

Identyfikacja wybranych kationów i anionów **Materiały dodatkowe**

Praktyka weterynaryjna związana jest nie tylko z klinicznymi umiejętnościami ale także z koniecznością przeprowadzenia niektórych szybkich analiz laboratoryjnych, przygotowania roztworów do iniekcji czy roztworów do odkażania, dlatego ćwiczenia z chemii poświęcone wykrywaniu wybranych jonów mają na celu naukę umiejętności laboratoryjnych na stosunkowo łatwych przykładach i reakcjach. Dodatkowo ćwiczenia te mogą pozwolić na poznanie właściwości jonów, które budują komórki żywego organizmu i wskazują na ich biologiczne znaczenie. Część reakcji wykonywanych na tych ćwiczeniach przebiega także w komórkach a ich znajomość umożliwi zrozumienie mechanizmów metabolizmu a także rozpoznanie kiedy reakcje te przebiegają prawidłowo a kiedy mamy do czynienia z chorobą. Pamiętać należy, że każdy widoczny symptom choroby pojawia się dlatego, że w komórkach już doszło do zaburzeń przemian metabolicznych.

Układ okresowy to zbiór pierwiastków uszeregowanych zgodnie z wzrastającą liczbą atomową i powtarzającymi się okresowo właściwościami chemicznymi, które pozwalają na stworzenie odpowiednich grup o podobnych cechach. W zależności od kierunku studiów studenci postrzegają ten układ w innej perspektywie. Dla lekarza weterynarii liczą się przede wszystkim te pierwiastki w określonych związkach chemicznych, które występują w żywych organizmach w warunkach fizjologicznych ale także te, które mogą być wykorzystane jako leki, środki odkażające czy mogą dostać się do organizmu ze środowiska i wywoływać objawy chorobowe.

Lokalizacja poszczególnych pierwiastków w układzie okresowym determinuje ich aktywność chemiczną i możliwość uczestniczenia nie tylko w reakcjach, które odbywają się w laboratorium ale także w komórkach w oparciu o te same mechanizmy.

Z układu okresowego można dowiedzieć się o liczbie elektronów walencyjnych poszczególnych pierwiastków co determinuje rodzaj powstających wiązań w nowych związkach a także charakter pierwiastka-partnera biorącego z nimi udział w reakcji. Położenie pierwiastka w układzie okresowym określa jego aktywność w procesach chemicznych, spadek lub wzrost właściwości metalicznych lub niemetalicznych, pośrednio warunkuje właściwości ich prostych związków chemicznych. Ulokowanie pierwiastka na dalszych miejscach układu świadczy o coraz mniejszej trwałości jąder ich atomów i pojawiających się właściwościach promieniotwórczych.



Jony występujące w komórkach o istotnym znaczeniu metabolicznym:

Jon sodu (Na^+)

Jon pozakomórkowy. Jego transport przez błony i wymianę z jonami potasu reguluje tzw. pompa sodowo-potasowa. Ma to szczególne znaczenie w przewodnictwie nerwowym. Stężenie jonów sodu wskazuje na stan równowagi wodno-elektrolitowej.

Jon potasu (K^+)

Jon wewnątrzkomórkowy równoważony anionami - fosforanowymi oraz białczanowymi, uczestniczy w przewodnictwie nerwowym, istotny dla prawidłowej pracy serca.

Jon wapnia (Ca^{2+})

Niezbędny do prawidłowego funkcjonowania komórek i całego organizmu. Buduje kości i zęby, bierze udział w krzepnięciu krwi, skurczu mięśni oraz przekazywaniu sygnałów komórkowych. Tworzy pompę wapniową dzięki której utrzymywany jest gradient jonów wapnia pomiędzy wnętrzem komórki a przestrzenią pozakomórkową.

Jony żelaza(II) i (III)

Większość jonów żelaza jest związana z hemoglobina i mioglobina. Pozostała część znajduje się w osoczu w formie związanej z białkiem transferyną oraz w komórkach jako połączenie z ferrytyną lub hemosydera [fosforan żelaza(III)]. Żelazo w formie wolnych jonów praktycznie nie występuje. Wolne jony mogłyby generować łańcuch reakcji prowadzących do powstawania wolnych rodników co mogłoby być niebezpieczne dla komórek.

Główną rolę związków żelaza jest transport i metabolizm tlenu oraz udział w procesach oksydacyjno-redukcyjnych. Znaleźć je można także w centrach aktywnych wielu enzymów.

W obojętnym pH związki Fe^{3+} są nierozpuszczalne dlatego tylko jony w formie Fe^{2+} mogą wchłaniać się w przewodzie pokarmowym. Niedobór żelaza zwykle związany jest z niską jego podażą w diecie lub złym wchłanianiem z przewodu pokarmowego. Niedobór żelaza powoduje anemię i ogólne osłabienie organizmu.

Jon miedzi (Cu^{2+})

Jony miedzi stanowią składnik centrów aktywnych wielu enzymów, są niezbędne do ich prawidłowego działania. Miedź wewnątrzkomórkowa jest zwykle zlokalizowana w mitochondriach i jądrze komórkowym. Białko ceruloplazmina pełni rolę transportera jonów miedzi. Podobnie jak w przypadku żelaza związanie z białkami transportującymi gwarantuje, że jony miedzi nie włączają się w generowanie reakcji wolnorodnikowych.

Zauważono synergizm miedzy stężeniem miedzi a cynku, natomiast antagonizm między poziomem miedzi i żelaza, co ma korzystny wpływ przy syntezie hemoglobiny. Miedź wpływa korzystnie na metabolizm tkanki łącznej poprzez udział w jej



„dojrzewaniu” i tworzeniu wiązań krzyżowych białek budujących tkankę łączną.

Niedobór miedzi może objawiać się zaburzeniami ze strony układu nerwowego oraz ograniczeniem wzrostu.

Jon magnezu (Mg^{2+})

Występuje głównie jako jon wewnątrzkomórkowy. Pełni nie tylko rolę aktywatora enzymów ale jest składnikiem kości.

Uczestniczy w metabolizmie poprzez wpływ na przepuszczalność błon komórkowych, regulację procesów oksydoredukcyjnych czy stabilizację struktur makrocząsteczek, głównie kwasów nukleinowych. Niedobór magnezu prowadzi do zaburzeń skurczu mięśni. Działa przeciwstresowo.

Jon cynku (Zn^{2+})

Występuje głównie jako jon wewnątrzkomórkowy, buduje kości i mięśnie. W komórkach związany jest z białkiem metalotioneina. Metalotioneina dzięki obecności w cząsteczce grup $-SH$ ma zdolność wiązania metali ciężkich (kadmu i ołowiu) i pełni funkcje detoksykacyjne. Niewielka ilość cynku występuje w osoczu w formie związanej z białkami. Cynk znajduje się w centrach aktywnych enzymów wpływając na ich prawidłową aktywność i tym samym oddziałując korzystnie na metabolizm.

Niedobory cynku zwykle związane są z zaburzeniami jego przyswajania i mogą prowadzić do zaburzeń układu kostnego, zaburzeń funkcji rozrodczych a także stanów zapalnych skóry czy łysienia.

Jon fosforanowy (PO_4^{3-})

Sole I- i II-rzędowe kwasu ortofosforowego(V) budują układy buforowe krwi. Fosforan wapnia jest składnikiem kości a estry fosforanowe stanowią istotne dla metabolizmu połączenia (np. glukoza w formie ufosforylowanej jest „zatrzymywana” w komórkach).

Jon chlorkowy (Cl^-)

Występuje zazwyczaj pozakomórkowo, jest głównym anionem osocza krwi. Bierze udział w regulacji równowagi kwasowo-zasadowej.

Jon jodkowy (I^-)

Jony jodkowe pobierane z krwi przez tarczycę są utleniane do I_2 , który jest niezbędny do syntezy hormonów tarczycy. Znaczenie biologiczne jodu związane jest z hormonami tarczycy. Jod nie ulega kumulacji w organizmie dlatego trzeba go stale dostarczać z diety.

Selen i fluor mogą zaburzać metabolizm jodu i jego przyswajanie.

Niedobór jodu powoduje niedoczynność tarczycy co ma poważne konsekwencje metaboliczne prowadzące do spowolnienia czynności życiowych i wszystkich przemian w komórkach.

Selen (Se)

Jest antyoksydantem, co wynika z jego obecności w centrach



aktywnych enzymów antyoksydacyjnych a także jego własnych zdolności zmiatania wolnych rodników.

Niedobór selenu powodować może uszkodzenia mięśni, obniżenie sprawności układu immunologicznego oraz sprzyjać rozwojowi chorób nowotworowych.

Nadmiar selenu jest toksyczny i może prowadzić do niedokrwistości, zeszywnienia kości, wypadania włosów a także zaburzeń w funkcjonowaniu narządów wewnętrznych.

Jon fluoru

Występuje w organizmach żywych w niewielkich ilościach. Jego znaczenie biologiczne związane jest z procesami wiązania jonów magnezu, wapnia i fosforu podczas mineralizacji kości. Zarówno nadmiar fluoru jak i jego niedobór są szkodliwe - w pierwszym przypadku dochodzić może do zaburzeń metabolizmu jodu podczas gdy w drugim do zaburzeń mineralizacji kości.

Węgiel

Rozpatrywany być może jako ten nieorganiczny i organiczny. Jako składnik wodorowęglanów bierze udział w buforowaniu płynów biologicznych. Dytlenek węgla usuwany z wydychanym powietrzem powstaje w przemianach metabolicznych komórek i jednocześnie bierze udział w wymianie gazowej. Tlenek węgla działa toksycznie zastępując ditlenek w jego funkcjach oddechowych i blokując je.

W związkach organicznych atomy węgla są praktycznie wszędzie a sposób ich połączenia z wodorem oraz sama ilość atomów węgla w cząsteczce warunkują wiele właściwości związków organicznych występujących w żywych komórkach.

Pierwiastki wykorzystywane w procedurach medycznych

Jon srebra (Ag^+)

Występuje w preparatach farmaceutycznych (patrz niżej) oraz diagnostycznych (klisze do rentgenografii).

Jon baru (Ba^{2+})

Nierozpuszczalny siarczan baru stosowany jest w medycynie jako środek cieniujący w rentgenodiagnostyce.

Pierwiastki toksyczne

Jony rtęci(I) i (II)

Związki rtęci są silną trucizną. Wykorzystywane są jednak w niewielkich dawkach w leczeniu niektórych schorzeń w formie kalomelu (chlorek rtęci(I) czy sublimatu (chlorek rtęci(II))).

Jony kadmu

Związki kadmu są toksyczne dla żywych komórek. Niekorzystne działanie tego pierwiastka polega na wiązaniu się z grupami -SH białek oraz wypieraniu ważnych biologicznie metali z centrów aktywnych niektórych enzymów. W komórkach znajduje się białko metalotioneina, które dzięki obecności dużej ilości grup -SH może

wiązać kadm i tym samym obniżyć jego toksyczne działanie. Akumulacja kadmu pochodzącego ze środowiska w komórkach sprzyja zaburzeniom pracy nerek, metabolizmu wapnia a także rozwojowi procesów nowotworowych.

Jony ołowiu

Toksyczne działanie ołowiu związane jest z jego zdolnością do łączenia z białkami osocza i kumulacji w komórkach. Ołów hamuje aktywność niektórych enzymów poprzez działania antagonistyczne na metale budujące ich centra aktywne. Dodatkowo łącząc się z kwasami nukleinowymi, aminokwasami oraz hemoglobina zaburza przemiany metaboliczne. Obecność ołowiu prowadzi do uszkodzenia nerek, wątroby a także układu nerwowego.

Dezynfekcja (odkażanie)

Właściwości niektórych pierwiastków umożliwiają wykorzystanie ich związków jako środków działających bakteriobójczo zarówno w organizmach żywych jak i w środowisku. Stanowią więc składniki środków odkażających. Jednak mechanizm ich działania odkażającego bywa różny. Ta wiedza teoretyczna na ten temat pozwala na właściwe i zgodne z możliwościami poszczególnych pierwiastków ich wykorzystanie w praktyce weterynaryjnej. Poniżej podane są przykłady:

Definicja: dezynfekcja to niszczenie drobnoustrojów chorobotwórczych i ich form przetrwalnikowych środkami fizycznymi i chemicznymi, w celu zapobiegania zakażeniu. Dezynfekcję podejmuje się przede wszystkim w środowisku zewnętrznym, a także w stosunku do powłok ciała - w mniejszym stopniu w stosunku do jam ciała.

Środki odkażające - substancje chemiczne niszczące (zabijające) wszystkie drobnoustroje oraz ich formy przetrwalnikowe, zapobiegające także rozmnażaniu się mikroorganizmów. Dzięki środkom odkażającym można uzyskać warunki aseptyczne.

Istnieją dwa bliskoznaczne pojęcia, które należy odróżniać: **antyseptyka i aseptyka.**

- **Antyseptyka** jest to niszczenie drobnoustrojów znajdujących się na tkankach za pomocą substancji antyseptycznych. W historycznym ujęciu antyseptyka to również niszczenie zarazków za pomocą wysokiej temperatury.
- **Aseptyka** to wszelkie postępowanie zapobiegające zakażeniu drobnoustrojami chorobotwórczymi. W aseptyce wykorzystuje się metody fizyczne i chemiczne. Aseptyczne warunki to środowisko pozbawione wszelkich chorobotwórczych form życia. Aseptyka jest pojęciem szerszym niż antyseptyka.
- Pojęcie **preparaty antyseptyczne** obejmuje substancje stosowane do dezynfekcji tkanek i profilaktyki zakażeń na powierzchni skóry i błon śluzowych.



- **Substancje antyseptyczne (antyseptyki)** to każdy związek chemiczny (lub pierwiastek, np. fluor, ozon, chlor) niszczący drobnoustroje i zapobiegający ich rozmnażaniu.
- Nazwa **środki odkażające** ma natomiast odniesienie do dezynfekcji pomieszczeń, przedmiotów (instrumenty, urządzenia sanitarne, meble, ściany, podłogi), czy też fragmentów środowiska przyrodniczego (np. gleby, cieków wodnych).

Termin *antiseptica* po raz pierwszy został użyty w kontekście naukowym i praktycznym przez chirurga Johna Pringle'a (1707-1782) w 1750 roku dla zabiegów i substancji zapobiegających gniciu ran. Pringle opracował przepisy sanitarne armii, apelował o przestrzeganie zasad higieny.

Etymologia terminu antyseptyka wywodzi się ze słów greckich: *anti* - przeciw oraz *sepsis* - gnicie. Antyseptyka w dosłownym przełożeniu oznacza więc zapobieganie gniciu. W XVIII wieku nie zdawano sobie jeszcze sprawy o doniosłym znaczeniu bakterii w procesach gnilnych, czy infekcyjnych. Antyseptycznym zabiegiem było również działanie wysoką temperaturą, w tym wyżarzanie narzędzi i wypalanie ran.

Wprowadzenie zasad aseptyki do medycyny nie było sprawą prostą z powodu niewiedzy na temat bakterii, grzybów i wirusów chorobotwórczych. Słynnym propagatorem antyseptyki był lekarz położnik Ignaz Philipp Semmelweis (1818-1865), autor pracy *Die Aethiologie, der Begriff und die Prophylaxis des Kindbettfiebers* (1861 r.). Semmelweis zaobserwował, że środki antyseptyczne zapobiegają śmiertelnym zakażeniom połogowym. Uważał, że większość zakażeń na oddziale położniczym jest spowodowana brakiem przestrzegania czystości rąk i narzędzi. Apelował, aby przed każdym badaniem kobiety ciężarnej i przed odebraniem porodu lekarze odkażali ręce oraz narzędzia w wodnym roztworze chloranu (I) wapnia (dawniej: podchloryn wapnia). Wiedział, że gorączkę połogową wywołują niewidzialne gołym okiem zarazki chorobotwórcze zawarte w „trupim jadzie”, które są przenoszone na ubraniach i skórze przez lekarzy przebywających uprzednio w prosektorium. Odkrycia Semmelweisa nie spotkały się z powszechną akceptacją wśród lekarzy, pomimo ogromnego spadku śmiertelności i zakażeń na oddziale przez niego kierowanym. Wkrótce za swoje pionierskie poglądy został usunięty i potępiony.

Na konieczność przestrzegania antyseptyki szczególny nacisk kładł również angielski chirurg Joseph Lister (1827-1912). W 1867 roku opublikował metody zastosowania roztworu wodnego fenolu (kwasu karbolowego) w celach dezynfekcyjnych. Ogromne znaczenie dla rozwoju antyseptyki miały także prace doświadczalne Louis'a Pasteur'a (1822- 1895). W 1862 roku Pasteur ogłosił pracę pt. „O ciałkach zorganizowanych istniejących w atmosferze”, obalając w niej teorię samoródtwa bakterii (wg teorii samoródtwa bakterie powstają samorzutnie, spontanicznie - przypadkowo, wprost z

materii nieożywionej, np. ziemi, kurzu). Obalenie teorii samoródtwa było możliwe dzięki zastosowaniu sterylizacji, czyli zniszczenia wszelkich organizmów w badanym materiale nieożywionym (martwym).

Nowoczesne środki biobójcze powinny spełniać następujące kryteria:

- szybkie działanie w niskich stężeniach na szerokie spektrum drobnoustrojów,
- brak występowania oporności drobnoustrojów po wielokrotnym stosowaniu,
- niewrażliwość na twardość wody i obecność substancji organicznych,
- duża trwałość koncentratów i roztworów użytkowych,
- dobra rozpuszczalność w wodzie,
- brak działania niszczącego lub przebarwiającego sprzęt i odkażane powierzchnie,
- brak zapachu,
- brak działania drażniącego na skórę i błony śluzowe,
- wysoki stopień biodegradacji i niska toksyczność,
- korzystne aspekty ekonomiczne.

Problem znalezienia substancji spełniającej powyższe kryteria jest ciągle aktualny. Żadna z dotychczas stosowanych grup związków nie spełnia wszystkich wymienionych oczekiwań.

Tabela Substancje o działaniu przeciw-drobnoustrojowym można podzielić na 9 grup związków chemicznych. Wszystkie wykazują wysoką aktywność w stosunku do bakterii i grzybów.

Substancje czynne	Aktywność biobójcza				Użyteczność		
	prątki	przetrwalniki	wirusy lipofilne	wirusy hydrofilne	toksyczność	biodegradowalność	Uwagi
Fenole	+	-	++	-	++	--	oparzenia
Związki Cl, J	+/-	++	++	+	-	+++	korozja
Utleniacze	+	++	+++	++	-	++	korozja
Alkohole	+	-	++	+/-	-	+	
Aldehydy	++	+/-	++	+	+		podrażnia
Kwasy					-	+	
Zw. azotu	-	-	++	-	-		bezpieczne
Chlorheksydyna	-	-	+/-	-	-		bezpieczne
Metale	-	-	-	-	-	?	antyseptyki
Barwniki	-	-	-	-	-	+	antyseptyki



Antyseptyki nieorganiczne - chlor

Preparaty chloru stosowane są do odkażania ran od około 1822 roku. Chlor jest gazem żółtawo-zielonym, bardzo aktywnym chemicznie i silnie trującym dla wszystkich organizmów. Chlor był i nadal jest stosowany do produkcji bomb chemicznych. Chlorowe bomby chemiczne zabijają nie tylko wszystkie organizmy, ale także niszczą całkowicie sprzęt wojskowy, zwłaszcza metale. Do dezynfekcji stosowane są związki chloru: chloramina, chloran(I) sodu, chloran(I) wapnia, kwas chlorowy(I), kwas chlorowy(VII), chlorheksydyna, chloroxylenol.

Mieszanina chloranu(I) wapnia, wodorotlenku wapnia i chlorku wapnia to wapno chlorowane - calcium hypochlorosum (calcaria chlorata) - ma postać białego lub szarawego proszku i charakterystyczny zapach. Wodne roztwory wapna chlorowanego działają wybielająco. Od dawna używane jest do dezynfekcji ubikacji, podłóg, ścian, ścieków, śmietników, urządzeń emaliowanych. Wykorzystywane są roztwory 20% w wodzie lub w stanie sypkim.

Pod wpływem wody (lub wilgotnego powietrza) i kwasów uwalnia się kwas chlorowy(I) HClO o silnych właściwościach bakterio-, wiruso-, grzybo- i pierwotniakobójczych. Kwas chlorowy(I) jest nietrwały i uwalnia chlor. Podczas rozkładu kwasu chlorowego(I) uwalniany jest także tlen, posiadający również właściwości przeciwbakteryjne. Wapno chlorowane to trucizna protoplazmatyczna uszkadzająca (zabijająca) wszystkie żywe komórki. Przy kontakcie ze skórą powoduje oparzenia (działanie żrące). Chlor łączy się z grupami aminowymi aminokwasów i białek, wywołuje destabilizację białek.

Nie nadaje się do odkażania materiałów tekstylnych, skórzanych (odbarwia) i przedmiotów metalowych (powoduje korozję).

Chloran(I) wapnia i chloran(I) sodu (natrium hypochlorosum) wchodzi w skład wielu środków piorących i czyszczących do zastosowania w gospodarstwie domowym (np. ACE, Blux, Clorox-płyn). Związki te pod wpływem kwasów i ditlenku węgla uwalniają chlor. Podchloryn sodu w połączeniu z NaOH tworzy silnie odkażający i żrący związek -alkaliczny roztwór podchlorynu sodu - antyforminę. Antyformina stosowana jest w stomatologii do przepłukiwania kanałów zębowych.

Chloramina B - toluolosulfonochloramid sodu - biały lub żółtawy proszek krystaliczny o zapachu chloru rozpuszczalny w 3 częściach wody. Zawiera 25% chloru. Działa odkażająco, antyseptycznie, odwanianająco (niweluje inne zapachy). Dawniej był stosowany do przepłukiwania jam ciała po oczyszczeniu z wydzieliny ropnej; obecnie do dezynfekcji sprzętu medycznego, do odkażania urządzeń sanitarnych, rąk.



Antyseptyki nieorganiczne - Jod

Jod (iodum; pierwiastek chemiczny o symbolu "I") ma formę kryształków (płytek) metalicznych barwy brunatnej, szarobrazowej lub brązowej. Jest bardzo trudno rozpuszczalny w wodzie, lepiej rozpuszczalny w alkoholach i acetonie. Na wolnym powietrzu i słońcu ulega sublimacji. Łatwo rozpuszczalny w wodnym roztworze jodku potasu. Jod jest silnym środkiem antyseptycznym stosowanym do odkażania skóry nieuszkodzonej. Działa bakteriobójczo, grzybobójczo i wirusobójczo, drażni tkanki, wywołuje powierzchwną nekrozę (martwicę) posmarowanej tkanki. Dawniej drażniące działanie jodu wykorzystywano do polepszenia ukrwienia skóry i tkanki podskórnej, co przyspieszało resorpcję wysięków zapalnych. Jod jest stosowany również obecnie w formie 3-10% roztworu w 70% lub 95% alkoholu etylowym (Solutio Iodi Spirituosa - jodyna; synonim Tinctura Iodi, nalewka jodowa). Jod reaguje z grupami aminowymi białek, hamując ich aktywność. Wyzwala również tlen z roztworów wodnych, co uzupełnia działanie odkażające. Roztwory alkoholowe jodu denaturują białka strukturalne i enzymatyczne bakterii i grzybów. Preparaty jodu nie są praktycznie stosowane do odkażania z powodu właściwości korodujących jodu.

W celu odkażenia skóry - przemywa się jodyną lub płynem Jugola. Nie należy stosować w stanie nierozcieńczonym bezpośrednio na rany i oparzenia. W formie nierozcieńczonej nadaje się do odkażania jedynie okolic ran, oparzeń oraz skóry nieuszkodzonej.

Związek kompleksowy jodu z polimerem poliwinylpirolidonu jest łatwo rozpuszczalny w wodzie, wykazuje przedłużone działanie antyseptyczne i nie drażni błon śluzowych oraz skóry. Nie niszczy instrumentów medycznych. Znany jest pod międzynarodową nazwą Povidone-Iodine. Niszczy bakterie, wirusy, grzyby. Stosowany do odkażania skóry, błon śluzowych oraz sprzętu medycznego. Może być używany do przepłukiwania dróg płciowych i jamy ustnej. Rozcieńczać przed użyciem wodą w stosunku 1:8 lub 1:10.

Antyseptyki nieorganiczne - związki utleniające

Manganian (VII) potasu (kalium hypermanganicum, kalium permanganicum) $KMnO_4$ należy do grupy środków antyseptycznych utleniających. Pod wpływem związków organicznych /np. białek/ ulega redukcji i wydziela tlen niszczący bakterie, grzyby i pierwotniaki. Duże znaczenie antyseptyczne mają również wolne jony manganu.

Manganian (VII) potasu ma postać krystalicznych ciemnofioletowych kryształków z metalicznym połyskiem. Łatwo rozpuszcza się w wodzie. Roztwory wodne w zależności od stężenia są różowe lub ciemnofioletowe /granatowo-fioletowe/. W smaku jest cierpki i gorzki z metalicznym posmakiem. Wydziela charakterystyczny świeży zapach. Działa ściągająco,

śmiertelna dla człowieka wynosi 250-300 mg/1 kg masy ciała. Dlatego też nie wolno stosować preparatów boru u dzieci. Kwas borowy w wodnych roztworach był (obecnie rzadko) stosowany do okładów, płukanek, irygacji i przemywania przy stanach zapalnych skóry i błon śluzowych. Wchodzi w skład niektórych kropli do oczu, płynów odkażających złożonych i zasypek.

Antyseptyki nieorganiczne - związki metali

Octan glinu (aluminium aceticum) w wodnych roztworach 3% działa antyseptycznie, osuszająco, ściągająco, przeciwzapalnie, przeciwobrzękowo i przeciw wysiękowo. Hamuje powstawanie krwiałków. Stosowany do przemywań i okładów przy naciekach zapalnych, wysiękach podskórnych, owrzodzeniach, stłuczeniach i krwiałkach. Działa przeciwtrądzikowo i przeciwłojotokowo. Działanie antyseptyczne związane jest z wpływem denaturującym na białka strukturalne i enzymatyczne, ponadto z oddziaływaniem wolnych jonów glinu. W razie ropnego lub ropiejącego, bolącego pryszcza polecane są okłady z roztworu octanu glinu. Wchodzi w skład niegdyś popularnego płynu Burowa (Liquor Burowii) oryginalnego (3% roztwór wodny octanu glinu) i zmodyfikowanego, zawierającego siarczan glinowo-potasowy. Płyn Burowa rozcieńczano przed użyciem wodą: 1 cz. preparatu na 2-4 cz. wody przegotowanej.

Siarczan glinu, czyli aluminium sulfuricum to biała, krystaliczna substancja rozpuszczalna w wodzie. Działa przeciwbakteryjnie, ściągająco, przeciwzapalnie i przeciwkrwotocznie, ponadto przeciwłojotokowo, przeciwtrądzikowo i przeciwpotnie. Stosowane są roztwory 3-5% do płukania narządów płciowych przy zakażeniach i stanach zapalnych, nadżerkach i owrzodzeniach, ponadto do przemywania skóry i płukania jamy ustnej.

Ałun glinowo-potasowy, (siarczan glinowo-potasowy; alumen, alumini kalii sulfas) działa odkażająco, krwiotamująco (hamuje krwawienia z drobnych naczyń krwionośnych), przeciwłojotokowo, przeciwpotnie, odwanianiająco (likwiduje zapachy z cuchnących zmian chorobowych), odwadniająco i przeciwzapalnie. Roztwory 1-1,5% podawane są do oczu w kroplach przy nadmiernym łzawieniu i stanach zapalnych, krwiałkach i wysiękach. Roztwory 1% do płukania jamy ustnej, gardła i pochwy. Obecnie w handlu nadal dostępne są preparaty z octanem glinu lub octanowinianem glinu: Altacet - zawiera octanowinian glinu i kwas borowy.

Azotan srebra $AgNO_3$ (argentum nitricum) ma postać białawych kryształków łatwo rozpuszczalnych w wodzie. Roztwory azotanu srebra są lekko kwaśne i łatwo ciemnieją pod wpływem tlenu i światła z powodu wytrącania się metalicznego srebra. Stężone roztwory, tzn. 10-20% do przyżegania (chemicznego przypalania narośli, np. brodawek), a także w stomatologii; roztwory 0,25-0,5% w wodzie bidestylowanej do płukania worka spojówkowego przy stanach zapalnych i ropnych; roztwory 2% do pędzlowania trudno gojących się owrzodzeń i ognisk zapalnych w jamie ustnej, gardle

i jamie nosowej.

Lapis ($\text{AgNO}_3 + \text{KNO}_3$ - Argentum nitricum cum kalio nitrico) ma formę pałeczek do smarowania brodawek (pałeczki są pokryte ochronnym woskiem lub parafiną; przed użyciem należy te powłoczkę zeszkrobać, wielu pacjentów o tym nie wie). Smarowane miejsce po 2-3 dniach ulega poczernieniu, a następnie stopniowemu złuszczeniu. Pałeczkę przy smarowaniu zwilżać w ciepłej wodzie.

Siarczan cynku ZnSO_4 to bezbarwny, krystaliczny proszek rozpuszczalny w wodzie i glicerolu. W wodnych roztworach 5% działa drażniaco na skórę i błony śluzowe. W roztworach 30-50% działa żrąco (przyżegająco). Roztwory 0,5-2% działają ściągająco i antyseptycznie. Działa przeciwtrądzikowo i przeciwropnie, hamuje czynności gruczołów łojowych, potowych i śluzowych.

W okulistyce stosowane są roztwory 0,2-0,5% do zakraplania oczu przy stanach zapalnych, nadmiernym łzawieniu i zakażeniach bakteryjnych. Może być składnikiem zasypek ściągających na skórę (3-5%). Doskonały do leczenia zapalenia łojotokowego skóry.

Tlenek cynku ZnO (Zinci oxidati) - biały proszek nierozpuszczalny w wodzie. Działa ściągająco, przeciwzapalnie, antybakteryjnie, osuszająco i złuszczająco. Wywiera wpływ przeciwtrądzikowy. Wchodzi w skład antyseptycznych past, maści i zasypek. Maści przygotowywane są na wazelinie. Stosowane do leczenia ran, opryszczki, trądzików, liszajów, wyprysków, owrzodzeń, odleżyn, oparzeń, zapalenia mieszków włosowych, świądu skóry (z mentolem). Ponadto do tworzenia otoczek ochronnych przy wypalaniu chemicznym narośli, rogowacenia starczego, brodawek. Tlenek cynku był również podawany doustnie w dawce 100- 400 mg 3-4 razy dz. przy nieżytach przewodu pokarmowego.

Chlorek cynku ZnCl_2 - biała, krystaliczna, higroskopijna (pochłaniająca wilgoć z powietrza) substancja łatwo rozpuszczalna w wodzie i glicerolu. W zależności od stężenia roztworu działa: odkażająco lub ściągająco.

Czynniki wpływające na skuteczność działania preparatów biobójczych

- czas kontaktu preparatu z drobnoustrojami (+++)
- stężenie preparatu (++)
- temperatura (++)
- twardość wody i pH środowiska (+/-)
- liczba drobnoustrojów (--)
- obciążenie białkowe (duża ilość substancji organicznej w środowisku: resztki karmy, kał) (-)
- obecność związków powierzchniowo czynnych. (++)

Spośród przedstawionych czynników najistotniejsze znaczenie ma bez wątpienia czas działania (t) i stężenie preparatu (c). Iloczyn stężenia i czasu jest wielkością stałą dla określonej

grupy związków:

$$c^n \cdot t = \text{const}$$

współczynnik n jest określany doświadczalnie dla danej grupy związków i wynosi, dla przykładu, dla czwartorzędowych soli amoniowych 1, dla fenoli 6, a dla alkoholi aż 10. Oznacza to, że dwukrotne zmniejszenie stężenia preparatu opartego na alkoholu wymaga wydłużenia czasu działania 1024-krotnie (210). Dlatego prawidłowe rozcieńczanie tych preparatów jest szczególnie ważne. Stosowanie preparatów odkażających rozpuszczonych „około”, „mniej więcej” lub „na oko” jest niedopuszczalne. Zbyt niskie stężenie nie przyniesie oczekiwanych rezultatów, pociągając za sobą skutki biologiczne (np. zakażenie ludzi, zakażenie nowo wprowadzonej grupy zwierząt lub powtórne zachorowanie wyleczonych) ekonomiczne (konieczność powtórzenia zabiegu) i prawne (odpowiedzialność zawodowa lekarza wet. sprawującego nadzór). Stosowanie roztworów w zbyt dużych dawkach jest nieekonomiczne, a ponad to może stać się przyczyną wystąpienia podrażnień, oparzeń lub zatrucia zwierząt i ludzi.

Wzrost temperatury z reguły wspomaga działanie środka chemicznego. Wynika to ze zwiększania się reaktywności substancji czynnych wraz ze wzrostem temperatury środowiska reakcji, jak i z faktu biobójczego działania wysokiej temperatury.

Twardość wody, jak i pH roztworu mogą wpływać w różny sposób, zależnie od natury chemicznej substancji czynnej. W przypadku związków fenolowych wzrost pH powoduje obniżenie aktywności, natomiast czwartorzędowe sole amoniowe wykazują zwiększoną aktywność.

Obok właściwości odkażających niektóre pierwiastki wykorzystywano i nadal wykorzystuje się w znieczulaniu. Poniżej kilka przykładów:

Tlenek diazotu (N_2O , dawniej: podtlenek azotu)

Tlenek di azotu, zwany także **gazem rozweselającym** - nieorganiczny związek chemiczny, tlenek azotu na I stopniu utlenienia. Związek ten jest często stosowany do znieczulania anestezjologicznego. W temperaturze pokojowej jest to bezbarwny, niepalny gaz o słabej woni i słodkawym smaku. Temperatura topnienia -91°C , temperatura wrzenia -88°C .

Gaz ten został odkryty przez Josepha Priestleya w 1772. Po raz pierwszy własności anestetyczne tlenku diazotu wykorzystał amerykański dentysta Horace Wells.

Tlenek diazotu jest powszechnie wykorzystywany jako jeden ze składników znieczulenia ogólnego złożonego, a także (głównie na zachodzie) do znieczulenia w stomatologii. W mieszaninie z tlenem w stężeniu do 70% jest nośnikiem innych gazów anestetycznych. Stosuje się go również w połączeniu z dożylnymi lekami znieczulającymi, opioidami i lekami zmiotczającymi. Ma silne



działanie przeciwbólowe, znacznie zaś mniejsze nasenne, praktycznie nie działa zwiotczająco na mięśnie. Wykazuje niewielkie właściwości euforyzujące, z tego powodu jest nazywany **gazem rozweselającym**. Tlenek diazotu inaktywuje kobalaminową formę witaminy B12, dlatego długotrwałe użycie dużych ilości może prowadzić do objawów niedoboru witaminy B12 - anemii i neuropatii, może uszkadzać szpik kostny i ma negatywny wpływ na jajniki i jądra. Nie dotyczy to jednak sporadycznego użycia tego gazu. Objawy użycia mogą również przypominać stan zatrucia alkoholowego.

Tlenek diazotu bardzo szybko i dobrze wchłania się z płuc do krwi i przenika do tkanek organizmu. Jest też szybko usuwany, tą samą drogą (przez płuca). Bardzo ciekawym faktem dotyczącym tego gazu jest zmniejszenie się tolerancji organizmu na tę samą dawkę - w przeciwieństwie do większości narkotyków, po dłuższym używaniu N_2O , zmniejszona dawka może dać taki sam efekt jak na początku. Stosowanie tego gazu, powoduje ryzyko niedotlenienia tkanek (dlatego używa się go tylko w mieszaninach z tlenem), jednak jeśli do niego nie dojdzie, działania niepożądane są bardzo niewielkie. Niebezpieczne są natomiast zanieczyszczenia, często znajdujące się w butlach z N_2O , np. NO.

Eter dietylowy, eter etylowy (eter)

$C_2H_5-O-C_2H_5$, bezbarwna ciecz o dużej lotności, łatwopalna, temperatura wrzenia $34,6^\circ C$. Eter dietylowy ma charakterystyczny przyjemny zapach, pary eteru dietylowego działają narkotycznie.

Otrzymywany z alkoholu etylowego przez działanie kwasem siarkowym(VI) w temperaturze $140^\circ C$. Stosowany od 1846 r (Morton z Bostonu) do znieczulenia ogólnego wziewnego dawniej metodą kroplową, później przy użyciu aparatów do znieczulenia ogólnego. Wprowadzenie w znieczulenie, jak i wyprowadzenie ze znieczulenia są powolne. Posiada względnie szeroki margines bezpieczeństwa, daje dobre zwiotczenie mięśniowe w głębokim znieczuleniu. Głębokie znieczulenie jest toksyczne.

Eter dietylowy można łączyć z innymi środkami znieczulenia oraz ze środkami zwiotczającymi. Obecnie prawie nie używany.

Chloroform (trichlorometan)

Substancja niepalna i mało reaktywna. W zetknięciu z ogniem pary chloroformu ulegają rozkładowi, z wytworzeniem chloru, chlorowodoru i fosgenu. Podobny powolny rozkład zachodzi również pod wpływem światła, w wyniku czego chloroform często jest zanieczyszczony w/w substancjami.

Działa drażniąco na skórę i oczy, szkodliwy przy wchłanianiu przez drogi oddechowe i po połknięciu; w przypadku długotrwałego narażenia lub wysokiego stężenia stwarza poważne zagrożenia dla zdrowia. Może nastąpić nagła śmierć wskutek zaburzeń rytmu serca i zatrzymania akcji serca lub/i zatrzymania oddechu. Działa depresyjnie na ośrodkowy układ nerwowy (włącznie z wystąpieniem trwałych zmian), wywołuje poczucie senności, nudności, zmniejsza

sprawność umysłową, powoduje utratę przytomności. Uszkadza wątrobę i nerki. Prawdopodobnie wykazuje własności kancerogenne.

