załoga, były wymioty i duszność. Obecność krwi w moczu, należała do objawów, zdarzających się stale, u wielu zaś wystąpiła żółtaczka, obrzęk twarzy i powiek. Ból głowy i białkomocz były również objawami zwykłemi. U wszystkich chorych z wyjątkiem 4, rozwinęły się, łagodne zresztą, objawy zapalenia nerwów. Ilość czerwonych ciałek krwi bywała stale obniżona, w jednym wypadku było ich tylko 1,780,000; wskaźnik zabarwienia był z początku wysoki, poczem w miarę jak postępowało zdrowienie,

obniżał się stopniowo poniżej jedności. Znaleziono dowody zwiększonej kruchości czerwonych ciałek. Arszenik znajdywano w moczu, włosach i paznokciach rąk i nóg. Stwierdzono dowody wyraźnego uczulenia w stosunku do tej trucizny, wypadki te miały różne nasilenia, chociaż stężenie arsiny było jednakowe na całym statku podwodnym. Jeden człowiek z załogi twierdził, iż nie doświadczał żadnych przykrych objawów, w czasie tych próbnych podróży. Nie było żadnego wypadku śmiertelnego wśród tych 56 chorych i wszyscy powrócili do zdrowia w ciągu 6-ciu tygodni, bez żadnego leczenia.

Zarówno błękitny, jak i zielony pochłaniacz zabezpieczają w zupełności od arsiny, zwykła maska, używana na łodziach podwodnych jest jednak całkiem bezużyteczna.

Brak tlenu.

W paragrafach poprzednich rozważaliśmy zwykłe gazy spotykane na statkach. Często jednak oprócz obecności gazów trujących, brak tlenu bywa na statkach przyczyną ciężkich przypadłości u ludzi zajętych pracą na dnie statku, lub w jego zamkniętych pomieszczeniach. Zawartość tlenu w ubikacjach, w których przechowywano w ciągu pewnego czasu zapasy żywności, może się okazać znacznie obniżona. Brooke (27) opisuje wypadek, jaki miał miejsce na statku „Jakób", którego ładunek składał się z pomarańcz. Dwóch ludzi, którzy zeszli na dno statku, straciło przytomność, gdy ich stamtąd wydobyto, stwierdzono już u nich śmierć. Analiza powietrza wykazała:

	%
CO_2	22.55
O	1.86
N	75.29
CH_4	0.30

Belli wykazał na podstawie doświadczeń, przeprowadzonych w marynarce włoskiej, że ilość tlenu zawarta w przestrzeniach dna statku, obniża się do 3%, a to na skutek pochłaniania tlenu przez czerwony tlenek ołowiu, zawartych w farbie, jaką ona była pomalowana.

Rozkład substancji organicznych w magazynach statków, przyczynia się również do obniżania procentowości tlenu. Możemy tu przytoczyć przykład następujący (12):

Po rozbiciu parowca „Arabja" które zdarzyło się w pobliżu Boulogne, zdołano go wydobyć z dna morza i wprowadzono do portu. Głównym celem czynności ratowniczych było wydobycie zboża, które statek ów był naładowany. Prace te postępowały szybko naprzód, bez żadnego wypadku, ale pewnego dnia robotnicy, którzy zeszli na dno statku, ulegli nagłym przypadłościom w postaci zawrotów głowy, utraty wzroku, władzy w rękach i nogach i zemdlenia. Część ich udało się wydobyć szybko z dna statku i przywrócić do życia, i wszystkie te objawy ustąpiły u nich całkowicie, pozostawał jedynie ból głowy, ale trzech ludzi z nich zmarło zanim udało się przyjść im z pomocą. Przypuszczano z początku, iż przyczyną tego wypadku był tlenek węgla, lecz nie zdołano odkryć źródła, z którego mógł on był się wydostać i we krwi zmarłych nie znaleziono tej trucizny. Objawy zaś były zupełnie podobne do tych, jakie się spotyka u ludzi, którzy przebywali w atmosferze o znacznie zmniejszonej zawartości tlenu. Nie ulega wątpliwości, że w tym wypadku rozmokłe i rozkładające się zboże, pochłonęło znaczne ilości tlenu z powietrza tych pomieszczeń, mogły również tam rozwinąć się i inne gazy, ale te nie odegrały w tym wypadku zapewne większej roli. U żadnego z tych robotników, którzy pozostali przy życiu nie można było zauważyć objawów, pozwalających przypuszczać zatrucia siarkowodorem, i nie doznawali oni ani tego dnia, ani dni poprzednich, duszności, jaka towarzyszy zazwyczaj obecności znaczniejszej ilości tlenku węgla. Parę razy wprawdzie w czasie pracy doznawali oni zawrotu głowy i uczucia osłabienia w nogach, prawdopodobnie na skutek braku tlenu w powietrzu, w którem pracowali, objawy te jednak przemijały szybko, gdy przerywali pracę na parę minut, to też nie zwracali na to większej uwagi, fakt ten pozwala przypuszczać, że w dniu, w którym zaszedł wypadek o którym mowa, naturalna wentylacja statku była gorsza niż zazwyczaj.

Łatwo zrozumieć, że żadna maska nie zabezpiecza od braku tlenu. Jeżeli niema się pod ręką aparatów ratowniczych, używanych w kopalniach, można użyć hełmów dla nurków. Wojskowa maska gazowa, zaopatrzona w długą rurę, łączącą się z czystem powietrzem, umożliwia wejście do każdej atmosfery. Tego rodzaju aparatu używano często w czasie wojny, przy badaniu starych schronów i piwnic, o których można było przypuszczać, że nagromadziły się w nich w znacznej ilości gazy trujące, lub też że brak w nich tlenu. Używanie tych przyrządów jest zwłaszcza wskazane na statkach, gdzie odległości, jakie przebyć powinien zamaskowany, nie bywają nigdy zbyt wielkie.

ŹRÓDŁA:

(1) Thycydides, VII, 43.
(2) Diodorus Siculus, XX, 88.
(3) *Groot, Albert:* De Mirabilibus, circ. 1350.
(4) *Hine, Lt. Col.:* Gunpowder and Ammunition.

(5) American Official History of War of Rebellion, Serja I, tom XXVIII, Pt. 1, str. 33.
(6) *Mc Cutcheon, James:* Journal Royal Naval Medical Service, tom. V, Nr. 1, Styczeń, 1919, str. 9.
(7) *Beebe, C. H.:* Chemical Warfare, tom. 9, Nr. 9, str. 2—4.
(8) *Schwarte, M.:* Die Technik im Weltkriege. Berlin, 1920, str. 303.
(9) *Hains, Paul:* United States Naval Institute Proceedings, Lipiec, 1923
(10) *Fries and West:* Chemical Warfare. New York, 1921.
(11) *Jones, Ernest:* International Aeronautics, September, 1923.
(12) Britisch Medical History of the War, tom II, str. 301.
(13) *Lehmann, K. B.:* Table of poisonous gases in Kobert's Praktische Toxikologie, Stuttgart, 1912, str. 45.
(14) *Magnus:* Arch. f. exp. P. u. P., 1902, XLVIII, 100.
(15) *Sihle:* Zentbl. f. Physiol., 1903—1904, XVII, 238.
(16) *Blyth:* Poisons, Their Effects and Detection. London, 1920.
(17) *Cushny:* Pharmacology and therapeutics. New York, 1918.
(18) National Ammonia Co., New York.
(19) *Irvine:* Gassing accidents: fumes of explosives. Brit. Med. Journ., January, 1916.
(20) *Symons:* Poisoning by gases from explosives. Jour. Royal Naval Medical Service, October, 1918.
(21) *Fairlie, W. M.:* Poisoning by nitrous gases. oJur. Royal Naval Medical Service, January, 1920.
(22) *Fieldner, Katz and Kinney:* Departament of Interior, Bureau of Mines, Tech. Paper 248.
(23) Chemical Warfare Glossary, str. 66.
(24) United States Naval Medical Bulletin, Kwiecień, 1924.
(25) *Hoover, C. R.:* Jour. Ind. and Eng. Chem., tom XIII, str. 770.
(26) *Dudley, S. F.:* Arseniuretted hydrogen poisoning in submarines. Jour. Royal Naval Medical Service, July, 1919.
(27) *Brooke, I. E.:* Marine Hygiene and Sanitation. New York, 1920.

ROZDZIAŁ XVII.

Leczenie niektórych cierpień dróg oddechowych zapomocą chloru.

Jedną z pierwszych wiadomości, jakie usłyszałem po przybyciu do Arsenału w Edgewood, było twierdzenie, że w czasie wojny światowej, gdy fabryka chloru była czynną, robotnicy, pracujący w fabryce nie cierpieli ani na katary dróg oddechowych, ani na grypę. W czasie epidemji influency, gdy szpitale były przepełnione chorymi, wśród nich nie było pracowników fabryki chloru. Obserwacji tych udzielali mi pracownicy, którzy znajdowali się w czasie tej epidemji w fabryce. Ponadto stwierdzali oni, że odporność ta u robotników fabryki trwała tak długo, jak długo pracowali oni w fabryce, a dowodził tego fakt, że gdy kilku robotników, rozpoczęło pracę w szpitalu, w charakterze pielęgniarzy, zarazili się oni bardzo szybko influenzą. Słyszeliśmy potem z różnych źródeł, że robotnicy w fabrykach chloru w innych częściach kraju, odznaczali się zawsze odpornością na zaziębienia.

Stosowanie chloru w celach leczniczych nie jest wcale czemś nowem. Hale stosował chlor w klinice uniwersyteckiej w Arkansas w czasie epidemji influency i był przekonany, że studenci, którzy poddawali się kuracji, rzadziej ulegali zakażeniu niż inni. Jednakże systematycznych badań nad tą metodą leczenia nie przeprowadzono, a postanowiono, że te badania będą pierwszą pracą świeżo zorganizowanego działu badań medycznych. Kapitan H. P. Sawyer, M. C., określił stężenie chloru w powietrzu, potrzebne dla zabicia kolonji niektórych bakteryj. Stwierdzono dalej, że przy odpowiednich warunkach, stężenie wynoszące 0.021 mgm. chloru na litr, zabija liczne bakterje w prze-

ciągu jednej do dwóch godzin. Nie należy tłumaczyć sobie błędnie tego twierdzenia, nie znaczy to bowiem, że takie stężenie chloru zabija bakterje unoszące się w powietrzu. W istocie nie zabija ono nawet bakterji na płytce agaru, o ile płytka ta nie jest bardzo wilgotna. Tłumaczy się to tem, że gdy stały strumień chlorowanego powietrza przepływa ponad taką warstwą wody, wtedy woda pochłania wystarczające ilości chloru, by stać się bakterjobójczą. Większe ilości wody sterylizuje się przez dodanie 0.2 do 0.5 części, chloru na miljon części wody, a zazwyczaj wystarcza do dezynfekowania wody jedna część chloru na miljon, nawet w obecności pewnych ilości substancji organicznych. Ponieważ badania te miały jedynie charakter wstępny i sprawozdanie o nich podano na innem miejscu, nie będziemy tu wchodzić w dalsze szczegóły.

Następnie zbadano działanie wdychanego chloru na bakterje znajdujące się na błonie śluzowej nosa i gardła. Wydzielinę z nosa i gardła osobnika badanego rozsmarowywano na płytkę agaru przed inhalacją i po inhalacji chloru w eterze, wynoszącej mniej więcej 0.02 mgm. na litr w ciągu godziny. Są to najsilniejsze stężenia chloru jakie można znieść. Na pierwszej płytce otrzymywano bardzo obfitą kulturę, natomiast druga płyta na której roztarto wydzielinę z nosa i gardła po inhalacji chloru była zupełnie jałowa, albo też rozwijały się na niej pojedyńcze, nieliczne, rozsiane kolonje.

Zestawienie leczonych wypadków; ilość wyleczonych, wypadki polepszenia stanu zdrowia, oraz te, w których polepszenia nie uzyskano obliczone procentowo.

DJAGNOZA	Ilość wypadków	Wyleczeni		Polepszenie zdrowia		Stan bez zmiany	
		Ilość	%	Ilość	%	Ilość	%
Katar	388	288	74.2	91	23.5	9	2.3
Ostre zapalenie gardła i krtani	127	99	78.0	24	19.0	4	3.1
Ostre zapalenie oskrzeli .	241	192	80.0	47	19.5	2	0.5
Chroniczne „ „	106	33	31.1	41	38.6	32	30.2
Chroniczne zapalenie gardła	47	34	72.3	12	25.5	1	2.1
Koklusz	2	2	100.0				
Influenza	11	9	81.8	2	18.1		
	931	665	71.4	218	23.4	48	5.1

Ilość pacjentów, którzy inhalację trwającą godzinę powtarzali raz, dwa, trzy lub cztery razy.

DJAGNOZA	Wyleczeni				Stan zdrowia polepszył się				Bez zmiany 1 godzinę
	1	2	3	4	1	2	3	4	
Katar	271	16	1		91				9
Ostre zapalenie gardła i krtani	93	6			23			1	4
Ostre zapalenie oskrzeli	171	14	7		40		7		2
Chroniczne zapalenie śluzówki jamy nosowej		1	4	28	30	4		6	32
Chroniczny zapal. oskrzeli	6	23	5		9		3		1
Chroniczne zapal. krtani.		1	1						
Koklusz			2	6		1			
Influenza	6	3			2				
Ogółem	547	64	20	34	195	5	10	7	48

Na podstawie tych obserwacji można sądzić, że przebywanie w takiem stężeniu chloru w ciągu godziny, rzeczywiście wyjaławia powierzchnię śluzówki nosa i gardła, że niezaprzeczenie doskonałe wyniki teraupeutyczne, otrzymane następnie należy przypisać temu działaniu wyjaławiającemu.

Te wnioski były częściowo przynajmniej błędne, bo późniejsze badania wykazały, że nie można oczekiwać wyjałowienia powierzchni śluzówki przy terapeutycznem zastosowaniu chloru. Błąd ten spowodowały prawdopodobnie dwie okoliczności towarzyszące doświadczeniom: po pierwsze, ponieważ używano dla tych doświadczeń tylko zdrowych osobników i brano śluz tylko z jamy nosowo-gardłowej, a po drugie, ponieważ używano dla tych obserwacji wyższego stężenia chloru, (0.02 mgm. na litr), niż te, jakie zastosowano następnie dla celów leczniczych (0.015 mgm. na litr).

Dla celów leczniczych zbudowano komorę mającą 4 m. × 4 m. × 3.5 m., przez którą można było przepuszczać 42.000 litrów mieszaniny chloru z powietrzem, równomiernie rozpraszanej na minutę. Używano stężenia chloru wynoszącego w przybliżeniu 0.015 mgm. na litr powietrza, kontrolowano starannie stężenie zapomocą chemicznych analiz powietrza. Pacjenci przebywali w komorze po godzinie, wielu z nich odzyskiwało zdrowie już po jednorazowem zastosowaniu leczenia, lecz w wielu wypadkach trzeba było leczenie powtarzać

w ciągu paru kolejno po sobie następujących dni. Wyniki podane na stronie poprzedniej pochodzą z dnia 8-go marca 1924 r.

Jakkolwiek będziemy tłumaczyć sobie tę kurację, musimy zaznaczyć, że jednak stosowano to leczenie przez czas dłuższy, a wyniki były w dalszym ciągu mniej więcej takie same, jak podano w pierwszych sprawozdaniach. Wypadki leczone w ciągu czerwca 1924 r. można zestawić w sposób następujący:

	Wypadki	Wyleczenie	Nastąpiło polepszenie	Bez zmiany
Nieżyt nosa	85	60	22	3
Ostre zapalenie oskrzeli . . .	9	6	3	0
Ostre zapalenie gardła	6	2	4	0
Chroniczne zapalenie oskrzeli .	12	2*	10**	0
Koklusz	21	4	10	7

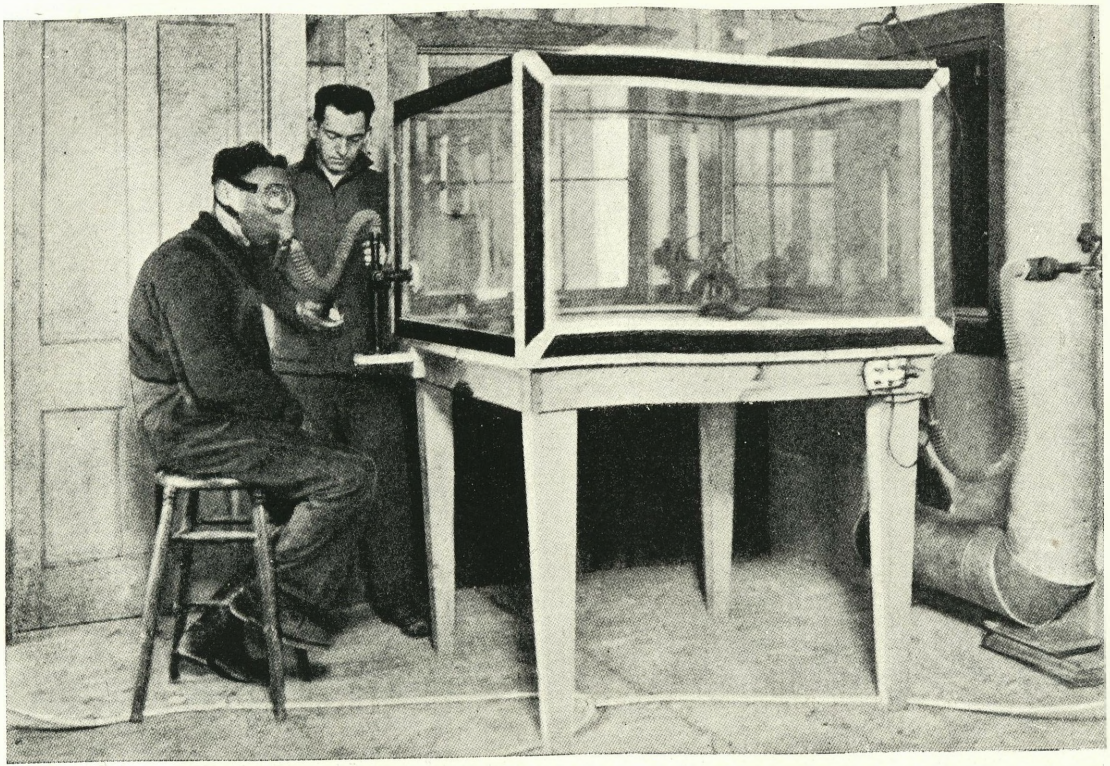
* W przeciągu 4-ch miesięcy
** W przeciągu 4-ch miesięcy do 10 lat

Rozważając w dalszym ciągu wyniki leczenia chlorem, możemy dojść do wniosków następujących:

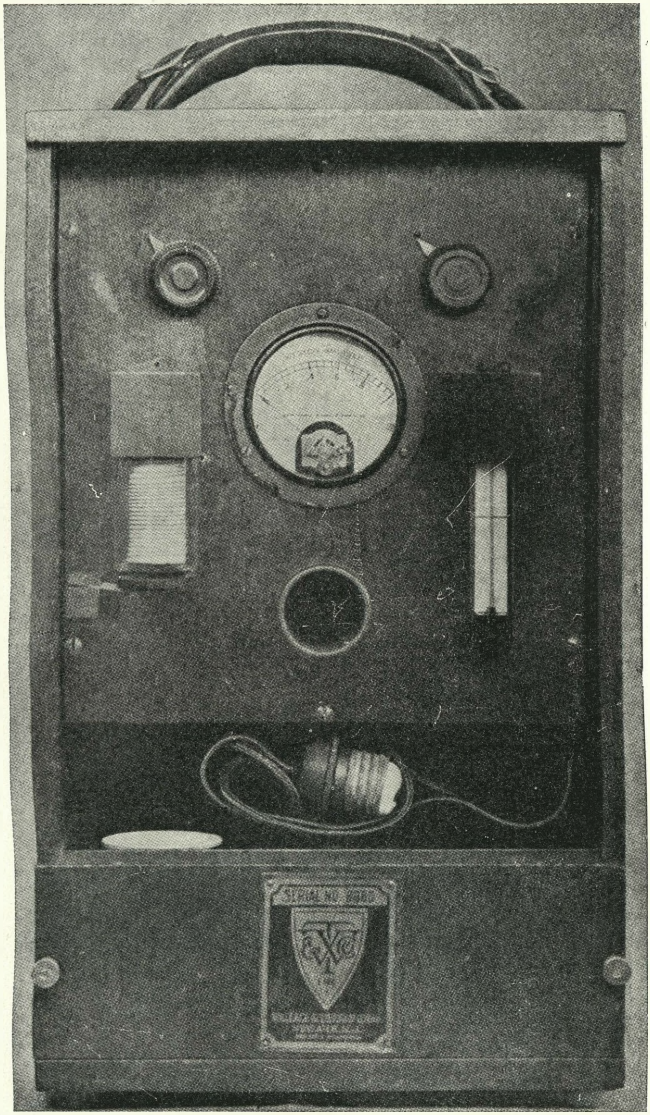
1. Jakkolwiek nie uzyskamy całkowitego wyjałowienia powierzchni śluzówki, to jednak nie ulega wątpliwości, że wiele bakterji zostaje zabitych. Tablica niniejsza podaje wyniki, jakie dały próbki, brane ze śluzówek nosa 10 chorych, cierpiących na nieżyt nosa, którzy leczyli się w czerwcu. Wszyscy ci chorzy byli badani bakterjologicznie przed i po leczeniu.

Wypadek	Ilość kolonji przed leczeniem	Ilość kolonji po leczeniu
1	Niezliczone	Niezliczone
2	30	7
3	Niezliczone	8
4	10	11
5	202	7
6	193	78
7	642	340
8	125	38
9	214	41
10	2500	500

Jak dotąd nie mamy pewnych danych, jakie mianowicie drobnoustroje wywołują katar, lub grypę, wiemy zaś, że prątek Bordet-Gengon jest nadzwyczaj czuły na wszelkie niesprzyjające mu



Przyrząd używany dla wypróbowania działania dymów drażniących na człowieka.



Inhalator dla chloru.

czynniki. Możliwem jest wreszcie, że te chorobotwórcze bakterje, mogą zostać zniszczone pomimo, że inne bakterje, które jesteśmy w stanie wyhodować na płytkach agaru pozostają przy życiu. Zdaje się być bardzo prawdopodobnem, że żywotność i jadowitość tych organizmów pozostających na powierzchni śluzówki jest znacznie obniżoną pomimo to, że mogą one jeszcze rosnąć na agarowej płytce. Jeżeli zatem liczne organizmy zostaną zniszczone, a jadowitość pozostałych obniżoną, to zwykły mechanizm obronny organizmu będzie w stanie zwalczyć i pozostałe zakaźne organizmy.

Oprócz działania dezynfekującego zapomocą chlorowania, chlor jest czynnikiem silnie utleniającym i posiada w wysokim stopniu własności rozkładania toksyn. Dean sporządził szczepionkę czerwonki zapomocą działania kwasów podchlorowych, a ogólnie zauważono, że podchloryny i podchloranystosowane w znaczniejszej ilości mogą wpływać dodatnio na sprawy septyczne. (Dakin i Dunham).

Wielu chemików wierzy, że ten proces utleniania jest właśnie głównem działaniem dezynfekcyjnem chloru. Kwas podchlorowy tworzy się przez łączenie się chloru z wodą, poczem przechodzi on w kwas solny wraz z uwalnianiem tworzącego się tlenu.

Przypuszczano, że nie można oczekiwać bakterjobójczego działania chloru wobec substancji organicznych, zawartych w wysięku, wyścielającym przewód oddechowy. Jednakże argumentując w ten sposób nie braliśmy pod uwagę tej okoliczności, że wielką zaletą antyseptyków, chlorujących jest właśnie to, że działają one w takich właśnie warunkach. Dakin i Dunham dowiedli tego i wiadomem jest, że roztwór Dakina wyjaławia najbrudniejsze rany, pomimo niezwykle wysokiej zawartości substancyj organicznych w wydzielinach z ran.

Jeżeli przyjmiemy, że ilość powietrza wdychanego i wydychanego przy każdym oddechu wynosi 500 cm.^{3}, a ilość oddechów na minutę wynosi 18, to ilość powietrza wdychanego i wydychanego w ciągu godziny wyniesie 540.000 cm.^{3}. Przy stężeniu chloru wynoszącem 0.015 mgm. na litr ilość chloru równa się mniej więcej 5 częściom na miljon i ponieważ nie wszystek wprowadzony w płuca chlor zostaje wydalony z płuc przy wydechach, wobec tego około 2.5 cm.^{3} czystego chloru ulega absorbcji w drogach oddechowych w ciągu 1 godzinnego przebywania w komo-

rze. Jeżelibyśmy zebrali cienką warstwę płynu, znajdującego się normalnie w drogach oddechowych, to ilość tej cieczy nie wynosiłaby więcej niż 50 cm.^{3}, a zatem w ciągu godziny przebywania w komorze ta warstwa cieczy otrzymuje chlor pod postacią gazu, którego ilość można określić jako wynoszącą 5% jej objętości. Taka ilość chloru zapewne nie bywa nigdy obecna naraz w płucach, ale nie trudno chyba wyobrazić sobie, że ta ilość chloru posiada w istocie działanie antyseptyczne.

2. Działanie drażniące chloru pobudza przepływ limfy i oczyszcza powierzchnię śluzówki. Jednym z pierwszych skutków leczenia chlorem jest znaczne zwiększenie się wydzieliny nosa i oskrzeli, wskutek czego kaszel się wzmaga i zwiększa się wypływ wydzieliny z nosa. Przy leczeniu koni chlorem, zauważono, że u nich występował stały wypływ z nozdrzy tak, że przy kichaniu rozpryskiwały one wydzielinę nosową na ubranie osób znajdujących się w pobliżu. To działanie oczyszczające musi być niewątpliwie korzystne i dopomaga w usuwaniu z ustroju znacznych ilości organizmów, nietylko z dróg oddechowych, ale nawet z głębiej położonych gruczołów śluzowych. Fakt, że jedynie w rzadkich tylko wypadkach otrzymuje się płytki jałowe po leczeniu chlorem, może tłumaczyć się właśnie tem ciągłem usuwaniem bakterji, które w ten sposób nie pozostawały w chlorowanym płynie dość długo, by ulec zniszczeniu. Tak więc część dobroczynnego działania chloru należy przypisać oddzielaniu się masy lepkiego śluzu, który daje się łatwo odkaszlnąć i oczyszczeniu się powierzchni śluzówki.

3. Działanie jakiegokolwiek środka drażniącego, a także i chloru na naczynia włoskowate polega na wywoływaniu najpierw krótkotrwałego skurczu naczyń, po którym następuje o wiele dłużej trwające ich rozszerzenie. W ten sposób powstaje przekrwawienie błon śluzowych, które jak to już przed wielu laty wykazał Bier, prowadzi do wyleczenia. Taki zwiększony przypływ krwi nietylko, że jest sam przez się niekorzystny dla organizmów zakaźnych, lecz takie rozszerzenie naczyń włoskowatych pociąga za sobą zawsze zwiększenie ilości leukocytów wielojądrowych, dopływających do warstw błony śluzowej przylegających do ścianek naczyń i przechodzących do nich przez diapadezę. W ten sposób dostaje się do zakażonych błon śluzowych zwiększona ilość fagocytów.

4. Pobudzanie fagocytozy i powstanie przeciwciał. Istnieje pewna ilość doświadczeń wskazujących nam, że fizjologicznie czynny tlen pobudza procesy imulogiczne. I tak, Loewenhart powiedział w swym odczycie w Harwey, w 1914 r.:

„Wracając do pierwotnego tematu, wpływu fizjologicznie czynnego tlenu na procesy zapalne i imunizacyjne, chciałbym tu wspomnieć pokrótce o dwuch pracach. Profesor L. Hektoen zbadał działanie jodozobędźwinianu i jodoksy-będźwinianu na pewne reakcje imunizacyjne. Zastrzykiwał on te substancje dożylnie psom i stwierdził, że zwiększają one wytwarzanie się specyficznej hemolizyny występującej w krwi psów po jednej injekcji 10% zawiesiny krwi koziej. Wyniki były uderzające. Zwiększenie się hemolizyny u zwierząt podlegających leczeniu, było 12 do 60 razy większe, niż u zwierząt kontrolnych. Jodobędźwinian nie wywiera żadnego wpływu w nieobecności czynnego tlenu. Dalsze doświadczenia wykażą, czy fizjologicznie czynny tlen będzie również pobudzał tworzenie się innych ciał imunizacyjnych. Jasnem jest, że miałoby to wielkie znaczenie gdybyśmy mogli w podobny sposób zwiększyć tworzenie się antytoksyny dyfterytycznej.

Dr. S. Amberg i jego współpracownicy, wykazali w całym szeregu doświadczeń, że jodozobędźwinian i jodoksybędźwinian zastrzyknięte dożylnie, lub do otrzewnej, mają własności powstrzymujące miejscową reakcję zapalną, powstałą wskutek wstrzykniętych wśródskórnie lub też wlanych do worka spojówkowego toksyn bakterji lub też iperytu, podczas gdy jodobędźwinian, który nie zawiera czynnego tlenu, żadnego wpływu na procesy zapalne nie wywiera. Wyniki te są istotnie uderzające.“ Stwierdzono również, że ciała utleniające pobudzają fagocytozę. Jeżeli dodamy własności niszczenia endotoksyn do własności pobudzania fagocytozy i tworzenia się przeciwciał, to zrozumimy, że chlor może stać się silnym czynnikiem terapeutycznym, pomijając jego własności bakterjobójcze.

Niepodobna ustalić znaczenia tych różnych czynników w leczeniu i łagodzeniu zakaźnych cierpień dróg oddechowych. Wciąż jeszcze mam to przekonanie, że działanie wyjałowiające chloru ma tu wielkie znaczenie; ale możemy znaleźć również racjonalne wyjaśnienie osiągniętej poprawy zdrowia, która nie ulega wątpliwości, nie biorąc nawet czynnika dezynfekującego pod uwagę. Należy obliczyć stężenie chloru, które dawać będzie najlepsze wyniki. Leczyliśmy naszych chorych przy stężeniach, wahających się pomiędzy 0.013 do 0.015 mgm. na litr. Doświadczenia wykazały, że wyższe stężenia są drażniące i mogą z łatwością wywołać kaszel nawet u osobników zdrowych, stwierdzono również, że jeżeli operator przebywa w komorze gazowej w ciągu dwuch, lub trzech godzin nawet przy stężeniu będącem optimum dla leczenia w ciągu godziny, doświadcza on następnie lekkiego

kaszlu, który może trwać dzień lub dwa. Nie ulega zatem wątpliwości, że najlepsze wyniki leczenia dają się osiągnąć przy stężeniach nie przekraczających 0.015 mgm. na litr. Z drugiej strony stwierdzono, że stężenie wynoszące tylko 0.009 mgm. na litr, nie ma oczywiście żadnej wartości leczniczej, nawet wówczas, jeżeli pacjent przebywa w niem w ciągu 2 godzin. To znaczy, że jeżeli chcemy otrzymać wyniki zadawalniające, to należy stężenie chloru utrzymywać w ciągu całej godziny w ściśle oznaczonych granicach, gdyż jeżeli tego zaniedbamy, wyniki kuracji będą niepomyślne i mogą zdyskredytować ten sposób leczenia.

Dla rozpowszechnienia tej metody leczenia i umożliwienia stosowania jej przez lekarzy, należałoby opracować aparat, który pozwoliłby lekarzowi dokładnie utrzymywać żądane stężenie. Vedder i Sawyer opisali mały, przenośny aparat, zapomocą którego można wypuszczać chlor z małych cylindrów przez przyrządzik dawkujący ilość chloru, przy pomocy tego aparatu można z łatwością obliczyć ilość chloru potrzebną dla stworzenia pożądanego stężenia na jakąkolwiek ilość mg.^{3} powietrza. Zanim ten aparat opisano, stosowano go przedtem w przeszło stu wypadkach z dobremi wynikami i można było przypuszczać, że okaże się on pożyteczny. Jednakże dalsze doświadczenia wykazały, że ten typ aparatu jest wysoce niezadawalniający. Zadanie nie polega na wytworzeniu potrzebnego stężenia na początku zabiegu, ale na utrzymywaniu takiego stężenia w ciągu godziny. Szybkość z jaką chlor ulega pochłanianiu jest zależną od materjału z jakiego są zrobione ściany komory, od ilości osób przebywających w komorze, od zawartości wilgoci w powietrzu, oraz wielu innych czynników. Komora, której ściany są wyłożone filcem, pochłania chlor tak szybko, że już po upływie 5-ciu minut od chwili wypuszczenia odpowiedniej ilości gazu do komory, nie zawiera ona tyle chloru, by mógł on przedstawiać jakąkolwiek wartość leczniczą. To znaczy innemi słowy, że chcąc utrzymać w komorze tego typu, potrzebne stężenie, lekarz musi stale przebywać w komorze i stale wypuszczać potrzebne ilości chloru, o dawce zaś może on przekonywać się dzięki powonieniu, na nim nie można jednak polegać w tych wypadkach, ponieważ już po upływie 10—15 minut, powonienie staje się przytępione i nie może służyć jako wskaźnik stężenia. A choćby nawet lekarz mógł ocenić stężenia chloru swoim powonieniem, to jednak nie mógłby on pozostawać

3—4 godzin dziennie w czasie stosowania tego leczenia w atmosferze chloru, z powodów następstw intosykacji, któreby niewątpliwie po niedługim czasie wystąpiły. Z powodu tego okazało się koniecznem obmyślenie przyrządu zupełnie odmiennego typu. Firma Wallace i Tiernan z Neumark New Jersey przystąpiła do opracowania nowego typu przyrządu do leczenia chlorem, przedstawionego na rycinie 34-ej. Aparat ten składa się z małego elektrycznego motorka, pomieszczonego w pudle i wprawionego w ruch za pomocą prądu z sieci oświetlenia, wprawia on w ruch dmuchawkę dostarczającą powietrze do otworu wejściowego z szybkością 3—4½ m.³ na minutę, przepływ ten można z łatwością wymierzyć. Chlor wytwarza się przy hydrolizie kwasu solnego, a potrzebny do tego prąd dopływa z trzech suchych stosów, znajdujących się w aparacie. Szybkość wytwarzania się chloru kontroluje się za pomocą regulowania prądu przepływającego przez elektrolit. Wykonywuje się to za pomocą reostatu. Przesuwając kontakt reostatu aż do chwili, gdy wskazówka miernika znajdzie się w punkcie odpowiednim, zależnie od pożądanego stężenia, a to stężenie utrzymuje się następnie stale bez żadnych zmian. Pacjent oddycha mieszaniną gazową, okrywając nos i usta przykrywą z papieru, lub muślinu, mającą kształt leja. Lejek ten przylega luźno, tak, że powietrze przepływa swobodnie dokoła twarzy i w ten sposób nie wydycha się powietrza do worka. Lekarz może używać przyrządu tego w swym gabinecie, lub zabierać go z sobą do pacjentów obłożnie chorych.

Dla użytku szpitali, oraz większych zakładów leczniczych, gdzie zachodzi potrzeba posiadania odpowiedniego pomieszczenia, w którym możnaby leczyć pewną ilość pacjentów naraz, obmyślono przyrząd typu odmiennego. Chlor bywa dostarczany do takiej komory za pomocą podobnych stosów elektrolitycznych, albo też z cylindra i ten sposób jest korzystniejszy. Ilość chloru zawarta w powietrzu komory określa się stale zapomocą mechanicznego wykrywacza dla chloru. Wykrywacz ten można połączyć elektrycznie z aparatem wytwarzającym chlor w taki sposób, żeby mógł wprowadzać chlor automatycznie do komory wtedy, gdy stężenie jego spadnie poniżej granicy pożądanej, albo też by mógł się zamknąć, skoro tylko stężenie chloru osiągnie granicę maksymalną. Przy takim aparacie osiągnąć można zupełnie zadawalniające wyniki terapeutyczne, których się nie

daje otrzymać o ile aparat nie utrzymuje stale odpowiedniego stężenia.

PRZECIWWSKAZANIA.

Leczenie chlorem nie daje wyników u chorych na astmę, gorączkę sienną, oraz gruźlicę, to też nie należy stosować tego sposobu leczenia w tych cierpieniach.

Gorączka sienna. Chociażby się nawet udało uzyskać nieznaczne polepszenie w wypadkach siennej gorączki, to wziąwszy pod uwagę to, że pacjent taki natychmiast po zabiegu, z chwilą gdy wyjdzie z komory, może na nowo uledz uczuleniu przez znajdujące się w powietrzu pyłki chorobotwórcze, nie należy stosować u niego leczenia chlorem, nie mając nadzieji uzyskania trwalszej poprawy zdrowia.

Astma. Wypadki astmy powstają prawdopodobnie wskutek uczulenia organizmu przez jakieś obce białko, to też jedyna nadzieja wyleczenia powinna polegać na rozpoznaniu i usunięciu uczulającego białka. Astma występuje niekiedy z powodu resorbcji białka pochodzenia bakteryjnego, po chronicznem zapaleniu oskrzeli. Należy się spodziewać, że w tych właśnie wypadkach leczenie chlorem może przynieść pewną ulgę choremu, lecz jak dotąd moment ten nie został stwierdzony. Należałoby przeprowadzić badanie w tym kierunku. Niektórzy pacjenci, cierpiący na astmę domagali się koniecznie zastosowania leczenia chlorem. Obserwowano starannie takich chorych i stwierdzano że prawie w każdym wypadku stan ich się pogarszał, następował atak astmatyczny i chorzy musieli opuścić komorę przed upływem przepisanej godziny.

Zapalenie płuc. Chlor nie posiada zdolności przenikania do głębi dróg oddechowych, to też nie można się spodziewać, by mógł on wywierać wpływ na te części płuc, w których nastąpiło zgęszczenie.

Gruźlica. Leczenia tego nie stosowano u chorych na gruźlicę, nie można też się spodziewać, by chlor wywierał jakikolwiek wpływ na prątki gruźlicze, z drugiej strony jednak, zważywszy to, że w wielu wypadkach chronicznej gruźlicy chorzy cierpią również na zapalenie oskrzeli, wywołane wskutek zakażenia mieszanego „ że choroba ta sprawia tyleż prawie dolegli-

wości co i gruźlica, możliwem jest, że leczenie chlorem okaże się dla tych chorych korzystnem. Jednakże leczenie to można będzie zastosować po dalszem zbadaniu tej metody i to tylko w szpitalach, gdzie chorzy muszą podlegać ścisłemu dozorowi lekarskiemu.

Nadwrażliwość. Niektórzy chorzy są nadmiernie wrażliwi na działanie chloru. Jeżeli zatem zauważymy, że leczenie chlorem wywołuje silniejsze podrażnienie, wtedy naturalnie nie należy choremu pozwolić na dłuższe przebywanie w komorze. Przypuszcza się, że ta nieznaczna zresztą ilość pacjentów, którzy nie doznają ulgi przy leczeniu chlorem, są to chorzy cierpiący na przeczulenie wobec chloru lub też chorzy na zapalenie zatok tak czołowej jak i nosowych, a te jak wiadomo nie są dostępne dla gazu przy tej metodzie leczenia.

Wiek tutaj nie stanowi przeciwwskazania. Leczono inhalacjami chloru 3-miesięczne dziecko, które miało koklusz, a po zastosowaniu 4-ch seansów stan jego polepszył się znacznie, i po upływie dwóch tygodni powróciło ono do zupełnego zdrowia. Mieliśmy też kilku pacjentów cierpiących na chroniczne zapalenie oskrzeli w wieku 75 do 85 lat. W żadnym wypadku stan zdrowia tych chorych nie uległ pogorszeniu po leczeniu chlorem, przeciwnie twierdzili oni, iż czują się znacznie lepiej, że kaszel przestał im dokuczać i, że sen ich się poprawił. Przy zadawnionem zapaleniu oskrzeli warto osiągnąć takie polepszenie, chociażby nawet nie było wielkiej nadziei na uzyskanie jego trwałości.

ZAPOBIEGAWCZE STOSOWANIA LECZENIA.

Zapobiegawcze stosowanie chloru ma wielką przyszłość przed sobą, należy jednak wpierw ustalić i oprzeć na trwałych podstawach wartość terapeutyczną takiego sposobu leczenia, oraz metody i aparaty służące dla stosowania go. Mamy wszelkie dane po temu, by módz przypuszczać, że można będzie używać chloru w szkołach, teatrach, oraz innych miejscach, gdzie gromadzą się ludzie, a to w celu zapobiegania szerzeniu się zakaźnych chorób dróg oddechowych. W każdem pomieszczeniu, gdzie znajdują się urządzenia wentylacyjne, można będzie wprowadzać chlor w takich ilościach, by otrzymać stężenie pożądane do działania dezynfekcyjnego. Możnaby takie odkażanie danego pomieszczenia stosować parę razy na tydzień.

Zanim jednak sposób ten znajdzie ogólne zastosowanie, można będzie w znacznej mierze zapobiec szerzeniu się zakaźnych cierpień dróg oddechowych, przez wczesne leczenie. Jeżeli przystąpimy szybko do leczenia pierwszych wypadków grypy, kokluszu, kataru, lub innych podobnych cierpień dróg oddechowych, natychmiast po ich zjawieniu się, infekcja nie będzie się szerzyć i nie stanie się epidemiczna. Szybkie leczenie obniży zatem znacznie liczbę wypadków wśród wojska, w szkołach, kolegjach i zakładach przemysłowych, zatrudniających większe ilości mężczyzn lub kobiet.

Należy tu również wspomnieć o możliwości stosowania chloru dla leczenia cierpień dróg oddechowych u zwierząt. Zastosowano już raz jeden z powodzeniem takie leczenie w Arsenale w Edgewood, gdy chodziło o opanowanie epidemji grypy u koni na Forcie Hoyle, Md. Konie, leczone w ten sposób powróciły do zdrowia o wiele prędzej, niż się tego można było oczekiwać i epidemja ustała. W chwili rozpoczęcia leczenia było 41 wypadków grypy końskiej, rozsianych w różnych stajniach. Z chwilą zaś rozpoczęcia kuracji zdarzyły się tylko trzy nowe wypadki, a po upływie 5 dni, wszystkie chore zwierzęta wyzdrowiały.

Mamy również nadzieję, że leczenie chlorem okaże się cennem przy napadach złego humoru u psów i stosowane już w nielicznych wypadkach, które leczyliśmy, można było zauważyć znaczną poprawę. Potrzeba będzie jeszcze wiele pracy, by określić działanie leczenia chlorem w cierpieniach zakaźnych dróg oddechowych.

ŹRÓDŁA:

(1) *Vedder and Sawyer:* Chlorine as a therapeutic agent in certain respiratory diseases. Jour. Amer. Med. Assoc., March 8, 1924, tom 82, str. 764.

(2) *Dakin and Dunham:* Handbook of Antiseptics. The Macmillan Co., New York, 1917.

(3) *Leovenhart:* Benzoylsuperoxyd, ein neues therapeutisches Agent. Therapeutische Monatshefte, 1905, str. 426.

(4) *Loevenhart and Grove:* Studies on the pharmacological action of oxidizing substances. Jour. Pharm. and Exper, Therap., tom 3, 145 (1911).

(5) *Arkin, Aaron:* One the antiseptic and bactericidal action of sodium salts of iodbenzoic, iodoso-and iodoxybenzoic acids. Jour. Pharm. and Exper, Therap., tom 3, 145 (1911).

6) *Hektoen, Ludvig:* Influence of sodium iodoxybenzoate on the production of antibodies in dogs. Transactions Chicago Pathological Society, tom. 8, Luty 1, 1911.
(7) *Arkin, Aaron:* The influence of certain oxidizing agents on phagocytosis. Jour. Infectious Diseases, tom. 11, 427 (1912).
(8) *Amberg: Samuel:* Weitere Uutersuchungen über den Einflus der Jodbenzoesaüre-Reihe anf entzündliche Reactionen. Zeit für die gesamte exper. Medizin., tom. 2, 19 (1913).
(9) *Lovenhart, A. S.:* Certain aspects of biological oxidation. (Harvey Lecture). Archives of Internal Medicine, tom 15, 1059 (1915).
(10) Veterinary Bulletin, Office of the Surgeon General, U. S. A., 1924, tom. XIII, 153.

DODATEK.

Zamiana formuł dla danych jadowitości.

Różni badacze podają dane jadowitości związków w tak odmienny sposób, że uznaliśmy za wskazane zestawienie pewnej ilości formuł zamiennych, by można było porównaż te dane z wynikami otrzymanemi przez naszych, oraz innych pracowników i badaczy.

Angielskie prace podają zazwyczaj cyfry w częściach na miljon. Chemicy niemieccy używają gramów na metr sześcienny, lub milimetrów sześciennych na metr sześcienny. Tlenek węgla podają prawie ogólnie w procentach. Służba Broni Chemicznej w przekonaniu, że wartość bojowa środka trującego polega na jego jadowitości na jednostkę wagi, przyjęła jednolity wzorzec miligramów na litr.

We wszystkich wzorach podanych w naszym sprawozdaniu używaliśmy następujących symboli:

m = miligramów na litr.
M = waga cząsteczkowa danego związku w stanie pary. Cyfry te będą te same dla tych samych ciał znajdujących się w stanie płynnym.
N = Ilość moli.
P = Ciśnienie atmosferyczne w milimetrach rtęci.
T = Temperatura na skali absolutnej (temperatura Celsjusza + 273).
X = Dane jakiegokolwiek innego układu cyfr toksyczności.

ZAMIANA CYFR NA MILIGRAMY NA LITR.

1. Części na tysiąc miljonów
Milimetrów sześciennych na metr sześcienny *(X)*

$$m = \frac{X\,M\,P}{62360000\,T}$$

przy 25° i 760 mm. $m = \frac{X\,M}{24450000}$

przy 0° i 760 mm. $m = \frac{X\,M}{22400000}$

2. Części na miljon
Centymetrów sześciennych na metr sześcienny *(X)* $m = \frac{X\,M\,P}{62360\;T}$

przy 25° i 760 mm. $m = \frac{X\,M}{24450}$

przy 0° i 760 mm. $m = \frac{X\,M}{22400}$

3. Części na tysiąc *(X)*
Centymetry sześcienne na litr $m = \frac{X\,M}{62.36\;T}$

przy 25° i 760 mm. $m = \frac{X\,M}{24.45}$

przy 0° i 760 mm. $m = \frac{X\,M}{22.4}$

4. Procent
Części na sto *(X)* $m = \frac{X\,M\,P}{6.236\;T}$

przy 25° i 760 mm. $m = \frac{X\,M}{2.445}$

przy 0° i 760 mm. $m = \frac{X\,M}{2.24}$

5. Gramy na metr sześcienny *(X)* $m = X$
6. Miligramy na stopę sześcienną *(X)* $m = 0.0353\;X$
7. Uncji na 1000 stóp sześciennych *(X)* $m = X$
8. Uncji na jard sześcienny *(X)* $m = \frac{X}{0.027}$

ZAMIANA MILIGRAMÓW NA LITR NA INNE FORMUŁY.

1. Części na tysiąc miljonów *(X)*
Milimetrów sześciennych na metr sześcienny $X = \frac{62360000\;m\,T}{M\,P}$

przy 25° i 760 m. $X = \frac{24450000\;m}{M}$

przy 0° i 760 mm. $X = \frac{22400000\;m}{M}$

2. Części na miljon
Centymetrów sześciennych na metr sześcienny $X = \frac{62360\;m\,T}{M\,P}$

przy 25° i 760 mm. $X = \frac{24450\;m}{M}$

przy 0° i 760 mm. $X = \frac{22400\;m}{M}$

3. Części na tysiąc

Centymetry sześcienne na litr	$X = \frac{62.36\ m\ T}{M\ P}$
przy 25° i 760 mm.	$X = \frac{24.45\ m}{M}$
przy 0° i 760 mm.	$m = \frac{22.4\ m}{M}$

4. Procent

Części na sto X	$X = \frac{6.236\ m\ T}{M\ P}$
przy 25° i 760 mm.	$X = \frac{2.445\ m}{M}$
przy 0° i 760 mm.	$X = \frac{2.24\ m}{M}$

5. Gramy na metr sześcienny	$X = m$
6. Miligramów na stopę sześcienną	$X = 28.32\ m$
7. Uncji na 1000 stóp sześciennych	$X = m$
8. Uncji na jard sześcienny	$X = 0.027\ m$

Dla zamiany wzorów cząsteczkowych wyrażonych w liczbach nie parzystych, takich jak 1 część w 2500, 1 część w 8000, i t. p., potrzeba wzoru nieco odmiennego.

Przypuśćmy że Z przedstawia stężenie rozpuszczalnika na każdą część trucizny. Każde stężenie takie jak 1 na 2500, 1 na 8000, i t. p., będzie przedstawiało jak 1 do Z.

Części na miljon (X)	$X = \frac{1000000}{Z}$
Miligramów na litr	$m = \frac{M}{0.06236\ Z\ T}$
przy 25° i 760 mm.	$m = \frac{M}{0.02445\ Z}$
przy 0° i 760 mm.	$m = \frac{M}{0.0224\ Z}$

ZMIANA W OBJĘTOŚCI WYWOŁANA ZMIANAMI W TEMPERATURZE LUB W CIŚNIENIU.

Przypuśćmy, że V równa się objętości pierwotnej, która zmienia się na objętość V_1 pod wpływem zmiany temperatury Przykład:
T na T_1 i zmiany ciśnienia P na P_1. Wówczas

$$V_1 = V \times \frac{P}{P_1} \times \frac{T_1}{T}$$

Dla zamiany stężenia 300 centymetrów sześciennych na metr sześcienny przy 25° i 740 mm. na 0° i 760 mm.

$$V_1 = 300\ \frac{740}{760} \times \frac{273}{298} = 268$$

Dla zamiany jakiejkolwiek objętości na 0° i 760 mm. możemy równanie uprościć w sposób następujący:

$$V_1 = \frac{V\,P}{2.78\,T}$$

Gdzie V jest objętością pierwotną przy temperaturze T i ciśnieniu P.

POCHODZENIE I ZASTOSOWANIE WZORÓW.

Wzory podane w dodatku możemy podzielić na dwie zasadnicze grupy:

1. *a.* Stężenie cząsteczkowe czynnika, trującego w porównaniu do całkowitego stężenia cząsteczkowego rozpuszczalnika i czynnika trującego .
   b. Jednostka objętości czynnika trującego na jednostkę objętości rozpuszczalnika.
2. Jednostka czynnika trującego na jednostkę objętości.

Pod tą rubryką (1) możemy ugrupować cztery pierwsze wzory:

1. Części na tysiąc miljonów
   Milimetry sześcienne na metr sześcienny.
2. Części na miljon
   Centymetry sześcienne na metr sześcienny.
3. Części na tysiąc
   Centymetry sześnienne na litr.
4. Części na sto
   Procent.

Pod rubryką (2) możemy ugrupować cztery ostatnie wzory:

5. Gramów na metr sześcienny
6. Miligramów na stopę sześcienną

PORÓWNANIE STĘŻENIA CZĄSTECZKOWEGO I JEDNOSTKI OBJĘTOŚCI CZYNNIKA TRUJĄCEGO NA JEDNOSTKĘ OBJĘTOŚCI ROZPUSZCZALNIKA.

Pomimo to, że podstawą dla obliczenia części na miljon, części na tysiąc i t. d. stanowi stężenie cząsteczkowe, określenie stężeń cząsteczkowych opiera się na porównaniach objętości, tak, że chociaż oba sposoby wyrażania toksyczności są teoretycznie różne, używa się tych samych wzorów w każdym wypadku.

Przy tych wzorach potrzebne zarówno są temperatura, jak i ciśnienie, gdyż wszelka zmiana czy to w temperaturze, czy też w ciśnieniu, zmieni objętość gazowego czynnika trującego,

a przez to samo zmieni ilość jednostek objętości w pewnej określonej przestrzeni. Naprzykład jeżeli związek pewien wyparowuje się w ilości wystarczającej dla utworzenia stężenia wynoszącego 200 mm.^{3} na 1 metr^3 przy temperaturze 0^0 i przy ciśnieniu 760 mm., a następnie powtórzymy tę operację przy 25^0C. i 760 mm. ciśnienia, stężenie w mm. sześciennych na metr sześcienny wyniesie

$$200 \times \frac{298}{273} = 218.3$$

wzrost o 9.1 procent na tę samą wagę związku. Pochodzenie wzorca typowego jest następujące:

$PV = NRT$ dla porównania jednostki objętości

$\frac{M}{1000\ M} = N$ na 1 metr sześcienny

$V = X$ gdzie X równa się centymetrom sześciennym na metr sześcienny

$$PX = \frac{m}{M} RT$$

$$m = \frac{PXM}{RT}$$ gdzie P wyrażane jest w atmosferze

$R\,T = 22400$

$$m = \frac{XM}{22400} \times \frac{P}{760} \times \frac{273}{T}$$ dla każdej temperatury i ciśnienia

$$m = \frac{PXM}{62360\ T}$$

Pochodzenie wzorca typowego dla stężeń cząsteczkowych jest następujące:

Przypuśćmy, że N przedstawia stężenie cząsteczkowe gazu trującego, a NL całkowite stężenie cząsteczkowe na litr. N zależeć będzie jedynie od ilości wyparowanej substancji. NL będzie się zmieniać wraz z temperaturą i ciśnieniem.

$$N : N_L :: X : 1000000$$

$$N = \frac{m}{1000\ M}$$

$$PV = N_L RT \qquad N_L = \frac{PV}{RT} = \frac{P1000}{RT}$$

$$N_L = \frac{1000}{22400} \times \frac{P}{760} \times \frac{273}{T}$$

$$N_L = \frac{P}{62.36\ T}$$

wówczas

$$\frac{m}{1000\,M} : \frac{P}{62.36\ T} :: X : 1000000$$

lub

$$\frac{\frac{m}{1000M}}{\frac{P}{62.36\,T}} = \frac{X}{1000000}$$

Upraszczając

$$x = \frac{62360\,m\,T}{M\,P}$$

i

$$m = \frac{P\,X\,M}{62360\,T}$$

Podajemy kilka przykładów dla pokazania sposobów używania wzorów.

Dla zamiany danych co do fosgenu, 136 części na miljon na miligramy na litr przy 0°C. i 760 mm.

$$m = \frac{X\,M}{22400} \qquad M \text{ dla fosgenu} = 99$$

$$m = \frac{136 \times 99}{22400} = 0.6$$

Dla zamienienia danych dotyczących chloru 0.92 miligramów na litr przy 27° i 775 mm. na części na miljon

$$X = \frac{62360\,m\,T}{M\,P} \qquad M \text{ dla chloru} = 71$$

$$X = \frac{62360 \times 0.92 \times 300}{71 \times 775} = 313$$

Dla zamiany danych dotyczących fosgenu wynoszących 300 milimetrów sześciennych na metr sześcienny przy warunkach wzorcowych na miligramy na litr

$$m = \frac{X\,M}{22400000}$$

$$m = \frac{300 \times 99}{22400000} = 0.0013$$

Dla zamiany 0.1 części na tysiąc chloru na miligramy na litr przy 0° i 760 mm.

$$m = \frac{X\,M\,P}{T\ 62.36}$$

$$m = \frac{0.1 \times 70.92 \times 760}{273 \times 62.36} = 0.32$$

JEDNOSTKA WAGI CZYNNIKA TRUJĄCEGO NA JEDNOSTKĘ OBJĘTOŚCI ROZPUSZCZALNIKA.

Ten typ wzoru obejmie jedynie prostą zamianę użytych jednostek. Ponieważ pomiary w każdym wypadku są dla jed-

nostki wagi na jednostkę objętości, nie wchodzą tu w grę ani temperatura, ani ciśnienie, ani też waga cząsteczkowa.

Naprzykład zamiana miligramów na stopę sześcienną na miligramy na litr wymaga jedynie znajomości ilości litrów sześciennych zawartych w stopie sześciennej t. j. 28.32. Stężenie 100 miligramów na stopę sześcinną $= \frac{100}{28.32} = 3.53$ miligramy na litr.

W ten sposób otrzymuje się zamianę miligramów na litr na uncje na 1000 stóp sześciennych. Jedna uncja = 28.350 miligramów. 1000 stóp sześciennych = 28.317 litrów.

Chcąc przeto zamienić miligramy na litr na uncje na 1000 stóp sześciennych, trzeba podzielić przez 28.350 i pomnożyć przez 28.317

$$\frac{m\ 28.317}{28.350} = X$$

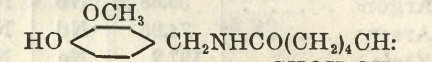
$$X = m \times 0.9989$$

Dla celów praktycznych $X = m$

a stężenie 0.6 miligramów na litr jest takież same jak 0.6 uncji na 1000 stóp sześciennych.

Tablica ciężarów atomowych.

Znak	NAZWA	Ciężar atomowy	Znak	NAZWA	Ciężar atomowy
Ag	Srebro	107.88	N	Azot	14.01
Al	Glin	27.1	Na	Sód	23.00
Ar	Argon	39.88	Nb	Niob	29.5
As	Arsen	74.96	Nd	Neodym	144.3
Au	Złoto	197.2	Ne	Neon	20.2
B	Bor	11.0	Ni	Nikiel	58.68
Ba	Bar	137.87	Nt	Niton (emanacja)	222.0
Be	Beryl	9.1	O	Tlen	16.00
Bi	Bizmut	208.0	Os	Osm	190.9
Br	Brom	79.92	P	Fosfór	31.04
C	Węgiel	12.005	Pb	Ołów	207.20
Ca	Wapń	40.07	Pd	Palad	106.7
Cd	Kadm	112.40	Pr	Prazeodym	140.8
Ce	Cer	140.25	Pt	Platyna	195.2
Cl	Chlor	35.46	Ra	Rad	226.0
Co	Kobalt	58.97	Rb	Rubid	85.45
Cr	Chrom	52.0	Rh	Rod	102.9
Cs	Cez	132.81	Ru	Ruten	101.7
Cu	Miedź	63.57	S	Siarka	32.6
Dy	Dyspros	162.5	Sb	Antymon	120.2
Er	Erb	167.7	Sb	Skand	44.1
Eu	Europ	152.0	Se	Selen	79.2
F	Fluor	19.0	Si	Krzem	28.3
Fe	Żelazo	55.84	Sm	Samar	150.4
Ga	Gal	69.9	Sn	Cyna	118.7
Gd	Gadolin	157.3	Sr	Stront	87.63
Ge	German	72.5	Ta	Tantal	181.5
H	Wodór	1.008	Tb	Terb	159.2
He	Hel	4.00	Te	Telur	127.25
Hg	Rtęć	200.6	Th	Tor	232.4
Ho	Holm	168.5	Ti	Tytan	48.1
In	Ind	114.8	Tl	Tal	204.0
Ir	Iryd	193.1	Tu	Tul	168.5
J	Jod	126.92	U	Uran	238.2
K	Potas	39.10	V	Wanad	51.0
Kr	Krypton	82.92	W	Wolfram	184.0
La	Lantan	139.0	X	Ksenon	130.2
Li	Lit	6.94	Y	Ytr	88.7
Lu	Lutec	175.00	Yb	Eterb	173.5
Mg	Magnez	24.32	Zn	Cynk	65.37
Mn	Mangan	54.93	Zr	Cyrkon	90.6
Mo	Molibden	96.0			

NAZWA	FORMUŁA	Waga cząsteczkowa
Trójchlorek arsenowy .	$AsCl_3$	181.34
Arsina.	AsH_3	77.98
Bromek benzylu. . . .	$C_6H_5CH_2Br$	171.04
Cjanek bromobenzylu. .	$C_6H_5CHBrCN$	196.02
Capsaicin		305.0
Tlenek węgla	CO	28.0
Chloracetofenon. . . .	$C_6H_5COCH_2Cl$	154.56
Chlor	Cl_2	70.92
Chloropikryna	Cl_3CNO_2	164.38
Chlorek cjanogenu. . .	CNCl	61.47
Cjan D. A	$(C_6H_5)_2AsCN$	254.96
Cjan D. M.	$NH(C_6H_4)_2AsCN$	267.96
D. A. (dwufenylo chloro arsina).	$C_6H_5)_2AsCl$	264.42
D. M. (dwufenylo amino chloro arsina). . . .	$NH(C_6H_4)_2AsCl$	277.42
Tlenek D. A.	$(\ (C_6H_5)_2As)_2O$	474.08
Tlenek D. M.	$(NH(C_6H_4)_2As)_2O$	500.06
Tlenek arsenowy etylu.	C_2H_5AsO	120.0
Etylo dwuchloro arsina.	$C_2H_5AsCl_2$	174.92
Wodorocjanek	HCN	27.0
Siarkowodór	H_2S	34.08
M-1	$CHCl{:}CHAsCl_2$	207.34
Tlenek metylo arsiny. .	CH_3AsO	105.98
Dwuchlorarsina metylu.	CH_3AsCl_2	160.9
Iperyt.	$(ClCH_2CH_2)_2S$	159.04
Dwutlenek Iperytu . .	$(ClCH_2CH_2)_2SO_2$	191.04
Sulfoksyd iperytu. . .	$ClCH_2CH_2)_2SO$	175.04
Palit	$ClCO_2CH_2Cl$	128.94
Fosgen	$COCl_2$	98.92
Superpalit	Cl_3CCOCl	181.84

Tablica zmiany dla Gazów: części na miljon w stosunku do miligramów na litr

(26°C. i 760 mm. rtęci, ciśnienia barometrycznego).

Waga cząsteczkowa	1 mgm-L, części na miljon	1 część na miljon MGM-L	Waga cząsteczkowa	1 MGM-L. części na miljon	1 część na miljon MGM-L.	Waga cząsteczkowa	1 MGM-L. części na miljon	1 część na miljon MGM-L.	Waga cząsteczkowa	1 MGM części na miljon	1 części na miljon MGM-L.	Waga cząsteczkowa	1 MGM-L. części na miljon	1 część na miljon MGM-L.	Waga cząsteczkowa	1 MGM-L. części na miljon	1 część na miljon MGM-L.
1	24,450	0.0000409	51	479	0.002086	101	242.1	0.00413	151	161.9	0.00618	201	121.6	0.00822	251	97.4	0.01027
2	12,230	0.0000818	52	474	0.002127	102	239.7	0.00417	152	160.9	0.00622	202	121.0	0.00826	252	97.0	0.01031
3	8,150	0.0001227	53	461	0.002168	103	237.4	0.00421	153	159.8	0.00626	203	120.4	0.00830	253	96.6	0.01035
4	6,113	0.0001636	54	453	0.002209	104	235.1	0.00425	154	158.8	0.00630	204	119.9	0.00834	254	96.3	0.01039
5	4,890	0.0002045	55	445	0.002250	105	332.9	0.00429	155	157.7	0.00634	205	119.3	0.00838	255	95.9	0.01043
6	4,075	0.0002454	56	437	0.002290	106	230.7	0.00434	156	156.7	0.00638	206	118.7	0.00843	256	96.5	0.01047
7	3,463	0.0002863	57	429	0.002331	107	228.5	0.00438	157	155.7	0.00642	207	118.1	0.00847	257	95.1	0.01051
8	3,056	0.000327	58	422	0.002372	108	226.4	0.00442	158	154.7	0.00646	208	117.5	0.00851	258	94.8	0.01055
9	2,717	0.000368	59	114	0.002413	109	224.3	0.00446	159	153.7	0.00650	209	117.0	0.00855	259	94.4	0.01059
10	2,455	0.000409	60	408	0.002554	110	222.3	0.00450	160	152.8	0.00654	210	116.4	0.00859	260	94.0	0.01063
11	2,223	0.000450	61	401	0.002495	111	220.3	0.00454	161	151.9	0.00658	211	115.9	0.00863	261	93.7	0.01067
12	2,038	0.000491	62	394	0.00254	112	218.3	0.00458	162	150.9	0.00663	212	115.3	0.00867	262	93.3	0.01072
13	1,881	0.000532	63	388	0.00258	113	216.4	0.00462	163	150.0	0.00667	213	114.8	0.00871	263	93.0	0.01076
14	1,746	0.000573	64	382	0.00262	114	214.5	0.00466	164	149.1	0.00671	214	114.3	0.00875	264	92.6	0.01080
15	1,630	0.000614	65	376	0.00266	115	212.6	0.00370	165	148.2	0.00675	215	113.7	0.00879	265	92.2	0.01084
16	1,528	0.000654	66	370	0.00270	116	210.7	0.00474	166	147.3	0.00679	216	113.2	0.00883	266	91.9	0.01088
17	1,438	0.000695	67	365	0.00274	117	209.0	0.00479	167	146.4	0.00683	217	112.7	0.00888	267	91.6	0.01092
18	1,358	0.000736	68	360	0.00278	118	207.2	0.00483	168	145.5	0.00687	218	112.2	0.00892	268	91.2	0.01096
19	1,287	0.000777	69	354	0.00282	119	205.5	0.00487	169	144.7	0.00601	219	111.6	0.00896	269	90.9	0.01100
20	1,223	0.000818	70	349	0.00286	120	203.8	0.00791	170	143.8	0.00695	220	111.1	0.00900	270	90.6	0.01104
21	1.164	0.000859	71	344	0.00290	121	202.1	0.00495	171	143.0	0.00699	221	110.6	0.00904	271	90.2	0.01108
22	1,111	0.000900	72	340	0.00294	122	200.4	0.00499	172	142.2	0.00703	222	110.1	0.00908	272	89.9	0.01112
23	1,063	0.000941	73	335	0.00299	123	198.8	0.00503	173	141.3	0.00708	223	109.6	0.00912	273	89.6	0.01117
24	1,019	0.000982	74	330	0.00303	124	197.2	0.00507	174	140.5	0.00712	224	109.2	0.00916	274	89.2	0.01121

25	978	0.001022	75	326	0.00307	125	195.6	0.00511	175	139.7	0.00716	225	108.7	0.00920	275	88.9	0.01125
26	940	0.001063	76	322	0.00311	126	194.0	0.00515	176	138.9	0.00720	226	108.2	0.00924	276	88.6	0.01129
27	906	0.001104	77	318	0.00315	127	192.5	0.00519	177	138.1	0.00724	227	107.7	0.00928	277	88.3	0.01133
28	873	0.001145	78	313	0.00319	128	191.0	0.00524	178	137.4	0.00728	228	107.2	0.00933	278	87.9	0.01137
29	843	0.001186	79	300	0.00323	129	189.5	0.00528	179	136.6	0.00732	229	106.8	0.00937	279	87.6	0.01141
30	815	0.001227	80	306	0.00327	130	188.1	0.00532	180	135.8	0.00736	230	106.3	0.00941	280	87.3	0.01145
31	789	0.001268	81	302	0.00331	131	186.6	0.00536	181	135.1	0.00740	231	105.8	0.00945	281	87.3	0.01149
32	764	0.001309	82	298	0.00335	132	185.2	0.00540	182	134.3	0.00744	232	105.4	0.00949	282	86.7	0.01153
33	741	0.001350	83	295	0.00339	133	183.7	0.00544	183	133.6	0.00749	233	104.9	0.00953	283	86.4	0.01157
34	719	0.001391	84	291	0.00344	134	182.5	0.00548	184	132.9	0.00753	234	104.5	0.00957	284	86.1	0.01162
35	699	0.001432	85	288	0.00348	135	181.1	0.00552	185	132.2	0.00757	235	104.0	0.00961	285	85.8	0.01166
36	679	0.001472	86	284	0.00352	136	179.8	0.00556	186	131.5	0.00761	236	103.6	0.00965	286	85.5	0.01170
37	661	0.001513	87	281	0.00356	137	178.5	0.00560	187	130.7	0.00765	237	103.2	0.00979	287	85.2	0.01174
38	643	0.001553	88	278	0.00360	138	177.2	0.00564	188	130.1	0.00769	238	102.7	0.00973	288	84.9	0.01178
39	627	0.001595	89	275	0.00364	139	175.9	0.00569	189	129.4	0.00773	239	102.3	0.00978	289	84.6	0.01182
40	611	0.001636	90	272	0.00368	140	174.6	0.00573	190	128.7	0.00777	240	101.9	0.00982	290	84.3	0.01186
41	596	0.001677	91	269	0.00372	141	173.4	0.00577	191	128.0	0.00781	241	101.5	0.00986	291	84.0	0.01190
42	582	0.001718	92	266	0.00376	142	172.2	0.00581	192	127.3	0.00785	242	101.0	0.00990	292	83.7	0.01194
43	569	0.001759	93	263	0.00380	143	171.0	0.00585	193	126.7	0.00789	243	100.6	0.00994	293	83.4	0.01198
44	556	0.001800	94	260	0.00384	144	169.8	0.00589	194	126.0	0.00793	244	100.2	0.00998	294	83.2	0.01202
45	543	0.001840	95	257	0.00389	145	168.6	0.00593	195	125.4	0.00798	245	99.8	0.01002	295	82.9	0.01207
46	532	0.001881	96	255	0.00393	146	167 5	0.00597	196	124.7	0.00802	246	99.4	0.01006	296	82.6	0.01211
47	520	0.001922	97	252	0.00397	147	166.3	0.00601	197	124.1	0.00806	247	99.0	0.01010	297	82.3	0.01215
48	509	0.001963	98	249.5	0.00401	148	165.2	0.00605	198	123.5	0.00810	248	98.6	0.01014	298	82.0	0.01219
49	499	0.002004	99	247.0	0.00405	149	164.1	0.00609	199	122.9	0.00814	249	98.2	0.01018	299	81.8	0.01223
50	489	0.002045	100	244.5	0.00409	150	163.0	0.00613	200	122.1	0.00818	250	97.8	0.01022	300	81.5	0.01227

Czynniki dla zamiany niektórych jednostek.

1. Mgm. na L. razy 28.32 = Mgm. na stopę sześcienną.
2. Mgm. na L. razy 1.000 = Mgm. na metr sześcienny.
3. Mgm. na stopę sześcienną razy 35.314 = Mgm. na metr sześcienny.
4. Mgm. na metr sześcienny razy 0.02832 = Mgm. na stopę sześcienną.

ŹRÓDŁA PIŚMIENNICTWA POLSKIEGO.

Ppłk. Prof. Z. WOJNICZ-SIANOŻĘCKI. — Chemja materjałów bojowych. Warszawa. 1922.

Ppłk. lek. rezer.Dr. MARZECKI. — Ogólne zasady toksykologji i terapji zatruć gazami bojowemi. Warszawa. 1922.

Prof. LINDEMAN WŁODZ. — Toksykologja chemicznych środków bojowych. Warszawa. 1925.

— Podstawy ratownictwa zatrutych gazami. Warszawa. 1926.

— Toksykologiczna klasyfikacja chemicznych środków bojowych. Warszawa. 1927.

— Dozometrja bojowych środków chemicznych. Warszawa. 1928.

— Iperyt. Warszawa. 1929.

Kpt. lek. Dr. med. JERZY DEKAŃSKI. — Pierwsza pomoc przy zatruciach gazami i dymami bojowemi.

Por. lek. Dr. KAWAŁEK LUDWIK. — Pierwsza pomoc w zatruciach gazami bojowemi. Lwów. 1928.

Ppłk. S. G. WALERY JASIŃSKI. — Taktyczne użycie broni chemicznej W. I. N. W. Warszawa. 1925.

Kpt. KAZ. RUDNICKI. — Obrona przeciwchemiczna W. I. N. W. Warszawa. 1925.

Kpt. inż. TAD. KALUSIŃSKI. — Krótki zarys chemji gazów i dymów bojowych W. I. N. W. Warszawa. 1925.

Prof. STEFAN HŁASEK-HŁASKO. — Wskazówki meteorologiczne W. I. N. W. Warszawa. 1926.

Por. ZDZ. MARYNOWSKI. — Wskazówki do wyszkolenia w obronie przeciwchemicznej. Wyd. Szk. Gaz. 1926.

— Obrona przeciwchemiczna ludności cywilnej. Wyd. Szkoły Gaz. Warszawa. 1926.

— Ćwiczenia przeciwgazowe w obrazach. Wyd. Szkoły Gaz. Warszawa. 1926.

Kpt. inż. KOROLEC STEFAN. — Chemiczne środki bojowe. Wydawnictwo Szkoły Gaz. Warszawa. 1928.

Kpt. JERZY ANDRZEJEWSKI. — Maska przeciwgazowa używana w Polsce. Wydawnictwo L. O. P. P. Warszawa. 1928.

SKOROWIDZ.

Adamsyt 212.
Adjabatyczne zmiany 60.
Adsorpcja 24.
Aeroplany jako aparaty rozpylające środki chemiczne 318.
Alarm gazowy 261.
Aldehydy 43.
Alkohol benzylowy i jego użycie dla złagodzenia swędzenia 192.
Alkohole 40.
Ambryna stosowana przy oparzeniach iperytowych 189.
Ambulansowe stacje 284.
Ameryka, stanowisko zajęte przez nią na gazowej konferencji w Hadze, wypadki zatrucia gazami 4.
Aminy 48.
Amonjak 335.
Analiza wyników zatruć iperytem 181.
Angielska wydajność 20.
nieszczęśliwe wypadki w wojsku amerykańskiem 7,
zorganizowanie opieki nad chorymi 277,
nieszczęśliwe wypadki, ich stosunek do ilości rannych 288,
cylindry, ich strony ujemne 5,
cylindry gazowe, przenośne 23,
obrona, jej organizacja 257,
instrukcje dotyczące obrony 272,
służba obrony, 10, 11,
wpływ wywierany na tętno,
wpływ wywierany na oddychanie,
jej wyniki przy zatruciu fosgenem, jej rodzaje od 130—136.
Anoksemja typu błękitnego i szarego 130.
Aromatyczne węglowodory, ich nomenklatura 49.
Arsenał w Edgewood, jego powstanie 11,
zdolność wytwórcza 12.
Arsiny 49, 211,
na łodziach podwodnych 345,
ich działanie fizjologiczne 233,
ich własności 232,
zabezpieczenie przeciw nim 233.
Arszenik w narządach po zatruciu dymami drażniącemi 215.
Arszenikowe zatrucie po oparzeniach luizytowych 200.
Ataki gazowe 258,
atak pierwszy 3,
atak, warunki sprzyjające 81,
ataki, objawy zbliżania się 258,
ataki, symulowanie zatrucia 137.
Atmosfera, zachodzące w niej zmiany adjabatyczne, jej skład 57,
nagrzewanie się jej i ochładzanie 58,
zawartość pyłu 57,
zawartość wilgoci 67,
jej nocna stałość 61,
ciśnienie 57,
przewidywanie użycia gazu.
Atmosferyczna temperatura 58.
Automobile, wytwarzanie przez nie tlenku węgla 230.
Azotowe pary z płonących środków wybuchowych 233,
pary, zatrucie niemi na okrętach 339,
pary, użycie maski zabezpieczającej 234.

Bakterjobójcze działanie chloru 349.
Bezwodniki kwas 45.
Biuro kopalń 10, 11.
Biuro Meteorologiczne Stanów Zjednoczonych 81,
wpływ pogody na użycie gazu 258,
przepowiednie 81.
Bromaceton 203.
Bromek ksylilu 98, 202.

Bronchopneumonja po zatruciu iperytem 166, 167.
Burze 73.

Chemiczny przemysł w Niemczech 8,
Służba broni chemicznej, jej rozwój 17.
Chlor, jego czynności pobudzające, oddziaływanie ciała na zatrucie 353.
Działanie na D. A. 213,
działanie na iperyt 153,
jego własności 93,
stężenie potrzebne dla celów leczniczych 357,
przeciwwskazania dla zastosowania 352,
cylindry 93,
opóźniona śmierć po zatruciu 108,
niezdolność do pracy 295,
śmierć natychmiastowa 108,
działanie lecznicze na drogi oddechowe 349,
zatrucie, patologja 109, 111,
zastosowanie zapobiegawcze 359,
działanie fizjologiczne 111,
objawy zatrucia 107,
leczenie, wyniki ???
zastosowanie przy niszczeniu iperytu na odzieży 267,
użycie dla opanowania influenzy u koni 359.
Chloracetefenon, oparzenie skóry 204,
jego własności 207,
usuwanie 207,
trujące działanie na psy 207,
zastosowanie przeciwko tłumowi 208.
Chlorek cjanu 336.
Chlorek wapnia dla usuwania iperytu 187, 266, 267.
Chloropikryna 39, 104,
cechy charakterystyczne 104,
trwałość 89,
zatrucie, patologja 136,
usuwanie 106,
wywołane objawy 136.
Chmura gazowa 12,
wykrycie jej 261,
zastosowanie jej 258.
Chmury, tworzenie się 70,
rodzaje 80.
Ciśnienie pary 26.
Cjanek brombenzylu i jego własności 204,
usuwanie 205.
Cjanowodór 336.
Cyklony ekstratropikalne 73, 75,
tropikalne 73.
Ćwiczenie z maską gazową 252.

Deszcz 72.
Digitalis, użycie jego przy obrzęku płucnym 145.
Djagnoza zatrucia dymami drażniącemi 220,
zatrucia gazami drażniącemi płuca 137.
Drażniące chemiczne środki bojowe 91,
dymy 210,
dymy, djagnoza wypadków 220,
dymy, ich pierwsze zastosowanie 16,
dymy, punkty podrażnienia 217,
dymy, patologja wywołana zatruciem 214,
dymy, zatrucie niemi wody 210,
dymy, objawy zatrucia u ludzi 216,
dymy, leczenie zatrutych niemi 220.
Dwuchlorarsyna etylowa 210.
Dwuchloroamina T zastosowana do leczenia oparzeń iperytowych 188, 190.
Dwufenylaminchlorarsyna, wprowadzanie jej w użycie 16,
jej własności 210, 213.
Dwufenylcjanarsyna 16, 210.
Dwufosgen 103.
Dwutlenek siarki, jako środek dla okurzania 341.
Dwutlenek węgla we krwi przy obrzęku płucnym 134,

zmieszany z tlenem 145.
Dyfuzja 23, 31,
dymów 82.
Dymy gaszące ogień 346.
Dymy, ich rodzaje 82,
obłoki dymowe i posuwanie się ich 83,
ich dyfundowanie 82,
drażniące 210, 222,
zasłonowe 82, 235,
osiadanie 82,
ich całkowita siła zaćmiewająca 83,
trujące 82.
Działanie departamentu medycznego 18 — 19,
organizacja oddziału badań 21.

Emetyna, jej zastosowanie przy obrzęku płucnym 142.
Estry 46.
Etery 48.

Fenole 52.
Fermenty i działanie iperyty na nie 164.
Filtry służące do pochłaniania dymów 244, 248.
Fizjologiczne działanie arsiny 232,
działanie tlenku węgla 228,
działanie fosgenu 118,
klasyfikacja czynników wojny chemicznej 90.
Formaldehyd 338.
Fosgen, jego charakterystyka 100—104,
wpływ pogody 88,
pierwsze zastosowanie 14,
działanie fizjologiczne 118,
zatrucie, śmierć natychmiastowa 118,
zatrucie, zmiany we krwi 123, 124,
zmiany w krwiobiegu przy zatruciu 125, 126,
zatrucie powodu obrzęk płucny 119, 123,
zatrucie przyczyną nagłej śmierci 128,
zatrucie, działanie opóźnione 116,
wdychanie amonjaku po zatruciu 141,
patologja zatrucia 120,
zatrucie i zapalenie płuc 119,
zatrucie, zapobieganie pneumonji 119,
zatrucie, zastosowanie roztworów glukozy gumowej 142.
Fosgen, stosowanie digitalisu i strofantu przy zatruciu 145,
możliwość stosowania przy zatruciu mocznika 142,
rodzaje zatrucia 113,
powstający z czterochlorku węgla w gaśnicach 341,
ilość wyzdrowień wśród zwierząt zagazowanych 308.
Fosfina 49, 344.
Fosfor 235.

Gaz, maska gazowa nie zabezpiecza przed wszystkiemi gazami 250,
ćwiczenia z maską 252,
rozwój maski 238,
maska zaimprowizowana 321,
pierwsze maski amerykańskie 17,
maski sączkowe 238,
maski francuskie, ich rozwój 241,
maski niemieckie 242,
maska dla rannych w głowę 252, 321,
maski dla koni 255,
maska, jej inspekcja 251,
maski używane w Polsce 250,
maski, opis typu morskiego 320,
maski, stosunek różnych rozmiarów 245,
maski, ich zapotrzebowanie 237, 248,
oficerowie gazowi specjaliści 257,
schrony zabezpieczające 263,
schrony zabezpieczające, ich strony ujemne 265,
obuwie i rękawiczki zabezpieczające 322,

zabezpieczenie zapasów 272,
odkażanie odzieży 268,
odkażanie otoczenia 267,
pociski — ich pierwsze zastosowanie 14,
posterunki, ich obowiązki 262,
służba we Francji 101,
wojsko, ilość potrzebna 8,
niezdolność do służby spodowana wojną gazową 7, 290.
skuteczność wojny gazowej 7,
humanitarność wojny gazowej 6,
uprzedzenie do wojny gazowej 8.
Gazy, ich wyrób w Ameryce 10, 19,
wpływ terenu i pogody 87,
tablica 94 : 99,
ich trwałość 89,
ich taktyczne zastosowanie 89.
Gazy łzawiące 203.
Gaz świetlny — niebezpieczeństwo stąd powstające 228.
Glukoza gumowa — terapja dożylna 142.
Gotowość obrony — jej konieczność 12.
Grad 73.
Gram - molekuła 27.
Grecki ogień 313.
Gruźlica, leczenie chlorem 358.
Gruźlica u zagazowanych 291—303.
Gutzajta, próba dla wody zanieczyszczonej związkami arsenowemi 221.

Halidy acylowe 46.
Halidy alkylowe 39.
Hemoptysis po zagazowaniu 298.
Hydroliza iperytu 155, 161, 162.
Hypoprzyłbica.

Influenca u koni opanowana za pomocą chloru 360.
Inhalator przenośny dla leczenia chlorem 356.
Insolacja, jej działanie 59 60.
Inspekcja masek gazowych 251.
Instrukcja przy obronie gazowej 273.
Instrumenty, ich zabezpieczenie od gazu 273.
Iperyt, działanie na fermenty 164,
jako czynnik powodujący zatrucia 159,
zwykłe umiejscowienie oparzeń 168, 173,
pigmentacja po oparzeniach 174,
obuwie dla koni zabezpieczające 255,
charakterystyka 154,
wypadki zatrucia, ich leczenie 169, 187,
wypadki zatrucia, leczenie przy pomocy instalacji kąpielowych 271, 272,
niezdolność do pracy wywołana zatruciem 182, 296,
wpływ pogody 25,
uszkodzenie oczu 188, 191,
los iperytu w ciele ludzkiem 161,
gaz, jego pierwsze zastosowanie 15,
ogólne zatrucie 177,
w płynie pęcherzy 174,
okres wylęgania 169,
dawka śmiertelna 157,
olej musztardowy a iperyt 48,
zatrucie ,jego patologja 165,
działanie zatrucia, wpływ na ilość krwinek 178,
zatrucie, objawy przy wysiłku 182,
zatrucie, pierwsza pomoc 185,
zatrucie, czynnościowy światłowstręt 180, 188,
zatrucie, następna niezdolność do pracy 182,
zatrucie, prognoza 169, 179,
zatrucie, analiza wymiotów 180,
ubranie zabezpieczające na statku 322,
zapobieganie 182,
ubranie zabezpieczające 253,
ilość zwierząt przychodzących do zdrowia po zatruciu iperytem 310,
rozpuszczalność 155, 185,

sulfon 155,
tlenek sulfonowy 162,
objawy zatrucia 160,
teorja działania 162,
ciśnienie pary 157,
ilość wyzdrowień wśród zwierząt zagazowanych 308.
jadowitość tlenku wegla 229,
iperytu, teorje 162.

Kanarki, używanie ich jako czynnika ostrzegające o obecności tlenku węgla 232.
Kąpiel po narażeniu na działanie iperytu 185,
oddziały kąpielowe 269,
używany system 271.
Ketony 42.
Klasyfikacja czynników wojny chemicznej 89.
Kofeina, zastosowanie przy obrzęku płucnym 139, 145.
Komitet do badań gazów trujących 17.
Komitet Senatu, świadectwo złożone przez doktora Francine 303.
Konferencje dotyczące ograniczenia zbrojeń 8.
Kongres w Hadze, stanowisko Ameryki co do wojny chemicznej 11.
Konie, ich zabezpieczenie 255,
ich odporność na chloracetofenon 207.
Korozja cylindrów chlorowych 100.
Kwasy tłuszczowe 44.

Lakrymatory 91, 203,
ich użycie na morzu 318,
leczenie po zatruciu niemi 208,
pocisk z lakrymatorami 14,
działanie fizjologiczne i patologja 207.
Leczenie zagazowanych dymami drażniącemi 220,
zatrutych tlenkiem węgla 231,
iperytem 187.
Luizyt, oparzenie 198,
cechy charakterystyczne 193,
wyrób 193,
patologja 195,
leczenie 200,
ilość wyzdrowień wśród zwierząt zatrutych przez pary luizytu 311,
objawy 194.

Łaźnie przenośne 269.
Łodzie podwodne, możliwość ataków gazowych na nie 332.

Mapy izobaryczne 57.
Maści zabezpieczające 182.
Maska gazowa, jej rozwój 238.
Merkaptany 42.
Mgła 69.
Miotacze ognia 314.
Mocznik, jego zastosowanie przy zatruciu fosgenem 143.
Mol, określenie 27.
Morfina, przeciwwskazanie stosowania jej przy obrzęku płucnym 146.
Moździerze 15.
Mróz, przewidywanie jego 80.
Murzyni odporni na iperyt 183.
Musony 66.

Nadczułość na iperyt 182, 183.
Nafta dla usuwania iperytu 185.
Nagła śmierć wskutek zatrucia chlorem 107,
fosgenem 131.
Napięcie powierzchniowe 24.
Neurastenja po zagazowaniu 151, 291, 302, 311.
Niemiecka wydajność:
maska, opis typu obecnego 242, 250.
Nieszczęśliwe wypadki spowodowane przez lakrymatory 204,
przez iperyt 158,
przez gaz, organizowanie pomocy 278.
Niezdolność do pracy po zatruciu iperytem 182,
po zatruciu środkami drażniącemi płuca 148.
Niezdolność do pracy spowodowana gazem 290, 302.

Nitryle 47.
Nocna duszność po zatruciu środkami drażniącemi płuca, leczona tlenem w komorach 150,
stałość atmosfery 61.

Obchodzenie się z ozdrowieńcami po zatruciu iperytem 192.
Objawy po zatruciu amoniakiem 334,
po zatruciu dymami trującemi 216,
po zatruciu iperytem 170,
po zatruciu luizytem 194,
po zatruciu kwasem wodorocjanowym 224.
Obliczanie stężeń 32, dodatek.
Obrona gazowa na morzu 320,
sposoby odgazowywania 321,
sposoby stosowania gazu 319,
taktyka odmienna niż w armji lądowej 316,
rodzaje maski gazowej 320.
Obrzęk płuc, teorje Fischera 122.
Obuwie dla koni 256.
Obuwie, przygotowanie go w celu uszczelnienia na gaz 322.
Oddychanie wpływ anoksemji 133.
Odkażanie okrętów 324.
Odruchy Heringa Brenera 150, Knolla Franka 126.
Oficerowie gazowi 257.
Ogólne prawidła przy przewożeniu zagazowanych 285, 286.
Ograniczenie zbrojeń 6.
Okres wylęgania po zatruciu iperytem 169.
Okręty - szpitale mogące ulec zagazowaniu 333.
Oparzenia luizytowe 194, 198.
Organizacja obsługi łaźni 271.
obrony gazowej 256.
Ozon, własności ogólne 234.

Palit 103.
Pary gazoliny 345.
Patologja zatrucia chlorem 109,
zatrucia chloropikryną 136,
Zatrucia dymami drażniącemi 213
Zatrucia fosgenem 115 — 120,
Zatrucia luizytem 193.
Pierwsza pomoc po zagazowaniu środkami drażniącemi płuca 138, po zatruciu iperytem 185.
Pigmentacja następująca po oparzeniach iperytem 174.
Plwocina przy zatruciu fosgenem 114.
Płuca — krążenie przy zatruciu fosgenem 127,
obrzęk po zatruciu chlorem 107,
obrzęk — anoksemja 130,
obrzęk — jego przyczyna przy zatruciach fosgenem 120.
obrzęk wywołany parami kwasu azotowego 233, 330,
obrzęk — jego wpływ na zawartość dwutlenku węgla we krwi 132, 134,
obrzęk — jego leczenie wstrzykiwaniami dożylnemi soli fizjologicznej 140,
obrzęk — zastocowanie digitalisu 145,
obrzęk — stosowanie emetyny 142,
obrzęk — stosowanie roztworu glukozy gumowej 142,
obrzęk — użycie morfiny przeciwwskazane 146,
obrzęk — upuszczanie krwi 140,
środki drażniące 93,
środki drażniące, klasyfikacja wypadków chronicznych 151,
środki drażniące, pierwsza pomoc 278,
środki drażniące, umieszczanie w szpitalach 124,
środki drażniące, neurastenja 150,
środki drażniące, występująca po zatruciu niemi policytemja 124,
środki drażniące, ich względna toksyczność 106.
Płucno-sercowy stosunek wagi przy zatruciu fosgenem 118.

Płyn z pęcherzy, czy zawiera iperyt 175.
Pochłaniacz, nie zabezpiecza od wszystkich gazów 250,
różne rodzaje 249,
teoretyczne wymagania 248,
zabezpieczenie przeciw amonjakowi 336,
zabezpieczenie przeciw parom azotowym 340,
zabezpieczenie przeciw dwutlenkowi siarki 342,
zabezpieczenie przeciw formaldehydowi 339,
zabezpieczenie przeciw kwasowi wodorocjanowemu 338.
Pocisk błękitnego krzyża 96, 97, 220.
Pociski gazowe — klasyfikacje 96—99,
woda z wyrw utworzonych przez takie pociski i wypadki zatrucia nią 221, 273,
usuwanie iperytu z wyrw 268.
Pociski zielonego krzyża 96, 158, 211.
Pociski żółtego krzyża 97, 99, 156, 211.
Policytemja po zatruciu środkami drażniącemi płuca 124.
Polowe szpitale 286.
Pomieszczenie chorych zagazowanych na statku dymami drażniącemi płuca 332.
Pomieszczenie w szpitalu zagazowanych środkami drażniącemi płuca 148,
po zatruciu iperytem 296.
Posterunki gazowe, ich obowiązki 262.
Prawo Boyle'a 28.
Prawo Charles'a 28.
Prawo Daltona 31.
Prawo Grahama 31.
Próba wrażliwości na iperyt 183,
na określenie zdolności do pracy 148.
Próby chemiczne na fosgen 102.
Próby dla określenia zdolności do pełnienia służby 148.
Profilaktyka zatruć iperytem 182,
zatruć parami azotowemi 234,
zatruć tlenkiem węgla 232.
Prognoza po zagazowaniu środkami drażniącemi płuca 147.
Prognoza przy zatruciu iperytem 169, 178.
Prostopadły potencjał temperatury 61.
Przeciwwskazania dla stosowania chloru 358.
Przenikanie iperytu do komórki 162, 163, 169.
Przewożenie porażonych środkami parzącemi 279,
zagazowanych przepisy 278, 280,
zagazowanych środkami drażniącemi płuca 278, 280.
Przewidywanie użycia gazu 258.
Punkt tworzenia się rosy 69.
Pułkowe posterunki ratunkowe 278.
Puszczanie krwi w przeciwstawieniu do stosowania tlenu w obrzęku płucnym 132, 140, 199.

Rany głowy — zastosowanie maski gazowej 252, 327, 329.
Raporty składane przez oficerów gazowych 275.
Rozedma następująca po zatruciu chlorem 110, 112.
Rozkład materji organicznej powoduje brak tlenu w przestrzeniach zamkniętych 346.
Rozmiary masek gazowych 245.
Rozpuszczalność iperytu w gumie 155.
Roztwór Dakina, jego użycie przy leczeniu oparzeń iperytowych 191
Roztwory solne zastrzykiwane dożylnie przy obrzęku płucnym 140.
Rozwój służby broni chemicznej 17.

Sączki, maski gazowe przeciw dymom drażniącym 244, 248.
Schrony uszczelnione od gazu 264.

Serce przy zatruciu fosgenem 110, 111, 116, 128.
Serce żołnierskie 151.
Siarczek dwuchloretylu, patrz iperyt.
Siarkowodór na statkach 242.
Skagerrack — bitwa pod 315.
Skurcz oskrzeli po zatruciu chlorem 107.
Skuteczność walki gazowej 7.
Śmiertelna dawka kwasu cjanwodorowego 226.
Śmiertelna dawka luizytu 194.
Sposób kąpania się 271.
Środki drażniące płuca, możliwość zastosowania ich na morzu 317.
Środki duszące 318,
łzawiące 318.
Środki parzące 97, 155,
pierwsza pomoc, 185, 200, 279,
stosowanie ich na morzu 317.
Środki wzniecające pożary 235.
Stacje opatrunkowe, ich zaopatrzenie 280, 329.
Stacje zborne, ich rozmieszczenie i działanie 281,
zapasy potrzebne 284.
Sternity 91.
Stężenie, jego obliczanie, dodatek, stężenie chloru potrzebne przy leczeniu dróg oddechowych 351.
Stokes, moździerze 15.
Stosunek zagazowanych do rannych 288.
Strofantus, stosowanie go w obrzęku płucnym 145.
Subjektywne objawy, ich łagodzenie przy obrzęku płucnym 145.
Sublimowanie 26.
Świadectwo złożone przez dr. Francine przed Komitetem Senatu 303.
Światłowstręt czynnościowy po iperycie 296.
Symulowanie po atakach gazowych 137.
Szpitale dla odzrowieńców 192, 288.
Tachykardje u zagazowanych 291.
Taktyczne użycie broni chemicznej 277,
czynników chemicznych 89,
lakrymatorów 204.
Tanki jako, schrony uszczelnione od gazu, możliwość użycia ich dla przewożenia zagazowanych 266, 285.
Temperatura absolutna 29.
Temperatura powietrza 62.
Termit 235.
Termometr, budki 64.
Tętno przy zatruciu fosgenem 126, 149,
luizytem 195.
Tissot maska 241, 242.
Tlen — działanie na płuca 144,
inhalatory 17,
komory, stosowanie ich przy nocnej duszności 150,
niemożliwość zastosowania na okrętach bojowych 330,
podawanie przy obrzęku płucnym 134, 144,
podawanie go przy zatruciu tlenkiem węgla 231,
przy obrzęku płucnym 140,
w cylindrach dla okrętów szpitali 333,
w cylindrach dla ambulansów 285,
wpływ braku jego 346,
w przeciwstawieniu do puszczenia krwi przy obrzęku płucnym 140,
wraz z dwutlenkiem węgla 144,
zapotrzebowanie w ustroju 138, 139.
Tlenek węgla 91,
chemiczny odczynnik 344,
jego działanie fizjologiczne 230,
objawy zatrucia 230,
w kopalniach 228,
w schronach 228,
wytwarzany przez automobile 230,

wytwarzany przez środki wybuchowe 228,
zatrucie następstwa 231,
zatrucie — patologja 230.
Tłum — opanowanie zapomocą gazu 6, 209.
Toksyczne działanie iperytu 159.
Trójnitrotoluen 52.
Trujące dymy, objawy jakie wywołują 216.
Trwałość różnych czynników 89.
Turecki olej czerwony 268.

Ubranie zabezpieczające 253,
usuwanie z niego gazu 268,
zapasowe dla jednostek kąpielowych 270.
Uprzedzenie co do wojny chemicznej 5.
Urząd Rent 290.
Usuwanie gazu ze schronów 267.
Uszkodzenie oczu po iperycie 181, 188.

Vincennit 222.
Vindirtive, atak królewskiego statku 315.

Wapień sodowany w maskach gazowych 247.
Węgiel drzewny 25,
dla masek gazowych 244, 246.
Węglowodory 35,
aromatyczne 49,
alifatyczne 35,
nienasycone 38.
Wiatr, ocena szybkości 64.
Wilgotność absolutna i wgzlędna 67, 69,
wpływ jej na gaz 88.
Woda, chemiczne badanie na arszenik 221,
z wyrw utworzonych przez pociski częstokroć zatruta 272,
zatruta dymami drażniącemi 221.
Wodorotlenek żelazowy i absorpcja 25,
pasta, jej wyrób 201.
Współczynnik rozszerzania w zastosowaniu do pocisków 28.
Wykaz czynników wojny chemicznej 94.
Wyrób chloru 93.

Zabezpieczenie koni 255.
Zaburzenie akcji serca po zatruciu gazem 296, 299.
Zagazowanie, badanie wypadków wśród wojsk amerykańskich 298,
gruźlica u zagazowanych 292, 294, 298, 303, 305,
lokowanie zagazowanych na okrętach 327,
przepisy dla przewozu zagazowanych 283,
ostateczne rozmieszczenie zagazowanych 284.
Zagazowane zwierzęta, ilość wyzdrowień 310.
Zakażenie po obrzęku płucnym, zapobieganie 140.
Zapalenie krtani po zatruciu iperytem 167, 175.
Zapasy potrzebne dla posterunków obrony przeciwgazowej 280.
Zasada Avogadry 30.
Zatrucie ogólne po zagazowaniu iperytem 177.
Zespół objawów przy wysiłku po zatruciu iperytem 181.
Ziemia okrzemkowa (kieselguhs) jej zastosowanie przy napełnianiu pochłaniaczy 247.
Zmiana w obiegu krwi przy zatruciu fosgenem 125.
Zmiany nerwowe występujące po zatruciu dymami drażniącemi 218.
Zmiany we krwi przy zatruciu fosgenem 123, 124,
ciśnienie krwi po zatruciu fosgenem 126,
liczba krwinek po zatruciu iperytem 181.

29984

Biblioteka Naukowa

SPIS RZECZY.

			Str.
Słowo wstępne			1
Wstęp			3
Rozdział	I.	Szkic historyczny wojny chemicznej	11
Rozdział	II.	Fizyka w zastosowaniu do wojny chemicznej	23
Rozdział	III.	Elementarna chemja wojny gazowej	34
Rozdział	IV.	Meteorologja	56
Rozdział	V.	Cechy charakterystyczne dymu i fal gazowych	82
Rozdział	VI.	Klasyfikacja środków bojowych wojny chemicznej	89
Rozdział	VII.	Środki drażniące płuca. Chlor, Fosgen, Chloropikryna	93
Rozdział	VIII.	Iperyt, Luizyt	154
Rozdział	IX.	Gazy wywołujące łzawienie	203
Rozdział	X.	Dymy drażniące	210
Rozdział	XI.	Inne gazy bojowe	223
Rozdział	XII.	Indywidualna obrona gazowa	237
Rozdział	XIII.	Zbiorowa obrona przeciwgazowa w polu	257
Rozdział	XIV.	Polowa organizacja służby sanitarnej, leczenie i transport zagazowanych	277
Rozdział	XV.	Późne następstwa zatruć gazowych	289
Rozdział	XVI.	Wojna chemiczna na morzu z punktu widzenia lekarskiego	313
Rozdział	XVII.	Leczenie niektórych cierpień dróg oddechowych zapomocą chloru	349
Tablica ciężarów atomowych			369
Tablica zamiany dla gazów: części na miljon w stosunku do miligramów na litr			372
Spis tablic			374

SPIS TABLIC.

Nr. 1. Rana twarzy od kuli.
Nr. 2. Miotacze Livensa gotowe do strzału.
Nr. 3. Wybuch 14-tu miotaczy Livensa.
Nr. 4. 3-calowy moździerz Stokesa.
Nr. 5. Moździerz okopowy.
Nr. 6. Płuca psa, który zginął w 12 godz. po zatruciu Fosgenem.
Nr. 7. Serce i płuca psa, który zginął w 12 godz. po zatruciu chlorpikryną.
Nr. 8. Błona rzekoma na języku i w tchawicy psa po zatruciu iperytem.
Nr. 9. „ „ „ „
Nr. 10. Doświadczalne oparzenia iperytem u ludzi.
Nr. 11. Dym świec dymowych zawierających Chloracetofonon.
Nr. 12. Obłok dymowy wytworzony przez świece.
Nr. 13. Aeroplan wytwarzający dym.
Nr. 14. Przyrząd używany dla wypróbowania działania dymów drażniących na człowieka.
Nr. 15. Obrazy mikroskopowe płuc po zatruciu fosgenem.
Nr. 16. Obrazy mikroskopowe płuc po zatruciu chloropikryną.
Nr. 17. Obrazy mikroskopowe płuc po zatruciu iperytem.
Nr. 18. Zasłony dymowe utworzone przez torpedowce.
Nr. 19. Zasłona dymowa utworzona przez aeroplan.
Nr. 20. Zasłona dymowa utworzona w porcie Nowego Yorku w czasie pokazu 2 maja 1924 r.
Nr. 21. Rozerwanie się 46 kg. bomby napełnionej fosforem.
Nr. 22. Inhalator dla chloru.
Nr. 23. Zdjęcie pierwszego ataku gazowego, dokonanego przez Niemców uchwycone z aeroplanu.

ZAUWAŻONE BŁĘDY.

Strona	*wiersz*	*jest*	*ma być*
26	4 od góry	wre	wrze
31	15 od góry	Avogardy	Avogadry
37	17 od góry	męgla	węgla
37	10 od dołu	dwumetylo etanem	dwumetylo-etanem
38	3 od góry		niepotrzebne kropki
38	22 od dołu	przyłaczać	przyłączać
42	9 od góry	lum	lub
55	4 od dołu	on	od
61	7 od dołu	5.9 C	— 5·9 C
91	6 od dołu	arsonowodór	arsenowodór
91	3 od dołu	na	w
93	9 od dołu	zabłębień	zagłębień
120	7 od góry	patalogiczne	patologiczne
126	5 od dołu	skurczonego	skurczowego
129	4 od góry	antopsji	autopsji
129	6 od dołu	wyczuwolne	wyczuwalne
130	11 od góry	takim	takiem
130	11 od góry	który	które
132	2 od góry	która	które
134	5 od góry	z dolnych płuc	z dolnej części płuc
135	8 od góry	palenie	zapalenie
136	17 od dołu	oskrzele	oskrzela
140	12 od dołu	kanuli	kaniuli
140	13 od dołu	gramów	grama
143	14 od góry	fesgenu	fosgenu
150	12 od dołu	Brenera	Breuera
151	14 od góry	jest unkcjonalną i nie bywa wywołaną	Są funkcjonalne i nie bywają wywołane
154	9 od dołu	dwuchloretylu	dwuchlordwuetylu
159	17 od dołu	w tkankę	do tkanki
168	9 od dołu	gram	Gram
172	1 od dołu	ojawów	objawów
173	20 od góry	mechanicznem	mechanicznym
181	12 od dołu	leczenie	leczenia
190	7 od góry	Spirytus	Spiritus
191	1 od góry	Roztworu	Roztwór

Strona	*wiersz*	*jest*	*ma być*
191	8 od góry	stearycie	stearynjanie
191	3 od dołu	stearynie	stearynjanie
192	8 od dołu	sceptycznych	septycznych
196	14 od góry	zarostów	zrostów
205	8 od góry	chlor-acetefenon	chloracetofenon
206	6 od dołu	chlorocetofenon	chloracetofenon
208	11 od dołu	chloracetofenu	chloracetofenonu
210	15 od dołu	dwufenlcjanarsynę	dwufenylcjanarsinę
212	3 od dołu	stałym	stałem
226	18 od góry	emzyny	enzymy
233	9 od góry	pastępuje	następuje
233	4 od dołu	nie wydziela się on	nie wydzielają się one
234	7 od dołu	odwadniający	odwaniający
238	7 od góry	jakiegoś rodzaju	jakiś rodzaj
245	20 od góry	wtylnym	w tylnym
249	16 od góry	treści	zawartości
250	21 od góry	oddechową	wdechową
279	21 od góry	Oficjalna Historja Wojny	„Oficjalna Historja Wojny“,
280	1 od dołu	leozytowych	luizytowych
281	18 od góry	gazowi	gazom
294	13 od góry	choremi tuberkulicznemi	chorymi tuberkulicznymi
301	7 od dołu	zatruicu	zatruciu
306	1 od góry	mniej	mnie
314	4 od dołu	Hentyka	Henryka
336	1 od góry	tem	tym
336	4 od góry	Pochłaniach	Pochłaniacz

TABLICE:

Tablica	*jest*	*ma być*
6	we	w
7	we	w
11	chloroacetofonon	chloroacetofenon

Biblioteka Główna
Akademii Obrony Narodowej
48794
20-029984-000-0