

DEZYNFEKCJA, STERYLIZACJA, ANTYSEPTYKA

Dekontaminacja jest procesem prowadzącym do usunięcia lub zniszczenia drobnoustrojów. Do metod dekontaminacji należą: sanityzacja, dezynfekcja i sterylizacja. W warunkach szpitalnych właściwy dobór metod dekontaminacji jest zależny od ryzyka przeniesienia zakażenia:

1. Sprzęt krytyczny - wysokie ryzyko przeniesienia zakażenia:

- kontaktuje się z jałowymi tkankami: np. narzędzia chirurgiczne, wszczepy, igły, cewniki naczyniowe, cewniki moczowe;
- musi być bezwzględnie jałowy (jednorazowy lub sterylizowany).

2. Sprzęt półkrytyczny - średnie ryzyko przeniesienia zakażenia:

- kontaktuje się z błonami śluzowymi lub uszkodzoną skórą: np. endoskopy, zestawy do intubacji;
- w zależności od możliwości technicznych przed użyciem należy poddać go sterylizacji lub dezynfekcji wysokiego stopnia.

3. Sprzęt niekrytyczny - niskie ryzyko przeniesienia zakażenia:

- kontaktuje się z nieuszkodzoną skórą: np. baseny, mankiety do mierzenia ciśnienia;
- wymaga mycia/czyszczenia i okresowej dezynfekcji.

Definicje

Sanityzacja to usuwanie widocznych zabrudzeń i zanieczyszczeń a wraz z nimi także większości drobnoustrojów (mycie, odkurzanie, malowanie).

Dezynfekcja: proces, w wyniku którego ulegają zniszczeniu formy wegetatywne drobnoustrojów (pozostają spory bakteryjne i tzw. „powolne” wirusy).

Dezynfekcja wysokiego stopnia oprócz form wegetatywnych niszczy także prątki gruźlicy, enterowirusy i niektóre formy przetrwalnikowe.

Sterylizacja: proces prowadzący do zniszczenia wszystkich żywych form drobnoustrojów.

Antyseptyka: dezynfekcja skóry, błon śluzowych, uszkodzonych tkanek z zastosowaniem preparatów nie działających szkodliwie na tkanki ludzkie.

Aseptyka: sposób postępowania, którego celem jest zapobieganie zakażeniom tkanek i skażeniom jałowych powierzchni.

DEZYNFEKCJA

Skuteczność dezynfekcji jest wprost proporcjonalna do czasu działania i stężenia preparatu dezynfekującego, wzrasta także wraz ze wzrostem temperatury i wilgotności. Podwyższone pH obniża aktywność fenoli, podchlorynów i związków jodu a zwiększa aktywność czwartorzędowych zasad amoniowych. Obecność substancji organicznych może ograniczać działanie przeciwdrobnoustrojowe preparatów dezynfekujących np. w wyniku tworzenia z nimi nieaktywnych związków.

Dezynfekcję można przeprowadzić przy użyciu metod termicznych, termiczno-chemicznych lub chemicznych.

- **Dezynfekcja termiczna** przebiega z wykorzystaniem wody o temp. 93°C lub pary wodnej o temp. $105\text{-}110^{\circ}\text{C}$ i nadciśnieniu 0.5 atmosfery. Stosowana jest do odkażania bielizny, naczyń, wyposażenia sanitarnego. Zaletą tej metody jest możliwość monitorowania procesu i brak toksyczności.
- **Dezynfekcja chemiczno-termiczna** jest połączeniem działania środków chemicznych oraz ciepła (60°C). Środki chemiczne stosowane są tu w znacznie niższych stężeniach. Metoda służy do dezynfekcji sprzętu wrażliwego na wysoką temperaturę.
- **Dezynfekcja chemiczna** to dezynfekcja przy użyciu roztworów preparatów chemicznych o różnych właściwościach. Substancje aktywne to związki na bazie chloru, związki nadtlenowe, czwartorzędowe związki amoniowe, alkohole, aldehydy i pochodne fenolu. Wybór odpowiedniego preparatu jest zależny od znanego lub spodziewanego skażenia, rodzaju dezynfekowanego materiału i toksyczności środka.

Związki chemiczne wykorzystywane w dezynfekcji

Związki fenolowe. Fenol został wprowadzony do dezynfekcji szpitalnej przez Listera, pioniera antyseptyki w chirurgii. Obecnie stosowane są bardziej aktywne pochodne fenolu, z których dwie najważniejsze to orto-fenylofenol i orto-benzyl-para-chlorofenol. Fenole wykazują aktywność bakteriobójczą, w tym przeciwprątkową oraz grzybobójczą. Wirusobójcze działanie zazwyczaj nie obejmuje wirusów coxsackie, echo i polio. Fenole nie mają aktywności sporobójczej. Preparaty tej grupy są stosowane w stężeniu $1,5\text{-}5\%$ do dezynfekcji powierzchni (ramy łóżek, stoliki przyłóżkowe, blaty), mogą być także użyte do dezynfekcji wstępnej sprzętu medycznego, przed jego właściwą dezynfekcją wysokiego stopnia lub sterylizacją. Fenole nie są zalecane do dezynfekcji sprzętu mającego kontakt ze skórą i błonami śluzowymi oraz do powierzchni kontaktujących się z żywnością. Należy zachować szczególną ostrożność w czasie stosowania ich na oddziałach noworodkowych. Fenole mogą być absorbowane przez porowate materiały i działać drażniaco na tkanki.

Związki chloru. Najczęściej używanymi środkami dezynfekcyjnymi zawierającymi chlor są podchloryny występujące w postaci płynnej (podchloryn sodu) i stałej (podchloryn wapnia) oraz dichloroizocyjanuran sodu i chloramina T, które charakteryzują się wolniejszym uwalnianiem chloru i dłuższą aktywnością bójczą. Związki chloru już w niskich stężeniach są aktywne wobec wegetatywnych form bakterii (<5 ppm), mykoplazm (25 ppm), wirusów (200 ppm) i grzybów (500 ppm). Wyższe stężenia inaktywują *M.tuberculosis* (1000 ppm) i przetrwalniki *Clostridium difficile* (5000 ppm). Preparaty chlorowe stosowane są do dezynfekcji instalacji wodnej, sprzętu do hydroterapii, bielizny szpitalnej i odpadów klinicznych oraz powierzchni, zwłaszcza zanieczyszczonych krwią lub płynami ustrojowymi. Obecność substancji organicznych hamuje ich aktywność (w mniejszym stopniu dotyczy to dichloroizocyjanuranu sodu). Związki chloru działają niszcząco na tworzywa sztuczne i gumę a także powodują korozję metali i odbarwiają tkaniny. Preparaty nie są stabilne w stężeniach użytkowych a ich rozkład przyspiesza światło, ciepło i metale ciężkie. Nie należy mieszać ich z kationowymi detergentami (działanie antagonistyczne) lub stosować w obecności formaldehydu (niektóre produkty reakcji tych związków są rakotwórcze). W środowisku kwaśnym, w tym w kontakcie z moczem, z podchlorynu sodu uwalnia się toksyczny chlor gazowy. Chlor działa drażniaco na skórę, spojówki i drogi oddechowe.

W ostatnich latach do dekontaminacji wysokiego poziomu wprowadzono dwutlenek chloru stosowany w roztworze wodnym o stężeniu 0,0225-0,038% i pH 5–6. Roztwór dwutlenku chloru charakteryzuje się wyższą stabilnością (kilka dni), bardzo szybkim działaniem sporobójczym (10 minut), wysoką skutecznością w obecności substancji organicznych, biodegradacją do produktów nieszkodliwych dla środowiska a także ma istotnie niższe działanie drażniące na drogi oddechowe. Nowym rozwiązaniem jest woda zawierająca wolne rodniki (ang. super-oxidized water, SOW), której głównymi składnikami są kwas podchloryny i podchloryn sodu z niewielkim dodatkiem kwasu solnego, chlorku i chloranu sodu, dwutlenku chloru, nadtlenu wodoru, ozonu. SOW jest uzyskiwana w procesie elektrolizy roztworu soli kuchennej o stężeniu 0,05-0,3% w wyniku którego, w zależności od sposobu przeprowadzenia procesu powstaje woda o wysokim potencjale oksydoredukcyjnym (> 1000 mV) i niskim pH (<3) lub o pH bliskim obojętnemu (6–7) ale o wysokiej dostępności wolnego chloru (220 ppm). SOW w krótkim czasie (5-10 minut) osiąga skuteczność porównywalną do procesów sterylizacji, jest bezpieczna dla środowiska i personelu. Wadami SOW są: niestabilność (konieczność wytwarzania w miejscu dezynfekcji) i obniżenie aktywności przeciwdrobnoustrojowej w obecności substancji organicznych. Stosowanie zarówno roztworów dwutlenku chloru jak i SOW ma pewne ograniczenia w stosowaniu z powodu ryzyka uszkodzenia sprzętu np. endoskopów.

Aldehydy swoim spektrum dorównują czynnikom sterylizującym.

Aldehyd mrówkowy (formaldehyd) jest stosowany w formie roztworu wodnego (37% formalina) i w postaci gazowej, zarówno w dezynfekcji jak i w sterylizacji. Formaldehyd charakteryzuje się aktywnością bakteriobójczą, w tym prątkobójczą, wirusobójczą, grzybobójczą i sporobójczą w zakresie stężeń 2-8%, przy czym sporobójczy efekt osiągnięty jest w czasie dłuższym niż w przypadku aldehydu glutarowego. Ze względu na nieprzyjemny zapach i silne właściwości drażniące odczuwalne już przy niskim stężeniu (<1 ppm) oraz prawdopodobny związek z rakiem nosa i płuc u osób z długotrwałego kontaktu, formaldehyd nie jest stosowany do dekontaminacji powierzchni i sprzętu, z wyjątkiem dezynfekcji prowadzonej w komorach parowo-formalinowych. **Aldehyd glutarowy** stosowany jest najczęściej w postaci 2% roztworu w dezynfekcji wysokiego poziomu półkrytycznego sprzętu medycznego (np. endoskopy, sprzęt anestetyczny, sprzęt do terapii oddechowej), rzadziej do dezynfekcji narzędzi i małych powierzchni (dezynfekcja dużych powierzchni nie jest prowadzona ze względu na właściwości drażniące aldehydu; nie należy stosować ich do powierzchni na oddziałach dziecięcych). Roztwory kwaśne są trwałe, ale nie mają aktywności sporobójczej. Roztwory zasadowe uzyskiwane po aktywacji preparatu charakteryzuje pełne spektrum i niska temp. działania (20-25⁰ C), ponadto nie korodują one metali, nie uszkadzają materiałów takich jak guma i plastik a obecność substancji organicznej nie wpływa na ich skuteczność działania. Roztwory zasadowe mają jednak krótką trwałość (14-30 dni) związaną z polimeryzacją aktywnych miejsc aldehydu w zakresie pH 7,5-8,5. Aktywność przeciwprątkowa 2% aldehydu glutarowego jest nieco niższa niż innych preparatów inaktywujących *Mycobacterium*, a w przypadku prątków atypowych (*M.avium*, *M.intracellulare* *M.gordonae*) skuteczna inaktywacja osiągnięta jest dopiero po 60 minutach ekspozycji wobec 20 minut niezbędnych do inaktywacji *M.tuberculosis*. Aldehyd glutarowy może podrażniać skórę i błony śluzowe a powtarzająca się ekspozycja może prowadzić do rozwoju astmy oskrzelowej, stąd należy używać środków zawierających aldehyd tylko w pomieszczeniach z odpowiednią wentylacją.

Aldehyd ortoftalowy, podobnie jak aldehyd glutarowy jest stosowany w dezynfekcji wysokiego poziomu, charakteryzuje się jednak lepszą aktywnością przeciwprątkową i krótszym czasem działania. W stężeniu 0,55% i w temp. 20-25°C działa skutecznie ciągu 5-12 minut na bakterie, w tym prątki, wirusy i grzyby, nie ma jednak aktywności sporobójczej. Zdolność niszczenia spor wzrasta wraz ze wzrostem pH i temperatury. Aldehyd ortoftalowy jest stabilny w środowisku kwaśnym i zasadowym (zakres pH 3-9), ma słabo wyczuwalny zapach, nie wymaga aktywacji i nie uszkadza materiałów poddanych dezynfekcji, natomiast barwi białka na kolor szaroczarny, pozostawiając przebarwienia na nieosłoniętej skórze i sprzęcie zanieczyszczonym tkankami lub płynami ustrojowymi. Trwałość roztworu wynosi 14 dni. Aldehyd ortoftalowy jest związkami mniej lotnym niż aldehyd glutarowy, stąd ryzyko podrażnień dróg oddechowych jest potencjalnie niższe.

Kwas nadoctowy należy do grupy środków biobójczych o działaniu utleniającym a ze względu na szerokie spektrum jest wykorzystywany zarówno w sterylizacji jak i w dezynfekcji wysokiego poziomu narzędzi i sprzętu (endoskopy). W stężeniu 0,2 – 0,35% w temperaturze pokojowej osiąga skuteczność bakteriobójczą i grzybobójczą w ciągu 5 minut, wirusy łącznie z wirusem polio są inaktywowane w czasie 15 minut, a inaktywacja prątków gruźlicy, prątków atypowych i większości spor bakteryjnych wymaga 20-30 minut. Kwas nadoctowy ułatwia usuwanie substancji organicznych i nie adsorbuje się na powierzchni materiałów poddanych dekontaminacji, jest także nieszkodliwy dla środowiska rozkładając się do nietoksycznych związków (kwas octowy, nadtlenek wodoru, woda, tlen). Wadą dezynfekcji prowadzonej z użyciem kwasu nadoctowego jest niestabilność roztworów oraz ryzyko korozji elementów wykonanych z miedzi, mosiądzu, brązu, stali i ocynkowanego żelaza, które może być ograniczone dodaniem substancji antykorozyjnej i podwyższeniem pH. W przypadku kontaktu z roztworem o stężeniu wyższym niż 5% należy zachować szczególną ostrożność z powodu ryzyka oparzeń.

Nadtlenek wodoru ma szerokie spektrum działania (bakterie, w tym prątki, wirusy, grzyby i przetrwalniki) zależne od stężenia, czasu działania i obecności katalazy w komórkach drobnoustrojów. Inaktywacja większości bakterii, grzybów i wirusów osiągnięta jest już w stężeniu 0,5% w ciągu 5 minut, inaktywacja prątków wymaga 7,5% roztworu i 10 minut a aktywność sporobójcza osiągnięta jest w 10% i 13,4% roztworach odpowiednio w czasie 60 i 30 minut. Synergistyczny efekt sporobójczy uzyskiwany jest w połączeniu nadtlenu wodoru (7,35%) z kwasem nadoctowym (0,23%) wykorzystywanym np. do dekontaminacji sprzętu do hemodializy. Roztwory nadtlenu wodoru w stężeniach 3-6 % stosowane są do dezynfekcji soczewek kontaktowych, aparatów do pomiaru ciśnienia śródgałkowego, itp. Stężenia $\geq 6\%$ mogą być użyte w dezynfekcji wysokiego poziomu, jednak silne właściwości utleniające preparatu stwarzają ryzyko uszkodzenia sprzętu (np. endoskopów). Nadtlenek wodoru jest bezwonny, mało toksyczny i mało drażniący. Roztwory są stabilne pod warunkiem odpowiedniego ich przechowywania (ciemne pojemniki).

W procesach dezynfekcji stosowane są także preparaty nadtlenu inne niż kwas nadoctowy i nadtlenek wodoru (np. nadboran sodu, nadsiarczan potasu). Związki te są aktywne wobec bakterii, grzybów i wirusów a poszerzenie spektrum jest możliwe po dodaniu aktywatora (np. kwasu fosforowego). Preparaty na bazie tych związków są stosowane głównie do dezynfekcji narzędzi.

Alkohole stosowane do dekontaminacji to: etylowy i izopropylowy. Alkohole charakteryzują się szybką aktywnością bakteriobójczą (10 sekund), są zdolne do inaktywacji prątków, wirusów i grzybów, nie niszczą jednak spor bakteryjnych. Alkohol etylowy (60-80%) jest aktywny wobec wirusów lipofilnych (np. wirusy grypy, herpeswirusy) i większości hydrofilnych (adenowirusy, enterowirusy, rinowirusy, rotawirusy), natomiast nie inaktywuje wirusów zapalenia wątroby typu A (HAV) i polio. Alkohol izopropylowy dodatkowo nie jest aktywny wobec enterowirusów. Preparaty na bazie alkoholu są stosowane w antyseptyce skóry i same lub w połączeniu z innymi związkami w dezynfekcji powierzchni (twardych, trudnodostępnych). Stosowane są w roztworach 60-90% a ich aktywność gwałtownie spada po nadmiernym rozcieńczeniu (<50%) i w obecności substancji organicznych, zwłaszcza białkowych, dlatego powinny być stosowane na powierzchnie fizycznie czyste (termometry, stetoskopy, gumowe korki, fioleki itp.).

Jodofory stanowią połączenia jodu z rozpuszczalnym w wodzie polimerem, przy czym najczęściej stosowanym preparatem w dekontaminacji jest jodopowidon (kompleks jodu z poliwinylpirolidonem) stosowany zarówno w antyseptyce jak i w dezynfekcji. Jodopowidon uwalniając powoli jod zachowuje aktywność typową dla jodu przy jednocześnie obniżonej toksyczności i niższym ryzyku podrażnień skóry i tkanek. Aktywność jodopowidonu jest zależna od stężenia i paradoksalnie niższa w preparatach rozcieńczonych, co prawdopodobnie ma związek z łatwiejszym uwalnianiem jodu wynikającym z osłabienia wiązań jodu z polimerem. Spektrum działania obejmuje bakterie, wirusy i grzyby. Skuteczność przeciwprątkowa jest niewystarczająca a aktywność sporobójcza nie jest osiągana po zastosowaniu dostępnych preparatów. Jodofory mogą być stosowane do dezynfekcji butelek z podłożem zawierającym posiane próbki krwi, termometrów, zbiorników używanych w hydroterapii. Preparaty stosowane w antyseptyce nie mogą być używane w dezynfekcji powierzchni z powodu różnicy stężeń (niższa zawartość jodu).

Czwartorzędowe związki amoniowe należą do związków powierzchniowo czynnych. W dezynfekcji zastosowanie znalazły między innymi: chlorek alkilobenzylowy, chlorek alkilodimetylobenzylamoniowy i nowszej generacji, bromek didecyldimetylamoniowy. Aktywność preparatów obejmuje bakterie, grzyby i wyłącznie osłonkowe (lipofilne) wirusy. Nie inaktywują spor bakteryjnych a zbyt niska aktywność przeciwprątkowa nie klasyfikuje ich w grupie preparatów zdolnych do inaktywacji *Mycobacterium spp.* Czwartorzędowe związki amoniowe są wykorzystywane przede wszystkim do dekontaminacji powierzchni (podłogi, ściany meble) i niekrytycznego sprzętu (mankiety do mierzenia ciśnienia, klawiatura komputera itp.). Aktywność preparatów starszej generacji jest hamowana w kontakcie z twardą wodą (tworzenie nierozpuszczalnych związków) lub materiałami takimi jak bawełna i gaza (wchłanianie aktywnych cząstek). Uznawane są za bezpieczne dla środowiska i personelu, jednak notowano rzadkie przypadki astmy po ekspozycji na chlorek benzalkoniowy.

Roztwory środków dezynfekcyjnych należy używać zgodnie z ich przeznaczeniem, uwzględniając wymagane w danych okolicznościach spektrum działania (bakteriobójcze, prątkobójcze, grzybobójcze, wirusobójcze, sporobójcze), w ściśle określonym czasie i odpowiednim stężeniu. Do dezynfekcji powierzchni stosuje się roztwory preparatów działające skutecznie w czasie 15 minut. Roztwory preparatów działające w dłuższym czasie są stosowane do dezynfekcji sprzętów i przedmiotów, które można zanurzyć lub wypełnić płynem dezynfekującym.

Metody dezynfekcji inne

Filtracja pozwala na eliminację drobnoustrojów z płynów ciepłochwiejnych (np. roztwory zawierające antybiotyki, białka). Skuteczność procesu jest zależna od wielkości por a jakość - od materiału z jakiego wykonano element filtrujący. Stosowane wcześniej filtry z ziemi okrzemkowej, porcelany, włókien azbestu lub spiekanego szkła eliminowały bakterie i grzyby. Nowszej generacji filtry membranowe wykonane z mieszaniny estrów celulozy, poliestru, nylonu, teflonu lub włókna szklanego nie zanieczyszczają przesączu a średnica por ($\geq 0,1$ mikron) umożliwia eliminację również wirusów. Zasada sączenia oparta jest na podciśnieniu w pojemniku zbierającym przesącz (filtr osadzony na kolbie podłączonej do pompy próżniowej) lub nadciśnieniu wywieranym na roztwór poddany filtracji (strzykawka z nasadką filtrującą).

Promieniowanie UV jest wykorzystywane do eliminacji drobnoustrojów obecnych w powietrzu i na powierzchniach. Długość fal UV waha się od 328 nm do 210 nm, przy czym najwyższa skuteczność bakteriobójcza osiągana jest w przedziale 240–280 nm. Inaktywacja drobnoustrojów następuje w wyniku indukcji tworzenia się dimerów tyminy a w konsekwencji uszkodzenia DNA. Promieniowanie UV nie penetruje w głąb ciał stałych i cieczy a skuteczność eliminacji bakterii i wirusów zależy od wielu czynników, w tym temperatury, wilgotności, obecności substancji organicznych i kurzu. U osób po ekspozycji notowano zaczerwienienia skóry a także zapalenie rogówki i spojówek.

STERYLIZACJA

Sterylizacji poddawane są narzędzia i sprzęt kontaktujący się z jałowymi tkankami. Oczekiwany efekt (sterylny produkt) osiągany jest w wyniku :

- prawidłowego przygotowania materiałów do sterylizacji
- prawidłowego doboru metod sterylizacji
- poprawności procesu sterylizacji
- odpowiedniego przechowywania materiałów po sterylizacji

Przygotowanie materiałów do sterylizacji.

Użyte narzędzia lub sprzęt medyczny poddawane są dezynfekcji wstępnej, myte pod bieżącą wodą o jakości wody pitnej lub w myjniach automatycznych (ważne jest dokładne oczyszczenie powierzchni z substancji organicznych), suszone, przeglądane, konserwowane i pakowane w włókniny, rękawy papierowo-foliowe i papierowe, torby. Na opakowaniu powinna znaleźć się data sterylizacji lub data ważności oraz rodzaj zawartości w przypadku opakowań nieprzezroczystych.

Zasady wyboru metod sterylizacji.

Dobór czynnika sterylizującego jest zależny przede wszystkim od rodzaju sterylizowanego materiału - proces sterylizacji nie może uszkadzać lub zmieniać jego właściwości. W przypadku sprzętu o długich, wąskich kanałach istotna jest dobra penetracja czynnika sterylizującego.

Metody sterylizacji

Sterylizacja wysokotemperaturowa:	bieżąca para wodna para wodna w nadciśnieniu suche gorące powietrze promieniowanie podczerwone
Sterylizacja niskotemperaturowa:	tlenek etylenu formaldehyd plazma gazu promieniowanie jonizujące

Do sterylizacji niskotemperaturowej, chemicznej zaliczana jest także sterylizacja kwasem nadctowym, nadtlakiem wodoru i ozonem.

Sterylizacja wysokotemperaturowa

Sterylizacja parą wodną w nadciśnieniu wykorzystuje dobre właściwości penetrujące pary wodnej, która w krótkim czasie niszczy drobnoustroje koagulując białka i nie jest toksyczna dla środowiska. Jedynym przeciwwskazaniem do sterylizacji tą metodą jest wrażliwość materiałów na temperaturę i wilgotność. Proces sterylizacji przebiega z wykorzystaniem nasyconej pary wodnej w nadciśnieniu 1 atm. (temp. 121⁰ C, czas: 15 lub 20 min.) oraz 2 atm. (temp. 134⁰ C, czas: 3 lub 5 min.) w tzw. cyklu „flash”. Krótki cykl przeznaczony jest głównie do sterylizacji materiałów, które nie muszą lub nie mogą być umieszczane w pakietach, a także w sytuacji braku czasu na przeprowadzenie standardowego procesu sterylizacji. Metoda ta nie jest zalecana do rutynowej sterylizacji narzędzi chirurgicznych ze względu na brak odpowiednich wskaźników biologicznych do monitorowania skuteczności procesu.

Sterylizacja parą wodną w nadciśnieniu może odbywać się w autoklawach przepływowych (grawitacyjnych), gdzie powietrze wypierane jest z komory sterylizatora parą wodną, lub próżniowych, z wstępnym jednokrotnym wytworzeniem próżni w komorze lub próżnią frakcyjną (pulsacyjne wytwarzanie podciśnienia na zmianę z wpompowywaniem pary). Autoklawy grawitacyjne są przeznaczone do sterylizacji konstrukcyjnie prostych przedmiotów. Sprzęt wykonany z materiałów porowatych lub o złożonej budowie powinien być sterylizowany w autoklawach próżniowych, najlepiej z próżnią frakcyjną. Skuteczność sterylizacji parowej jest zależna od całkowitego usunięcia powietrza z komory sterylizatora i od jakości pary wodnej. Efektywność sterylizacji obniża para nienasycona powstająca w przypadku zbyt małej ilości wody oraz nieprawidłowe utrzymywanie pary nasyconej polegające na jej przegrzaniu (para sucha) lub ochłodzeniu (para mokra). Jakość pary znacznie spada w obecności zanieczyszczeń chemicznych pochodzących z twardej wody. Kontakt czynnika sterylizującego z powierzchnią sterylizowanego materiału utrudnia obecność poduszek powietrznych. Ryzyko tworzenia się poduszek można ograniczyć dobierając rodzaj pakietów i sposób załadunku komory do określonego typu sterylizatora.

Wszystkie pakiety po sterylizacji powinny być suche. Etap suszenia odbywa się w komorze sterylizatora po odprowadzeniu kondensatu. W autoklawach próżniowych proces ten przebiega w warunkach próżni lub przy pulsacyjnym dopływie powietrza. Czas suszenia jest zwykle określony przez producenta i zależy między innymi od wielkości sterylizatora, stopnia załadunku komory oraz rodzaju stosowanych opakowań.

Sterylizacja bieżącą parą wodną (tyndalizacja) polega na trzykrotnym ekspozowaniu sterylizowanych materiałów na działanie pary wodnej ($\sim 100^{\circ}\text{C}$) przez 20-30 minut w odstępach 24-godzinnych. Po każdym ogrzaniu materiał jest ochładzany i pozostawiany w temperaturze pokojowej. Para wodna niszczy formy vegetatywne drobnoustrojów a formy przetrwalnikowe obecne w sterylizowanym materiale w fazie temperatury pokojowej przechodzą w formy vegetatywne niszczone w kolejnym cyklu podgrzania. Sterylizacja przeprowadzana jest w aparatach Kocha lub Arnolda. Metoda ta może być stosowana do wyjaławiania płynów, w tym podłoży do hodowli drobnoustrojów zawierających substancje wrażliwe na działanie temperatury powyżej 100°C .

Sterylizacja suchym gorącym powietrzem może być stosowana do sterylizacji materiałów wrażliwych na wilgoć lub nieprzepuszczalnych dla wilgotnego ciepła (np. proszki, substancje oleiste). Sterylizacja przeprowadzana jest w dwóch rodzajach aparatów: z wymuszonym i naturalnym obiegiem powietrza w temperaturze 160°C przez 120 minut lub 180°C przez 30 minut. Sterylizacja suchym gorącym powietrzem ma liczne wady, takie jak wysoka temperatura, zła penetracja suchego powietrza, różnice temperatur wewnątrz komory sterylizatora i długi czas trwania procesu. Ze względu na wady i ograniczenia metoda ta nie jest zalecana do sterylizacji narzędzi i sprzętu medycznego.

Promieniowanie podczerwone znalazło swoje zastosowanie w przemyśle spożywczym i farmaceutycznym, jak dotąd nie jest jednak wykorzystywane do sterylizacji termostabilnego sprzętu w placówkach służby zdrowia. Skuteczność sterylizacji udowodniono w temperaturze 190°C utrzymywanej przez 10 minut. Zaletą metody jest krótki czas cyklu i brak toksyczności dla środowiska.

Sterylizacja niskotemperaturowa

Sterylizacja tlenkiem etylenu. Tlenek etylenu (TE) niszczy drobnoustroje w wyniku alkilacji (zastąpienia atomu wodoru grupą alkilową) białek, DNA i RNA. Proces sterylizacji przebiega z wykorzystaniem czystego tlenku etylenu (TE) lub mieszaniny TE z hydroksyfreonem (9%) lub dwutlenkiem węgla (8.5%). TE działa w zakresie stężeń 450-1200 mg/l, wilgotności 40-80%, temperatury $30-65^{\circ}\text{C}$ i w czasie 2-5 godzin. Sterylizacja w 100% TE przebiega w podciśnieniu, co ogranicza możliwość uwalniania gazu do środowiska w przypadku nieszczelności systemu. Sterylizacja w mieszaninie TE z innym gazem przebiega w nadciśnieniu i trwa dłużej. Proces sterylizacji rozpoczyna się fazą wstępną, w której początkowo uzyskuje się próżnię ułatwiającą penetrację wilgoci i gazu. Po nagraniu wsadu do żądanej temperatury i jego nawilżeniu oraz sprawdzeniu szczelności komory następuje przebiecie naboju zawierającego TE i uwolnienie czynnika sterylizującego. W fazie ekspozycji TE przenika w głąb sterylizowanych materiałów ulegając adsorpcji, co wiąże się z koniecznością degazacji sterylizowanych materiałów. Aktywna degazacja następuje po usunięciu TE z komory, uzyskaniu próżni końcowej i "przepłukaniu" komory sterylnym powietrzem. Czas degazacji jest określany przez producenta narzędzi i sprzętu. W temperaturze pokojowej trwa zwykle 7 dni, natomiast w temperaturze 50°C może ulec skróceniu do 12 godzin. W sterylizatorach nowszej generacji proces sterylizacji i napowietrzania odbywa się w tej samej komorze, co minimalizuje potencjalne ryzyko ekspozycji na TE w czasie transportu materiału z komory sterylizatora do aeratora. Po zakończonym procesie sterylizacji TE jest utylizowany metodą hydrolizy (wykorzystywana głównie w przemyśle), dopalania lub przy użyciu katalizatorów.

TE jest toksyczny w stężeniu 10-krotnie niższym niż wyczuwalne. Ekspozycja na TE może prowadzić do podrażnień skóry, spojówek i błon śluzowych dróg oddechowych oraz do zaburzeń ze strony układu nerwowego z dysfunkcją neurologiczną i polineuropatią włócznie. Ponadto TE jest zaliczany do czynników karcinogennych dla człowieka.

Sterylizacja formaldehydem. Formaldehyd jest gazem niepalnym i nie wybuchowym, wyczuwalnym w stężeniu 0,5-1ppm, toksycznym powyżej 5ppm. Aktywność przeciwdrobnoustrojowa formaldehydu opiera się na uszkodzaniu błon komórkowych i denaturacji białek. Sterylizacja przebiega w środowisku pary wodnej (wielokrotne pulsacje pary i formaldehydu) w zakresie temperatur 48⁰-70⁰C przez 2-4 godzin. Ze względu na ograniczone właściwości penetracji formaldehyd nie może być wykorzystywany do sterylizacji przedmiotów o długim (> 1,5 m) i wąskim (< 2 mm) świetle. Niektóre materiały mogą w trakcie procesu ulec uszkodzeniu lub nadmiernie adsorbować formaldehyd (guma, celuloza, poliuretan). Formaldehyd jest toksyczny i rakotwórczy dla człowieka. Objawy niepożądane bezpośrednio po ekspozycji to podrażnienie spojówek, kaszel i duszność do skurczu oskrzeli i obrzęku płuc włócznie oraz kontaktowe zmiany zapalne skóry.

Sterylizacja kwasem nadoctowym. Kwas nadoctowy wykazuje aktywność bójącą wobec drobnoustrojów opartą na oksydacji grup sulfhydrolowych, denaturacji białek i zmianie przepuszczalności osłon komórkowych. Roztwory kwasu nadoctowego w stężeniu <0,35% są uznawane za bezpieczne, ponieważ nie mają właściwości żrących lub drażniących. Zdolność niszczenia drobnoustrojów została wykorzystana zarówno w dezynfekcji jak i sterylizacji. Sterylizacja przebiega z wykorzystaniem 0,2% roztworu kwasu nadoctowego w temperaturze 50-55⁰C przez około 30 minut i może być wykorzystywana do wyjąławiania narzędzi i sprzętu, w tym endoskopów. Materiały przeznaczone do sterylizacji są umieszczane w kasetach a warunkiem skuteczności procesu jest jego całkowite zanurzenie w roztworze sterylizującym Brak możliwości stosowania opakowań stwarza ryzyko wtórnego skażenia materiałów, stąd sterylizacja z wykorzystaniem roztworów preparatów chemicznych jest często określana jako wysokiego poziomu dezynfekcja.

Sterylizacja plazmowa. Plazma charakteryzuje się wysoką zdolnością niszczenia mikroorganizmów w wyniku interakcji obecnych w niej wolnych rodników hydroksylowych z DNA, RNA, enzymami i fosfolipidami drobnoustrojów. W sterylizatorach plazmowych plazma uzyskiwana jest z 50-55% nadtlenku wodoru w warunkach próżni, pod wpływem pola elektrycznego. Proces sterylizacji przebiega w temp. 38-50⁰ C w czasie 30-75 minut, a produktem końcowym jest tlen i woda. Zaletą sterylizacji plazmowej jest możliwość natychmiastowego wykorzystywania sterylizowanych przedmiotów, wadą - brak możliwości sterylizacji bielizny, materiałów z celulozy, proszków, płynów i urządzeń z długimi, wąskimi i ślepo zakończonymi kanałami. Do sterylizowania instrumentów z otwartym długim, wąskim światłem (o długości > 31 cm i średnicy < 6 mm) konieczne jest zastosowanie przystawek wprowadzających strumień plazmy do światła sterylizowanego przedmiotu. Ponadto ten typ sterylizacji wymaga stosowania specjalnych opakowań syntetycznych (np. typu Tyvek), tac lub pojemników.

Sterylizacja nadtlenkiem wodoru. Mechanizm przeciw drobnoustrojowej aktywności nadtlenku wodoru jest oparty na oksydacji białek Proces sterylizacji przebiega z wykorzystaniem pary uzyskanej z 30-35% H₂O₂ w temp. 40-60⁰ C i w czasie 30-90 minut. Produktem końcowym procesu jest tlen i woda. Wadą tej metody jest słaba penetracja nadtlenku wodoru w głąb sterylizowanych materiałów oraz uszkodzenie materiałów takich jak

guma, papier, celuloza. Nadtlenek wodoru jest wykorzystywany w sterylizacji przemysłowej, natomiast w placówkach służby zdrowia w formie rozpylonej stosowany jest do dekontaminacji sprzętu i powierzchni w zamkniętych pomieszczeniach (sale operacyjne, zabiegowe itp.).

Sterylizacja ozonem. Ozon ma silne właściwości utleniające, co zostało wykorzystane już wcześniej, między innymi do dezynfekcji wody. Cykl sterylizacji ozonem trwa 2-4 godzin, przebiega w temperaturze 25-35°C a produktem końcowym jest tlen. Metoda ta może być użyta do sterylizacji przedmiotów ze stali nierdzewnej, tytanu, anodyzowanego aluminium, ceramiki, szkła, krzemionki, PCV, teflonu, silikonu, polipropylenu, polietylenu i akrylu. Ograniczenia zastosowania tej metody związane są z uszkodzaniem niektórych materiałów (lateks, polipropylen), koniecznością przedłużenia sterylizacji materiałów porowatych oraz brakiem trwałych opakowań sterylizowanych materiałów (opakowania typu Tyvek mogą być użyte tylko w krótkim, 30-60 min. cyklu).

Sterylizacja radiacyjna. Źródłem promieniowania jonizującego są akceleratory elektronów lub izotopy promieniotwórcze, głównie kobalt (Co-60), rzadziej cez (Cs-137). Promieniowanie radiacyjne nieodwracalnie uszkadza błony komórkowe i zakłóca replikację drobnoustrojów w wyniku pęknięcia nici DNA. Metodę radiacyjną wykorzystuje się do przemysłowej sterylizacji sprzętu medycznego, materiałów implantacyjnych, materiałów opatrunkowych itp. Skutkiem ubocznym związanym z promieniowaniem gamma jest indukcja oksydacji polietylenu prowadząca do jego rozwarstwienia i pęknięcia. Zaletą metody jest krótki czas sterylizacji, temperatura zbliżona do pokojowej oraz brak pozostałości toksycznych w sterylizowanym materiale.

Kontrola procesu sterylizacji

Narzędzia i sprzęt medyczny mogą być sterylizowane tylko w procesie walidowanym, czyli w całości kontrolowanym i dokumentowanym. Rutynowa kontrola procesów sterylizacji obejmuje kontrolę sprzętu, wsadu, pakietu i ekspozycji.

Kontrola sprzętu prowadzona jest w każdym cyklu i oparta jest na odczycie wskazań zegarów, termometrów i manometrów mierzących punktowo dany parametr (wskaźniki fizyczne). Dodatkowo do codziennej kontroli autoklawów należy test szczelności oraz test Bowie-Dicka. Test szczelności polega na pomiarze stabilności obniżonego do około 100 mbar ciśnienia w komorze. Test Bowie-Dicka służy do kontroli odpowietrzenia komory sterylizatorów próżniowych i kontroli jakości pary. Test umieszczany jest wewnątrz pustej komory sterylizatora i poddawany procesowi sterylizacji w temp. 134°C przez 3,5 minuty lub 121°C przez 15 minut. Całkowita zmiana koloru testu świadczy o prawidłowej pracy autoklawu, natomiast jakiegokolwiek różnice barwy są wskazaniem do wyłączenia autoklawu z pracy aż do jego naprawy.

Kontrola ekspozycji pozwala na ocenę, czy pakiet miał kontakt z czynnikiem sterylizującym. Kontrola ekspozycji prowadzona jest przy użyciu umieszczanych na zewnątrz opakowań samoprzylepnych taśm, naklejek lub pasków z nadrukiem, który po ekspozycji zmienia zabarwienie.

Kontrola wsadu prowadzona jest z wykorzystaniem wskaźników chemicznych i biologicznych umieszczonych wewnątrz pakietu.

Wskaźniki chemiczne są najczęściej wieloparametrowe lub zintegrowane. Wskaźniki wieloparametrowe monitorują zwykle czas i temperaturę sterylizacji a wynik kontroli odczytywany jest na podstawie zmiany barwy substancji wskaźnikowej. Wskaźniki zintegrowane monitorują parametry procesu w czasie a zawarte w nich substancje chemiczne pod wpływem czynników sterylizujących zwiększają swoją objętość i przesuwają się w określonym polu aż do osiągnięcia granicy ustalonej dla wymaganego czasu sterylizacji. Najnowszą generacją testów chemicznych są testy emulacyjne, stosowane między innymi do kontroli sterylizacji parą wodną w nadciśnieniu. Zmiana barwy testu następuje wyłącznie w przypadku osiągnięcia wymaganej zależności temperatury i czasu w parze nasyconej.

Wskaźniki biologiczne zawierają formy drobnoustrojów najbardziej odporne na działanie czynników sterylizujących w liczbie przewyższającej znacznie populację drobnoustrojów potencjalnie obecnych na sterylizowanym materiale. Do kontroli sterylizacji wykorzystywane są przetrwalniki *Bacillus atrophaeus* (10^6) i *Geobacillus stearothermophilus* (10^5). Przetrwalniki *Bacillus atrophaeus* (dawniej *Bacillus subtilis*) stosowane są do kontroli procesów sterylizacji tlenkiem etylenu i formaldehydem. Przetrwalniki *Geobacillus stearothermophilus* (dawniej *Bacillus stearothermophilus*) pozwalają kontrolować skuteczność sterylizacji parą wodną w nadciśnieniu, plazmą, kwasem nadctowym i formaldehydem, w przypadku którego wskaźniki biologiczne zawierają przetrwalniki obydwu gatunków. Po zakończeniu sterylizacji przetrwalniki *B. atrophaeus* lub *G. stearothermophilus* są przenoszone do podłoża hodowlanych i inkubowane odpowiednio w temperaturze 35-37°C lub 55-60°C. Testy starej generacji wymagają posiewu na podłoża w warunkach laboratoryjnych i 7 dniowej inkubacji. Nowsze testy (plastikowa fiolka z przetrwalnikami na nośniku bibułowym i szklaną ampulką z podłożem) pozwalają na szybki samodzielny posiew (skruszenie ampulki) i odczyt wyniku w ciągu 48 godzin. Najnowszej generacji szybkie testy wykrywają obecność enzymów wytwarzanych przez *G. stearothermophilus* i *B. atrophaeus*, co umożliwia uzyskanie wyniku już po 1-3 godzinach.

Biologiczna kontrola obowiązuje zarówno w procesach sterylizacji wysoko- jak i niskotemperaturowej. W sterylizacji niskotemperaturowej ze względu na brak możliwości monitorowania wszystkich parametrów procesu kontrola przy użyciu wskaźników chemicznych i biologicznych powinna być prowadzona w każdym cyklu a w przypadku sterylizacji formaldehydem stosowane są podwójne testy biologiczne.

Kontrola procesów sterylizacji musi być udokumentowana z dokładną rejestracją uzyskanych parametrów procesu (temperatura, wilgotność, czas itp.) oraz wyników chemicznych i biologicznych testów kontrolnych.

Dekontaminacja przy podejrzeniu skażenia prionami

Metody dekontaminacji standardowo stosowane w celu eliminacji drobnoustrojów z powierzchni, sprzętu i narzędzi nie są skuteczne w przypadku skażenia ich prionami. Cząsteczki prionów są odporne na proteolizę oraz na działanie większości czynników fizycznych i chemicznych.

Sprzęt i narzędzia kontaktujące się z potencjalnie zakaźnym materiałem po użyciu do czasu wykonania pełnego procesu dekontaminacji powinny być zabezpieczone przed wyschnięciem,

ponieważ priony w zaschniętym materiale biologicznym nie będą wrażliwe na żadną z przyjętych metod sterylizacji. Proces dekontaminacji powinien rozpocząć się najszybciej jak to możliwe. W dezynfekcji wstępnej nie należy używać takich preparatów jak aldehyd glutarowy, formaldehyd czy etanol, ponieważ nie są aktywne wobec prionów a dodatkowo mogą utrudniać całkowite usunięcie tkanek. Po oczyszczeniu narzędzi i sprzętu proces sterylizacji może przebiegać tylko z użyciem pary wodnej w nadciśnieniu lub w połączeniu z chemiczną inaktywacją wodorotlenkiem sodu. Dopuszczalne metody to:

- para wodna w nadciśnieniu: 134⁰C przez 18 minut (autoklaw próżniowy);
- para wodna w nadciśnieniu: 132⁰C przez 60 minut
- dezynfekcja w roztworze 1 N NaOH przez 60 minut i sterylizacja w 121⁰C przez 60 minut; zastosowanie takiego połączenia zwiększa ryzyko uszkodzenia sterylizowanych materiałów i toksycznego oddziaływania na środowisko.

Sprzęt, który ze względu na budowę nie może być dokładnie oczyszczony z materiału biologicznego i sprzęt wykonany z materiałów termowrażliwych powinien być stosowany jednorazowo.

ANTYSEPTYKA

Antyseptyka jest stosowana w celu ograniczenia ryzyka zakażeń związanego z obecnością drobnoustrojów na skórze i błonach śluzowych a także w miejscach przerwania ciągłości tkanek. Cechami koniecznymi w przypadku antyseptyków są: brak toksyczności tkankowej i możliwie dobra skuteczność działania przeciwdrobnoustrojowego w obecności substancji organicznej.

Preparaty stosowane w antyseptyce

Alkohole – właściwości alkoholi omówiono w części dotyczącej dezynfekcji. W antyseptyce alkohole są wykorzystywane do odkażania skóry przed przerwaniem jej ciągłości (iniekcje, nacięcia) i do dekontaminacji rąk. Charakteryzują się szybką i krótkotrwałą aktywnością bójczą. Preparaty zawierające alkohol są dobrze tolerowane a podrażnienia skóry występują rzadko.

Chlorheksydyna charakteryzuje się bardzo dobrą aktywnością zwłaszcza wobec bakterii Gram-dodatnich, nieco słabszą wobec grzybów i minimalną wobec prątków. W jej spektrum działania znajdują się osłonkowe wirusy (HSV, HIV, CMV, RSV), natomiast nie inaktywuje rotawirusów, adenowirusów i enterowirusów a także nie niszczy spor bakteryjnych. Na aktywność chlorheksydyny nie wpływa znacząco obecność substancji organicznych, w tym krwi, natomiast może być ona obniżona w obecności mydła, nieorganicznych anionów, niejonowych surfaktantów i kremów do pielęgnacji rąk zawierających anionowe emulgatory. W antyseptyce roztwory chlorheksydyny: wodny (2% i 4%) i alkoholowy (0,5-1%) wykorzystywane są przede wszystkim do dezynfekcji skóry rąk, pola operacyjnego a także do płukania jamy ustnej i odkażania ran powierzchniowych. Chlorheksydyna nie wchłania się przez nieuszkodzoną skórę. Ze względu na potencjalne toksyczne działanie nie powinna być stosowana w kontakcie z tkanką mózgową i rdzeniem a

w stężeniach $\geq 1\%$ z tkankami oka (ryzyko zapalenia spojówek, uszkodzenia rogówki) i ucha (ototoksyczność)..

Jodofory – właściwości jodoformów omówiono w części dotyczącej dezynfekcji. W antyseptyce stosowany jest **jodopowidon** ze względu na niższe ryzyko podrażnień skóry i tkanek. Jodopowidon zastąpił stosowane wcześniej w antyseptyce roztwory: wodny roztwór jodu w jodku potasu (płyn Lugola) i alkoholowy roztwór jodu (jodyna). Jodopowidon dostępny jest w postaci roztworów (1-10%), preparatów myjących, maści i pianek. Może być stosowany do odkażania skóry przed nakłuciem, dekontaminacji pola operacyjnego oraz do płukania otrzewnej, jelita i ran pourazowych a także do leczenia ran przewlekłych. Długotrwałe stosowanie jodopowidonu na dużych powierzchniach i przy zwiększonym wchłanianiu jodu prowadzi do nadczynności tarczycy i objawów ogólnych, takich jak: metaliczny posmak lub pieczenie w ustach, ślinotok, podrażnienie i obrzęk powiek, obrzęk płuc, biegunka, kwasica metaboliczna czy zaburzenia funkcji nerek. Ze względu na potencjalne działanie toksyczne jodopowidon nie jest zalecany u kobiet w ciąży (przechodzi przez łożysko) i noworodków (ryzyko rozwoju nadczynności tarczycy).

Triclosan jest aktywny przede wszystkim wobec Gram-dodatnich bakterii a w obecności EDTA wzrasta jego skuteczność wobec bakterii Gram-ujemnych i grzybów. Słabo rozpuszcza się w wodzie, jest więc najczęściej dostępny w połączeniu z detergentami (0,4-1%) lub alkoholem (0,2-0,5%). Na aktywność triklosanu wpływa pH środowiska, obecność surfaktantów i nieznacznie obecność substancji organicznych. W antyseptyce stosowany jest w stężeniach 0,2-2% do dezynfekcji skóry rąk i pola operacyjnego a także do mycia pacjentów skolonizowanych MRSA. W przemyśle kosmetycznym dostępne są zawierające ten związek mydła, szampony i dezodoranty. Preparaty o stężeniu nie przekraczającym 2% są na ogół dobrze tolerowane i nie wywołują reakcji alergicznych.

W antyseptyce oprócz opisanych stosowane są także preparaty zawierające: heksachlorofen wykorzystywany np. do eradykacji MRSA ze skóry skolonizowanych pacjentów, 3% nadtlenek wodoru (woda utleniona) stosowany do dekontaminacji świeżych ran, i dichlorowodorek oktenidyny dostępny w formie płynów do stosowania na rany, błonę śluzową i skórę.

Higiena rąk

Poniżej przedstawiono zalecane przez WHO metody dekontaminacji rąk personelu w warunkach szpitalnych.

Metoda	Wskazania	Komentarz
Mycie rąk	<ul style="list-style-type: none"> - Ręce wizualnie brudne, zanieczyszczone krwią lub innymi płynami ustrojowymi; - Występowanie na oddziale zakażeń spowodowanych laseczkami <i>Clostridium</i> lub <i>Bacillus</i> 	<p>Antyseptyki na bazie alkoholu nie usuwają widocznego zabrudzenia rąk i nie mają aktywności sporobójczej.</p> <p>Mycie rąk mydłem zwykłym lub antybakteryjnym prowadzi do mechanicznego usunięcia spor. Nie stwierdzono różnic zależnych od rodzaju</p>

KATEDRA I ZAKŁAD MIKROBIOLOGII
UNIwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu

		zastosowanego mydła (zwykle lub antybakteryjne)
Dezynfekcja rąk	<ul style="list-style-type: none"> - Przed i po kontakcie z pacjentem; - Jeżeli zmieniany jest obszar pielęgnacji ciała u tego samego pacjenta z miejsca skażonego na inne; - Przed kontaktem z inwazyjnym sprzętem zastosowanym u chorego, niezależnie od tego czy używane są rękawiczki; - Po kontakcie z jakąkolwiek powierzchnią (w tym ze sprzętem medycznym) w bezpośrednim otoczeniu pacjenta; - Po kontakcie z płynami ustrojowymi, wydaliniami, błoną śluzową, uszkodzoną skórą lub opatrunkiem rany; - Przed przygotowaniem leków; - Po zdjęciu zarówno sterylnych jak i niesterylnych rękawiczek. 	Dezynfekcja z użyciem preparatów na bazie alkoholu lub mieszaniny alkoholi uznana została za podstawową metodę dekontaminacji rąk personelu.
Chirurgiczne mycie rąk	<ul style="list-style-type: none"> - Przed wykonaniem procedur w warunkach aseptycznych 	Do chirurgicznej dezynfekcji rąk zalecane są preparaty o na bazie alkoholu, najlepiej z dodatkiem zapewniającym przedłużoną aktywność bójczą np. z chlorheksydyną.

Autor opracowania: dr Małgorzata Fleischer
Katedra i Zakład Mikrobiologii
Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu

Prawa autorskie zastrzeżone