

## OPERATIEVE ZORG EN TECHNIEKEN

Band I Grondbeginselen, module: desinfectie en sterilisatie.

J. van Reekum

B2007.2.0

### Doelstelling voor deze module

De student leert de microbiologie van toepassing op de meeste ziekenhuisinfecties. De student leert hoe een afdeling CSA functioneert met de daarbij behorende taakstelling en sterilisatie en desinfectie methoden.

## Inhoud

<b>1</b>	<b>Desinfectie</b>	<b>1</b>
1.1	Definitie, opbouw en vermeerdering	1
1.2	Spectrum	1
1.3	Werking	2
1.4	Afstervingscurve	2
	Doelstellingen	2
<b>2</b>	<b>Verpakken en steriliseren van materialen</b>	<b>3</b>
2.1	Verpakken	3
2.1.1	Eisen aan de verpakking	3
2.1.2	Het verpakken	3
2.2	Sterilisatiecoderingen	3
2.3	Opslag van gesteriliseerde materialen	3
	Doelstellingen	4
<b>3</b>	<b>Desinfectieermiddelen en –methoden</b>	<b>5</b>
3.1	Desinfectieermethoden	5
3.2	Mechanische desinfectie	5
3.2.1	Wassen	5
3.2.2	Wegnemen besmette voorwerpen	5
3.3	Thermische desinfectie	6
3.4	Chemische desinfectie	6
3.4.1	Alcoholen	6
3.4.2	Fenolen	7
3.4.3	Jodoforen	8
3.4.4	Chloorverbindingen	9
3.4.5	Zouten van zware metalen	9
3.4.6	Detergentia	9
3.4.7	Aldehyden	10
3.5	Algemene opmerkingen	10
	Doelstellingen	10
<b>4</b>	<b>De centrale sterilisatie afdeling</b>	<b>11</b>
4.1	Taken van het personeel op de centrale sterilisatie afdeling	11
4.2	De centrale sterilisatieafdeling	11
4.3	Onderhoud van instrumentarium	12
	Doelstellingen	12
<b>5</b>	<b>Sterilisatie</b>	<b>13</b>
5.1	Definitie en indeling	13
5.1.1	Steriliseren volgens 'Overkill'	13
5.1.2	Steriliseren volgens 'Bio-burden'	13
5.1.3	De processen	13
5.2	Partij- en sterilisatorcodes	13
	Doelstellingen	14
<b>6</b>	<b>Thermische sterilisatieprocessen</b>	<b>15</b>
6.1	Procesvormen	15

6.2	Werking	15
6.2.1	Stoomsterilisatie	15
6.2.2	Onderdelen van een stoomsterilisator	15
6.2.3	Stoomsteriliseren van onverpakt instrumentarium	16
6.3	Controles op het proces	16
6.3.2	Stoomsteriliseren van verpakt materiaal	17
6.3.3	Procesgang	17
6.4	Controles op het proces	17
6.4.1	Veiligheid	17
6.4.2	Stoompenetratietest of Bowie-Dick-test.	17
6.4.3	Vacuüm-lek-test	17
6.4.4	Thermokoppelttest	18
6.4.5	Valideren	18
6.4.6	Indicatoren	18
6.5	Slechte werkmethode	18
	Doelstellingen	18
<b>7</b>	<b>Gas sterilisatieprocessen</b>	<b>19</b>
7.1	Procesvormen	19
7.2	Ethyleenoxidesterilisatie	19
7.2.1	Werking	19
7.2.2	Onderdelen van een etox sterilisator	20
7.2.3	Procesgang	20
7.3	Controles op het proces	21
7.3.1	Veiligheid	21
7.3.2	Valideren	21
7.3.3	Indicatoren	21
7.4	Slechte werkmethode	21
	Doelstellingen	21
<b>8</b>	<b>Straling sterilisatieprocessen</b>	<b>22</b>
8.1	Procesvormen	22
8.1.1	Werking	22
8.1.2	Onderdelen van een gamma sterilisator	22
8.1.3	Procesgang	22
8.2	Controles op het proces	23
8.2.1	Valideren	23
8.2.2	Indicatoren	23
8.3	Slechte werkmethode	23
	Doelstellingen	23
<b>9</b>	<b>Vloeistof sterilisatieprocessen</b>	<b>24</b>
9.1	Procesvormen	24
9.1.1	Onderdelen van een vloeistofsterilisator	25
9.1.2	Procesgang	25
9.2	Controles op het proces	25
9.2.1	Veiligheid	25
9.2.2	Valideren	25
9.2.3	Indicatoren	25
9.3	Methode 'Viespeuk'	25
	Doelstellingen	25
	<b>Lijst van afbeeldingen en tabellen</b>	
	Figuur 1: Plattegrond van een CSA.	11
	Figuur 2: Stoomsterilisator (autoclaaf).	16
	Figuur 3 Ethyleenoxide sterilisator	20
	Figuur 4 Labyrint gamma sterilisator.	23
	Figuur 5 Persbericht.	24

## 1 DESINFECTIE

### 1.1 Definitie, opbouw en vermeerdering

Het begrip desinfecteren kent nogal wat definities. In dit hoofdstuk zal van de volgende definitie worden uitgegaan.

Desinfecteren:

Desinfecteren is het terugbrengen van de hoeveelheid levende micro-organismen op een voorwerp.

De cel waaruit een micro-organisme bestaat, is onder te verdelen in: de celwand, de celkern en het cytoplasma.

De vermeerdering van micro-organismen gebeurt in veel gevallen door deling van de cel in twee gelijke delen. Elk deel vormt dan weer een zelfstandig functionerend micro-organisme. Eencellige micro-organismen hebben een metabolisme om de cel in leven te houden. Het is daarmee een levensvorm.

Virussen hebben geen metabolisme en zijn daarom niet te rangschikken onder micro-organisme. Dit heeft tot gevolg dat een van de sterilisatie en desinfectie methoden; 'het verstoren van het metabolisme' geen effect heeft op een virus.

Virussen vermenigvuldigen zich anders. Deze manifesteren zich als koekoeksjongen. Zij gebruiken een andere cel als gastheer voor de vermeerdering. Zij hechten zich vast op die cel en injecteren deze cel met virus- eigen erfelijk materiaal. De cel krijgt nu een veranderde bestellijst van genetisch materiaal. Het materiaal dat de cel nu gaat maken is het virus- eigen materiaal. Uiteindelijk gaat de cel te gronde en komen er nieuwe virussen uit de cel vrij.

### 1.2 Spectrum

Zoals het witte licht uiteen is te rafelen in zijn samenstellende kleuren, zo is ook het microbiële leven uiteen te rafelen in soorten micro-organismen. We onderscheiden de volgende soorten:

- \* Bacteriën die na Gram- kleuring blauw kleuren (gram+).
- \* Bacteriën die na Gram- kleuring rood kleuren (gram-).
- \* Spirocheten.
- \* Schimmels.
- \* Gisten.
- \* Protozoën.
- \* Virussen.

In elke groep zitten wel een aantal veel voorkomende veroorzakers van infecties bij patiënten in een ziekenhuis.

Gram- positieve bacteriën (gram+):

- \* Clostridium tetani,
- \* Staphylococcus aureus,
- \* Streptococcus ( $\beta$  hemolytisch).

Gram- negatieve bacteriën (gram-):

- \* Escherichia coli,
- \* Klebsiella pneumoniae,
- \* Proteus mirabilis,
- \* Pseudomonas aeruginosa,
- \* Salmonella paratyphi,
- \* Salmonella typhi,
- \* Shigella dysenteriae.

Schimmels:

- \* Aspergillus flavus.

Gisten:

- \* Candida albicans.

Protozoa:

- \* Entamoeba histolytica (veroorzaker van amoeben dysenterie),
- \* Trichomonas vaginalis.

Spirocheten:

- \* Treponema pallidum (veroorzaker van syfilis).

Virussen:

- \* herpes simplex,
- \* polio virus,
- \* Hepatitis B virus
- \* Cytomegalievirus
- \* HIV, HTLV-3 of AIDS virus (alle drie de namen werden of worden gebruikt)

Een goed desinfecteermiddel of een goede desinfecteermethode zal met al deze micro-organismen moeten kunnen afrekenen. Als er over een breed spectrum wordt gesproken, betekent dit dat veel soorten micro-organismen worden gedood of geïnactiveerd.

Als er gesproken wordt over diepe werking, dan betekent dit dat veel micro-organismen binnen het spectrum worden gedood of geïnactiveerd.

### 1.3 Werking

Er zijn vier antimicrobiële effecten. Hiervan wordt zowel bij sterilisatie als bij desinfectie gebruik gemaakt.

1. Coagulatie: Door water aan de cel te onttrekken, stollen de eiwitten en wordt de cel gedood.	2. Oxidatie: Door de atomen in de cel of in de celwand met een stof te laten reageren, verandert de eigenschap van de stof waarvan deze atomen deel uitmaken.
3. Verstoring van het metabolisme: Door enzymatische processen in de celwand te verstoren is het voor de cel onmogelijk om in voeding en uitscheiding te voorzien.	4. Genetische verandering: Door straling is het mogelijk een verandering in de genen te veroorzaken.

Het is mogelijk dat micro-organismen zich beschermen tegen negatieve invloeden. Zij hebben hiervoor de volgende mogelijkheden:

1. Verplaatsing weg van de negatieve invloed: Dit zal het beste gaan als het micro-organisme voorzien is van zweepdraden of pseudopodiën.	2. Sporevorming: Micro-organismen die sporen kunnen vormen, kunnen zich onttrekken aan bepaalde vormen van coagulatie, oxidatie en verstoring van de celstofwisseling.
3. Aanmaak van enzymen die een negatief werkende stof afbreken: Dit is een eigenschap die bepaalde soorten micro-organismen ontwikkelen tegen antibiotica. Men noemt dit 'resistentie'.	4. Wijzigen van het metabolisme: Deze uitweg wordt gebruikt als de stofwisseling van micro-organismen door een bepaald middel wordt bedreigd.

Hoewel het woord 'resistentie' meestal betrekking heeft op resistentie tegen antibiotica, zal het in dit deel betrekking hebben op alle manieren waarop het micro-organisme zich aan de antimicrobiële activiteit kan onttrekken.

### 1.4 Afstervingscurve

Voor het doden of inactief maken van micro-organismen is een proces nodig dat tijd kost. Het antimicrobiële effect hangt af van de procesvorm en de tijd. Er ontstaat nu een afstervingscurve. Dit werkt als volgt:

We gaan uit van acht micro-organismen. Na één minuut van de procesduur hebben we er nog maar vier, na twee minuten van de procesduur hebben we er nog maar twee, na drie minuten van de procesduur hebben we er nog maar één en na vier minuten van de procesduur hebben we nog een half micro-organisme. Een half micro-organisme is geen micro-organisme en nu zou er dus sprake zijn van steriliteit zijn.

Merk op, dat het om een geleidelijke curve gaat! De steilheid van deze curve is dus ook afhankelijk van de hoeveelheid micro-organismen. Deze afstervingscurve gaat niet alleen op voor desinfectie maar ook voor sterilisatieprocessen!

### Doelstellingen

De student kan de begrippen asepsis en ontsmetten schriftelijk weergeven.

De student kan de reden voor voorbehandeling van te steriliseren materiaal weergeven.

De student kan met woorden of in een tekening weergeven wat een afstervingscurve is.

## 2 VERPAKKEN EN STERILISEREN VAN MATERIALEN

### 2.1 Verpakken

In een aantal ziekenhuizen zal het verpakken en steriliseren van materialen gebeuren op een centrale sterilisatie afdeling. Dit houdt niet in dat op het operatiekamercomplex nooit materiaal verpakt of gesteriliseerd zal worden.

Voordat instrumenten worden verpakt en gesteriliseerd, moeten deze eerst worden gereinigd. De eisen aan deze reiniging gesteld, worden in het hoofdstuk over het opruimen van de operatiekamer behandeld.

Om ergernissen bij de instrumenterende te voorkomen moet voor het inpakken een instrument op goede werking worden gecontroleerd. Dit is geen sinecure. Alleen steriliseren al veroorzaakt een zekere slijtage.

De instrumenterende is op zijn/ haar beurt natuurlijk weer verplicht om defecten die tijdens de operatie aan het licht komen door te geven aan de sterilisatie assistenten die voor reinigen, inpakken en steriliseren zorg dragen. Dit kan bijvoorbeeld gebeuren door de defecte instrumenten te voorzien van een overgebleven draadje hechtmateriaal, maar ook door de instrumenten op een apart net te leggen met de aanduiding: 'defect instrumentarium'.

#### 2.1.1 Eisen aan de verpakking

De verpakking moet:

- Doorlaatbaar zijn voor het steriliserende medium (stoom, gas, etc.).
- Niet doorlaatbaar zijn voor micro-organismen of verspreidingsmedia van micro-organismen (vocht!)
- Voldoende mechanische weerstand hebben ter voorkoming van contaminatie.
- Te openen zijn zonder contaminatie van de inhoud.

#### 2.1.2 Het verpakken

Instrumentarium dat gebruikt wordt op een operatiekamer, wordt vaak dubbel ingepakt. Dit is niet verplicht maar door een tweede verpakking kan worden voorkomen dat instrumentarium met een oog of een ander uitstekend deel achter de verpakking blijft haken. Als de binnerverpakking ook gesloten wordt, is het mogelijk om tijdens de operatie een instrument 'schoon' te houden. Dit kan van belang zijn bij het sluiten van weefsels die niet of in mindere mate zijn besmet zijn micro-organismen uit de 'diepte'. Te denken is hierbij aan het sluiten van bijvoorbeeld de buikspierfascie na een operatie aan een geïnfecteerde galblaas of appendix.

Bij dit dubbel verpakken moet worden gelet op de mate van damp- of gasdoorlaatbaarheid van het materiaal. Dit houdt in dat niet alle verpakkingsmateriaal geschikt is voor het verpakken of dubbel verpakken. Bij het verpakken in laminaatzakken moet er dus geen plastic over papier heen liggen. Dit is al onlogisch omdat dan niet is te zien wat er in de verpakking zit!

Over de inhoud van de verpakking: indien de inhoud niet zichtbaar is moet de inhoud op de verpakking aangegeven worden. Dit mag niet op de verpakking gebeuren! Het schrijven met wat dan ook kan het papier beschadigen door microscopische kleine gaatjes, die weer micro-organismen kunnen doorlaten. Een goede manier is er een plakkerijtje met de naam van de inhoud van het zakje op te plakken. Voor veel gebruikte artikelen kunnen voorbedrukte etikettes worden gebruikt. Dit bespaart tijd.

Het is meer dan eens gebleken dat bepaalde leveranciers op deze manier ook de verloopdatum van een gesteriliseerd product verschuiven. Dit is uiteraard gevaarlijk en ontoelaatbaar!

### 2.2 Sterilisatiecoderingen

De verpakking moet worden voorzien van een indicator die geschikt is voor het sterilisatieproces. Een verkleurde indicator geeft alleen aan dat het instrument in de 'sterilisatiemachine' is geweest! De 'machine' moet dagelijks worden gecontroleerd op zijn goede werking, anders is de indicator van geen enkele waarde. Dit controleren noemt men 'valideren'. Dit valideren moet gebeuren voor elk soort pakket en elk soort verpakkingsmateriaal. Dit betekent dat bij wijziging van inhoud en/ of (delen van) het verpakkingsmateriaal er opnieuw gevalideerd moet worden. Ga dus nooit op eigen houtje wijzigingen aanbrengen in verpakking of verpakkingsmateriaal!

Op elke sterilisator is een mogelijkheid om het proces te controleren. Dit kan heel modern door een microprocessor gebeuren, maar ook een schijf met pennen kunnen druk en temperatuur van het proces weergeven. Deze registraties moeten worden bewaard ter controle.

Afhankelijk van het verpakkingsmateriaal is er een verloopdatum voor het gesteriliseerde artikel. Deze verloopdatum moet op de verpakking worden vermeld. Dit kan samen gaan met een kleurcodering om zo het gebruik van het langst geleden gesteriliseerde artikel te vergemakkelijken.

Voor de controle achteraf van het sterilisatieproces zijn er nog meer coderingen in gebruik. Op de verpakking kan dan nog vermeld staan: sterilisatornummer, dag van sterilisatie, 'operator nummer' en/ of een batchcode. Bij klachten of andere zaken die wijzen op een niet deugdelijke sterilisatie kan nu per partij (batchcode) of per sterilisator (sterilisatornummer) of per bedienaar (operator nummer) worden nagegaan of er iets is misgegaan.

### 2.3 Opslag van gesteriliseerde materialen

Of een instrument als steriel kan worden beschouwd hangt niet alleen af van het proces en de verpakking maar ook van de opslag. Een opslagruimte voor gesteriliseerde materialen moet in dit opzicht aan dezelfde condities

## 2: Verpakken en steriliseren van materialen.

voldoen als een operatiekamer. Dit is nodig om niet teveel micro-organismen aanwezig te laten zijn op de buitenverpakking.

Een verpakking die onder het stof zit is nooit zó te openen, dat de inhoud nog steriel blijft ook al is de verloopdatum nog niet verstreken. Dit is dan ook de reden dat sommige fabrikanten hun artikelen drievoudig verpakken!

Voor het opslaan van het materiaal in de opslagruimte voor gesteriliseerde artikelen moet er dan één verpakking worden verwijderd. Deze verpakking mag wel zijn aangebracht nadat het artikel in een andere verpakking is gesteriliseerd. Dit noemt men ook wel een bundel of ompakking. Er mogen geen elastiekjes, nietjes of plakbandstroken worden gebruikt om materiaal te bundelen. Deze materialen leveren gevaar voor perforatie van de verpakkingen op.

Wanneer de opslagruimte niet voldoet aan de gestelde eisen, moet er een verpakking worden verwijderd voordat het verpakte artikel op de operatiekamer wordt gebracht.

### Doelstellingen

De student kan de verschillende verpakkingsmaterialen opnoemen.

De student kan de invloeden benoemen die de verschillende verpakkingsmaterialen hebben op de verloopdatum van het gesteriliseerde product.

De student kan de vormen van sterilisatiecoderingen benoemen.

De student kan de voorwaarden benoemen die aan de opslagruimte voor verpakte, gesteriliseerde materialen worden gesteld.

## 3 DESINFECTEERMIDDELEN EN –METHODEN

### 3.1 Desinfectiemethoden

Er zijn verschillende desinfectiemethoden zoals:

- \* Straling desinfectie.
- \* Mechanische desinfectie.
- \* Thermische desinfectie.
- \* Chemische desinfectie.

Bij straling desinfectie werd vroeger vaak ultraviolet straling gebruikt. Straling desinfectie op deze manier is minder betrouwbaar en wordt daarom nu niet meer gebruikt. De aandacht zal daarom op de andere drie desinfectiemethoden zijn gericht.

De gebruikte methode zal afhangen van de te bestrijden micro-organismen en van het te desinfecteren materiaal. Het beste middel of de beste methode werkt onder alle omstandigheden, in alle milieus, bij elke temperatuur, tast het materiaal niet aan, doodt alles (en bestaat dus niet!).

### 3.2 Mechanische desinfectie

#### 3.2.1 Wassen

Simpelweg door iets te wassen doet men al aan desinfectie. Alle micro-organismen die op het oppervlak van een voorwerp aanwezig zijn, worden geconfronteerd met het langstromende water. Ook eventuele voedingsstoffen voor deze organismen kunnen zo worden verwijderd. Een voorwaarde is echter wel dat het voorwerp goed glad is en dat het spoelmiddel minder micro-organismen bevat dan dat op het voorwerp aanwezig zijn. Met kraanwater kan dus al een bepaalde mate van desinfectie bereikt worden. Het oppervlak moet na de behandeling gedroogd worden zodat niet opnieuw micro-organismen zich kunnen vermenigvuldigen in het achtergebleven water. Sommige micro-organismen kunnen zich al vermenigvuldigen onder zeer schrale omstandigheden.

De toevoeging van zeep is geen werkelijke bijdrage aan deze vorm van desinfectie. Alleen heel speciale zeepsoorten kunnen desinfecterend werken. Zeep dient hier om de oppervlaktespanning van het water te verminderen. Een verlaagde oppervlaktespanning zorgt er voor dat vuildeeltjes makkelijker van het oppervlak loslaten.

Toepassingen:

- \* Instrumentenwasmachines.
- \* Handen wassen.
- \* Ultrasonore reinigers.
- \* En zelfs pipetreinigers en borstels.

Spectrum:

Zeer breed, geen micro-organisme zal zich kunnen onttrekken aan het langs spoelende water. Vele zullen worden meegevoerd.

Werkingsdiepte:

Niet diep, er is geen garantie dat alle micro-organismen zullen worden meegevoerd.

Resistentie:

Tegen verwijderen is slecht in bepaalde mate weerstand te vormen (slijmvorming), maar altijd geldt: weg is weg.

#### 3.2.2 Wegnemen besmette voorwerpen

Een andere vorm van mechanische desinfectie is het wegnemen van sterk besmette voorwerpen. Deze voorwerpen worden daarna vervangen door onbesmet of schoon materiaal.

Door het afvoeren van micro-organismen die op het materiaal zitten, wordt de totale hoeveelheid micro-organismen verminderd en dit is conform de definitie van desinfectie.

Toepassingen.

- Regelmatig een schoon uniform aandoen.
- Regelmatig een schoon masker voordoen.
- Het inblazen van schoongefilterde lucht.
- Het filtreren van vloeistoffen of gassen.

Spectrum:

Zeer breed, geen micro-organisme zal zich kunnen onttrekken aan de waszak of afvalzak. Bij filtreren blijven de grootste micro-organismen het eerste achter en naarmate de gaatjes kleiner worden kunnen alle micro-organismen worden weggevangen.

Werkingsdiepte:

Niet diep, alle micro-organismen van de kleding worden wel meegevoerd maar aan de handen kunnen micro-organismen achterblijven. Bovendien is het nieuwe masker of uniform niet gesteriliseerd. Bij filtreren is wel een zeer grote werkingsdiepte te krijgen.

Resistentie:

Tegen verwijderen is geen resistentie te vormen, weg is weg!

De werkingsdiepte bij filtreren hangt af van de gaatjes in het filter. Amoeben zijn relatief groot. Virussen daarentegen zijn heel klein. Als de gaatjes in een filter niet groter zijn dan 0,2µm dan komt er geen micro-organisme meer doorheen.

### 3.3 Thermische desinfectie

Thermische desinfectie wordt in de Engelstalige literatuur ook wel pasteurisation genoemd. In Nederland gebruikt met deze term alleen voor het behandelen van voedingsmiddelen. Desinfectie van materialen bij een temperatuur van 80°C wordt in Nederland thermische desinfectie genoemd.

Bij thermische desinfectie wordt het voorwerp gedurende een zekere tijd verhit tot een zekere temperatuur in een vochtige omgeving. (Het verhitten kan dus ook door middel van het vocht zelf gebeuren!)

De tijdsduur en de temperatuur zijn lineair gerelateerd. Bijvoorbeeld vijf minuten bij 90°C of tien minuten bij 80°C hebben hetzelfde effect.

Toepassingen:

- Po spoeler of bedpan spoeler. (Deze moeten wel gecontroleerd worden, want er wordt niet altijd aan de voorwaarden voldaan)
- Instrumentenwasmachines (vijf minuten bij 90°C)

Spectrum:

Breed spectrum. Sporen en het hepatitis B virus worden echter niet gedood. Zij worden wel voor een groot deel geïnactiveerd.

Werkingsdiepte:

Uitgezonderd sporen en bepaalde virussen is de werkingsdiepte groot.

Resistentie:

Sporen kunnen het proces doorstaan. Daarom moet het materiaal gedroogd worden anders kan in het achterblijvende vocht alsnog groei optreden!

Doordat het hepatitis B virus niet geheel wordt gedood, moet het instrumentarium dat uit een wasmachine met een thermisch desinfectieproces komt, toch als 'vies' beschouwd worden!

Uitkoken:

- Het voorwerp wordt enige tijd ondergedompeld in kokend water. De tijdsduur is meestal vijf minuten.

Toepassingen:

Desinfectie van instrumentarium. De instrumenten liggen op een net en deze gaat het kokende water in.

Spectrum:

Alles, behalve sporenvormers!

Werkingsdiepte:

Vrij groot

Resistentie:

Sporen kunnen het proces overleven. Daarom moet het materiaal worden gedroogd anders kan in het achterblijvende vocht groei optreden!

Door het regelmatig aan- en uitzetten van de kookpannen zijn er sterke variaties in de temperatuur van het water. Tijdens de 'koude' periode kunnen sporen zich weer ontwikkelen tot micro-organisme en zich weer vermenigvuldigen. In de 'warme' periode gaan zij dan weer over in de sporenfase om 'betere tijden' af te wachten.

Het water wordt een besmetter in plaats van een ontsmetter. Na elke lading moet het water verversd worden! Het is nog beter geen kookpannen meer te gebruiken.

### 3.4 Chemische desinfectie

Het te desinfecteren voorwerp wordt gedurende enige tijd blootgesteld aan een chemische stof die micro-organismen doodt of onwerkzaam maakt.

Er bestaan zeer veel middelen en combinaties van middelen om desinfectie te bereiken. De middelen die worden genoemd zijn de veel in ziekenhuizen gebruikte middelen. Hierbij wordt vermeld: de werking, het spectrum, de werkingsdiepte, op welke manier de werking kan worden tenietgedaan en mogelijke resistentievormen.

#### 3.4.1 Alcoholen

##### 3.4.1.1 Alcohol 96%

Werking:

Coaguleert eiwitten.

Spectrum:

Breed spectrum, echter geen sporen.

Werkingsdiepte:

Bij voldoende aanwezigheid van alcohol is de werkingsdiepte totaal. De werking gaat echter achteruit door contact met eiwitten. Het coaguleren van eiwitten verbruikt als het ware de alcohol. Het is goed als er van tevoren veel van deze eiwitten worden weggenomen door een voorbehandeling (wassen!).

Resistentie:

Sporenvormers kunnen in hun sporenfase overgaan door het water uit hun celwand te halen en de celwand zo te verdikken. Sporen zijn resistent tegen de behandeling met alcohol.

Toepassing:

Desinfecteren van de huid voor puncties en bij overgevoeligheid voor jodium.

Voor een goede werking is er water nodig. Dit water wordt tijdens het desinfectieproces onttrokken aan de weefsels. Dit kan een irritatie opleveren!

### 3.4.1.2 Alcohol 70%

Werking:

Coaguleert eiwitten.

Spectrum:

Breed spectrum, echter geen sporen.

Werkingsdiepte:

Bij voldoende aanwezigheid van alcohol is de werkingsdiepte totaal. De werking gaat echter achteruit door contact met eiwitten. Het coaguleren van eiwitten verbruikt als het ware de alcohol. Het is goed als er van tevoren veel van deze eiwitten worden weggenomen door het voorwerp te wassen.

Resistentie:

Sporenvormers kunnen in hun sporenfase overgaan door uit hun celwand het water te halen en de celwand zo te verdikken. Sporen zijn resistent tegen de behandeling met alcohol.

Toepassing:

Desinfecteren van droge voorwerpen.

Door het hoge waterpercentage is er een goed werkingmilieu van de alcohol. Er mag dan ook geen water aan toegevoegd worden. Het middel is hierom ook niet geschikt voor huiddesinfectie.

### 3.4.2 Fenolen

Fenolen zijn ook alcoholen maar door de mate waarin deze toegepast zijn en worden, verdienen zij een aparte plaats.

Het eerste, veel gebruikte desinfectans was een fenol. Lister introduceerde fenol of carbolzuur in 1865. Met het gebruik van fenol werd hij de grondlegger van de antiseptische techniek.

#### 3.4.2.1 Lysol-3%

Lysol-3% coaguleert de eiwitten, vooral van de celwand.

Sporenvormende micro-organismen kunnen in hun sporenfase zich enige tijd onttrekken aan de werking van lysol maar na een wat langer durende blootstelling gaan ook de sporen te gronde.

De aanwezigheid van organisch materiaal remt de werking.

Desinfectans en schoonmaakmiddel voor grote oppervlakten, vloeren, wanden etc. Het heeft als nadeel dat het erg agressief is en zeer sterk ruikt (ziekenhuisluchtje). Om deze redenen wordt het ook niet meer gebruikt.

#### 3.4.2.2 Xylenol-2,5-5% (Dettol®)

Xylenol-2,5-5% (Dettol®) in water (troebel) of in alcohol (helder). Dit middel coaguleert eiwitten.

Er is sprake van een smal spectrum, het doodt bacteriën en schimmels, maar geen protozoën en virussen.

De werking wordt al snel tenietgedaan door organische stoffen. Bovendien kunnen sporenvormers in sporenfase betere tijden afwachten en dan weer opleven.

Het wordt niet veel meer toegepast.

#### 3.4.2.3 Orthofenylfenol (Lyorthol®)-1%

Orthofenylfenol werd toegepast voor desinfectie van instrumenten na een septische ingreep. Verder werd het gebruikt voor desinfectie van grote oppervlakten als gangen, vloeren en wanden ter desinfectie van besmet wasgoed. Er is een wasmiddel aan toegevoegd.

De fabrikant gaf aan dat het middel relatief huidvriendelijk is, maar slechts weinig gebruikers stemden daarmee in.

Orthofenylfenol had een niet zo sterke, maar wel onaangename geur. Het werd ook ervan verdacht carcinogeen te zijn. Het middel is bijna geheel verdwenen en vervangen door chlooraminen met een detergent.

#### 3.4.2.4 Chloorhexidinegluconaat-20% (Hibitane®)

Werking:

Chloorhexidine tast de enzymatische processen in de celwand aan en coaguleert in bepaalde concentraties de eiwitten in het cytoplasma.

Spectrum:

Bacteriën en sporen in de vegetatieve fase, fungicide in vitro maar niet in vivo. Slecht of geen effect op sporen en virussen.

Diepe werking, ook bij zeer geringe concentraties, behoudt in bloed een groot deel van de werking; pus inactieveert de werking.

Resistentie:

Niet bekend.

Toepassing:

Als basis voor desinfectantia, zepen en blaasspoelingen.

Chloorhexidine is ook als citraat verkrijgbaar, maar deze handelsvorm wordt in Nederland niet gebruikt. Ook treft men zelden de 20%-gluconaatvorm aan.

### 3.4.2.5 Chloorhexidine 0,5% in alcohol 70%.

Werking:

Coaguleren van celeiwitten en het remmen van enzymatische processen in de celwand.

Spectrum:

Zeer breed door de toevoeging van alcohol, heeft echter een minder goed effect op sporen en virussen.

Werkingsdiepte:

Diepe werking, pus doet de werking echter teniet.

Resistentie:

Niet bekend, sporen kunnen overleven.

Toepassing:

Huiddesinfectie bij overgevoeligheid voor jodium. Door het alcoholpercentage is het niet geschikt voor slijmvliesdesinfectie.

Het middel moet op de huid indrogen om een goede werking te verkrijgen.

Er zijn veel variaties in producten die chloorhexidine bevatten, zo zijn er:

Hibiscrub® voor preoperatieve handdesinfectie: 4% chloorhexidinegluconaat.

Savlon®: 1,5%-chloorhexidinegluconaat in een zeepoplossing.

Blaasspoeling met chloorhexidinegluconaat 1:1000.

Bij de fenolen hoort ook nog het hexachlorofoen (G11®, Cidal®, Gamophen®). Deze stof werkt echter alleen bij een frequent gebruik. Dat houdt in dat elke handwassing, ook thuis, met deze zeep moet gebeuren. De toxiciteit van deze stof is echter zo groot dat zij niet door zwangeren en door kleine kinderen mag worden gebruikt. Het is inmiddels verboden en de bovengenoemde zeepmerken worden of niet meer gebruikt of bevatten inmiddels een andere werkzame stof.

Het spectrum is grotendeels gelijk aan chloorhexidine en dit is veel minder giftig. Chloor-hexidine heeft dan ook de voorkeur boven hexachlorofoen.

### 3.4.3 Jodoforen

Jodoforen worden het meest gebruikt voor desinfectie van huid en weefsels. Voor het desinfecteren van instrumenten zijn zij minder geschikt doordat zij een laag jodium achterlaten. Dit laagje kan het instrument aantasten.

#### 3.4.3.1 Jodium 1% in alcohol 70%.

Werking:

Naast het effect van alcohol is er ook het effect van jodium.

Jodium heeft twee effecten;

1e: oxidatie van de celwand.

2e: coagulatie van eiwitten.

Spectrum:

Zeer breed spectrum, van bacteriën tot virussen.

Werkingsdiepte:

Bij voldoende aanwezigheid van vrije jodiummoleculen en goede toepassing: een diepe werking. De werking wordt tenietgedaan door de aanwezigheid van organisch materiaal. Het werkt dan ook niet of slecht in de aanwezigheid van bloed of pus.

Resistentie:

'Ieder beest geeft de geest' maar denk om de organische belasting!

Toepassing:

Preoperatieve huiddesinfectie. Denk erom dat de jodium moet indrogen om de volledige werkingsdiepte te verkrijgen!

#### 3.4.3.2 Povidon jodium-10% (Wescodyne®, Betadine®, Povidone®)

Werking:

Povidon jodium heeft weer twee effecten:

1e: oxidatie van de celwand.

2e: coagulatie van eiwitten.

Spectrum:

Zeer breed spectrum, van bacteriën tot virussen.

Werkingsdiepte:

Zeer diepe werking, werkt beter dan jodiumtinctuur in nabijheid van organisch materiaal. Dit komt door de hogere concentratie jodium in de oplossing. Bovendien komt niet alle jodium in eens vrij maar gedurende een langere periode.

Resistentie:

Na 25 jaar gebruik is er nog geen resistentie gebleken.

Toepassing:

Preoperatieve huiddesinfectie, slijmvliesdesinfectie, irrigatie van geïnfecteerde wonden, irrigatie van de peritoneale holte bij peritonitis. Het wordt ook gebruikt in combinatie met een zeepoplossing (Betadine-scrub®).

De desinfecterende werking van jodium is zo goed omdat de werking nog lang na het aanbrengen blijft.

Er zit wel een addertje onder het gras: bij gebruik van povidonjodium als desinfectiemiddel in peritoneaalspoelingen ontstaat er gedurende enige tijd een aantal malen hogere jodiumconcentratie in het bloed. Dit kan voor patiënten met schildklierproblemen gevaarlijk zijn. Een ander nadeel is dat de jodumpyrrolidonmoleculen een deel van de leukocyten onwerkzaam maakt. Er is een beschrijving van de vondst van leukocyten die een pyrrolidon molecuul fagocyteerden (insluiten).

### 3.4.4 Chloorverbindingen

Ondanks de naam chloor in de naam van chloorhexidine en hexachlorofeen, horen deze niet thuis in de groep van chloorverbindingen.

Chloorverbindingen hebben een sterk oxiderend effect.

#### 3.4.4.1 Natriumhypochloriet (bleekwater, Dakin's vloeistof, Glorix® etc.).

Werking:

Door de oxiderende werking wordt de celwand aangetast en gaat de cel te gronde.

Spectrum:

Zeër breed, maar een verminderde werking tegen sporen.

Werkingsdiepte:

Bij voldoende vrije chloorionen is de werking diep, maar een organische belasting van het middel slokt al snel veel vrije chloorionen op, hetgeen de werking snel doet afnemen.

Resistentie:

Bij onvoldoende inwerking op de celwand is het voor sommige micro-organismen mogelijk om stofwisselingsprocessen door andere enzymen te laten overnemen. Bij sterke verdunning of hoge organische belasting is resistentie mogelijk.

Toepassing:

Desinfectie van wasgoed, desinfectie van zwemwater.

#### 3.4.4.2 Chlooramine (Halamid®-0,3%, Stafilex®)

Werking:

Door de oxiderende werking wordt de celwand aangetast en gaat de cel te gronde.

Spectrum:

Zeër breed, maar een geringe activiteit ten aanzien van sporen.

Werkingsdiepte:

Bij voldoende vrije chloorionen is de werking diep, maar een organische belasting van het middel slokt al snel veel vrije chloorionen op, wat de werking al snel doet afnemen.

Doordat chlooraminen langzaam chloorionen vrijmaken blijft de concentratie van vrije chloorionen gedurende langere tijd constant. De stof kan dan ook veel beter een organische belasting aan.

Resistentie:

Bij onvoldoende inwerking op de celwand is het voor sommige micro-organismen mogelijk om stofwisselingsprocessen door andere enzymen te laten overnemen. Bij sterke verdunning of hoge organische belasting is resistentie mogelijk.

Toepassing:

Desinfectie van wasgoed en grote oppervlakten.

Chloormiddelen zijn weer 'terug van weggeweest'. Natriumhypochloriet is door de beschikbaarheid van veel vrije chloorionen erg agressief, temeer daar al deze ionen in één keer vrijkomen. Bij chlooraminen is dit niet het geval en deze zijn daardoor minder agressief maar het effect is langduriger. Dit is iets wat juist zeer wordt gewaardeerd. Een andere zaak is, dat chloormiddelen een goede desinfecterende werking hebben op de zogenaamde retrovirussen (Hepatitis B, AIDS).

### 3.4.5 Zouten van zware metalen

Deze stoffen hebben ronduit slechte desinfecterende eigenschappen en zijn bovendien zeer giftig. Het spectrum is erg smal en de diepte is gering. Daar komt nog bij dat zij slecht tegen een organische belasting kunnen omdat ze daardoor snel worden geïnactiveerd.

Enkele van deze stoffen zoals mercurochroom en nitras argenti (helse steen) worden nog wel eens gebruikt voor andere doeleinden dan desinfecteren. Als desinfectans hebben zij geen waarde.

### 3.4.6 Detergentia

Detergentia behoren tot de anion- en kation actieve stoffen. Deze hebben dan wel een reducerende of oxiderende werking op de celwand. Dit effect is vaak zeer gering en de werking is dan ook binnen een zeer smal spectrum

en daarbij zeer ondiep. Alleen door reiniging en verdunning en door de vermindering van de oppervlaktespanning van water dragen zij bij aan de mechanische desinfectie.

Binnen deze groep van stoffen vallen ook de quarternaire ammoniumverbindingen. Van deze verbindingen zijn er wel een aantal bekend met een goed bacteriedodend effect. Het betreft hier die verbindingen die zeer lange ketens hebben.

Hoewel geen detergenten, behoren waterstofperoxide en perazijnzuur wel tot de anion- en kation actieve stoffen. Waterstofperoxide wordt wel als mondspoeling gebruikt. Perazijnzuur is in de dialyse wereld erg bekend als desinfectans. Zeer sterk verdunde oplossingen hebben al een goed reducerend effect en kunnen toch restloos verwijderd worden.

#### 3.4.6.1 Perazijnzuur (Puristeril® 0,2-0,6%)

Werking:

Door de oxiderende werking wordt de celwand aangetast en gaat de cel te gronde.

Spectrum:

Zeer breed, met een redelijke activiteit op het gebied van sporen.

Werkingsdiepte:

Perazijnzuur zelf is actief, maar ook het waterstofperoxide dat ontstaat bij het uiteenvallen van perazijnzuur is actief, waardoor de werking diep is. Organische belasting van het middel heeft hierdoor niet veel invloed op de werking.

Resistentie:

Door 'veroudering' neemt de werking af. Bij sterke veroudering is resistentie mogelijk. Let daarom goed op de vervaldatum.

Toepassing:

Desinfectie en zelfs sterilisatie van scopen, dialyse toestellen, kunstnier en anesthesietoestellen. Perazijnzuur zal in de nabije toekomst barnsteenaldehyde en glutaaraldehyde als desinfectiemiddel voor optieken en scopen geheel verdringen.

Let op! Perazijnzuur zowel als het splitsingsproduct waterstofperoxide zijn nogal agressief. Koper en koperverbindingen bijvoorbeeld, oxideren in een dergelijk milieu zeer snel, en mogen dus niet met perazijnzuur in contact komen.

#### 3.4.7 Aldehyden

Er zijn verschillende soorten aldehyden die voor sterilisatie en desinfectie werden toegepast. De werking ervan berust op coagulatie van eiwitten. Vooral formaldehydegas was om de goede werking bekend. Aldehyden worden niet meer gebruikt omdat zij carcinogeen zijn. Bij gebruik in open installaties zou de procesoperator een gasmasker moeten dragen om het inademen van de dampen tegen te gaan. Perazijnzuur heeft de functie van aldehyden over genomen.

### 3.5 Algemene opmerkingen

Het is van belang dat desinfectantia in de juiste concentraties worden gebruikt. Dit voorkomt dat het middel of schade toebrengt aan het materiaal of door eiwitten onwerkzaam is gemaakt voordat het effect is bereikt.

Het willekeurig gebruik van desinfectantia is verkeerd. Bepaalde micro-organismen die tegen het middel bestand zijn kunnen dan in grotere getale voorkomen en zo voor besmetting zorgen.

Voor bijna alle desinfectantia en desinfectiemethoden geldt dat organische belasting de werkzaamheid vermindert. Denk daarom aan de volgende regel:

**EERST REINIGEN, DAN PAS DESINFECTEREN!**

Wassen en thermische desinfectie zijn eenvoudige en goedkope manieren van desinfecteren. Deze methoden hebben een breed werkingsspectrum en kennen geen verworven resistentie. Bovendien vormen zij geen gevaar voor het milieu en voor diegenen die de desinfectie moeten uitvoeren.

#### Doelstellingen

De student kan de methoden tot voorbehandeling weergeven.

De student kan de middelen en methoden ter desinfectie uit dit boek noemen en voor elk middel spectrum, werking, concentratie, voorwaarden voor toepassing, gevaren bij toepassing en de correcte toepassing benoemen.

## 4 DE CENTRALE STERILISATIE AFDELING

### 4.1 Taken van het personeel op de centrale sterilisatie afdeling

Vroeger gebeurde het steriliseren en het verzorgen en inpakken van het instrumentarium en andere steriele hulpmiddelen op de verpleegafdelingen en operatieafdelingen zelf. Tegenwoordig hebben de ziekenhuizen hiervoor één afdeling: de centrale sterilisatie afdeling. Hier kan men beschikken over de juiste apparatuur en condities. Het hier werkende personeel heeft de opleiding en ervaring die nodig is voor het verwerken en het beheer van gesteriliseerde artikelen.

Taken van de centrale sterilisatie afdeling:

- Materialen steriliseren.

De centrale sterilisatieafdeling beschikt over sterilisators en het personeel dat is opgeleid om deze te bedienen.

De controles op de processen worden hier uitgevoerd.

- Instrumentarium controleren op defecten, onderhouden van instrumentarium, eventueel ter reparatie aanbieden.

De sterilisatieassistent controleert de instrumenten op defecten en componeert de instrumentensets.

- Voorraadbeheersing met als doel: kostenbeheersing.

Voorraden kosten geld, denk maar aan het renteverlies op het betaalde geld voor die artikelen. Bij een grote voorraad is het ook goed mogelijk dat een deel de verloopdatum passeert, zonder dat het gebruikt is. Hersteriliseren kost ook geld en weggooien nog meer!

- Opslag en distributie.

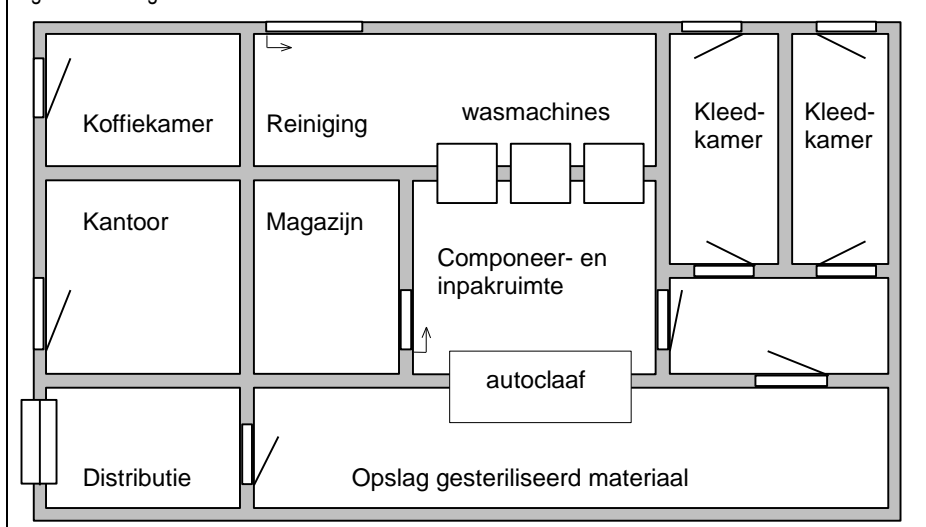
De centrale sterilisatieafdeling heeft ruimtes waar de juiste condities heersen voor de opslag van gesteriliseerd materiaal.

De centrale sterilisatieafdeling verzorgt de afgifte van gesteriliseerde materialen ten behoeve van het operatiekamercomplex en de verpleegafdelingen.

### 4.2 De centrale sterilisatieafdeling

Voor een centrale sterilisatieafdeling gelden condities zoals die ook gebruikelijk zijn op operatiekamercomplexen. Er zijn vuile en schone gedeelten. Het personeel mag niet zomaar van vuil naar schoon kunnen gaan. Bij wisseling van taken moeten er maatregelen worden genomen om contaminatie van de schone delen door personeel tegen te gaan. Er zijn overeenkomsten met het dubbel corridorsysteem van een operatiekamercomplex.

Figuur 1: Plattegrond van een CSA.



#### REINIGING

Al het gebruikte instrumentarium wordt naar een ruimte voor gecontamineerde materialen gebracht. Dit is de wasruimte. Er vindt hier een reinigingsproces plaats in een desinfector.

Deze desinfector is een wasmachine, die naast het verwijderen van bloed en andere resten, het instrumentarium thermisch desinfecteert. Hierdoor worden micro-organismen voor het grootste deel verwijderd of gedood. Dit is van groot belang bij contaminatie met micro-organismen die een rol spelen bij bloedoverdraagbare ziekten zoals hepatitis- B en AIDS.

Aan het water van de wasmachine kunnen middelen worden toegevoegd ter onderhoud van het instrumentarium (smeermiddel voor de scharnieren, anti corrosiemiddel voor het oppervlak).

In de wasruimte is ook een ultrasonore reiniger geplaatst. Deze dient om vuil uit de scharnieren te 'trillen'. Als dit vuil vrij komt, moet er mee rekening worden gehouden dat hierin ook nog micro-organismen kunnen zitten die bloedoverdraagbare ziekten kunnen veroorzaken.

Dit houdt in:

Wassen, ultrasonoor reinigen en weer wassen!

De wasmachine is meestal van het doorgeeftype.

#### COMPONEER- EN INPAKRUIMTE.

Aan de andere zijde van deze wasmachine is de schone ruimte waar het componeren en inpakken van de sets plaatsvindt. Na controleren en inpakken gaan de sets en de materialen via een 'doorgeef sterilisator' naar de steriele opslag.

#### OPSLAG GESTERILISEERD MATERIAAL.

In de steriele opslagruimte wordt het materiaal bewaard tot het wordt verzonden. Er heersen hier dezelfde condities als in het steriele magazijn op een operatiekamercomplex.

#### DISTRIBUTIE.

Voordat materiaal wordt vervoerd naar andere afdelingen, wordt het eerst voorzien van een ompakking. Immers, het materiaal moet door de gangen van het ziekenhuis. In deze gangen wemelt het van de micro-organismen! De ompakking kan in een aantal gevallen alleen de kar met gesloten deuren zijn. Dit is toegestaan als de materialen weer direct worden opgeslagen in een 'steriel magazijn' zoals op een operatiekamercomplex. Op verpleegafdelingen zal dit vaak niet het geval zijn.

#### MAGAZIJN.

Er zullen ook ongeste­riliseerde artikelen nodig zijn. Deze artikelen worden dan verpakt in sets of worden bij instrumentensets ingepakt. Het magazijn moet bereikbaar zijn vanaf de componeer- en inpakruimte.

#### VERDER ZIJN ER RUIMTES VOOR:

administratie,  
koffiedrinken.

#### OMKLEEDRUIMTES.

Deze ruimte en het gebruik van deze ruimte verdienen speciale aandacht.

De kledingdiscipline op een sterilisatie lijkt veel op die van een operatiekamercomplex. Binnen de schone en steriele ruimte hoort haarbedekking en speciaal schoeisel te worden gedragen.

Net als op een operatiekamercomplex behoort op een centrale sterilisatieafdeling de kleding te worden gewisseld als men van een gecontamineerde ruimte naar een schone ruimte loopt!

### 4.3 Onderhoud van instrumentarium

Steriliseren en desinfecteren zijn noodzakelijke maatregelen maar zij zijn niet vriendelijk voor het materiaal. Bijvoorbeeld: een Humby- knife (voor een skingraft) kan niet worden stoomgeste­riliseerd omdat dit anders bot zou worden.

Wasmiddelen bevatten soms zure en soms basische bestanddelen die een etsende werking kunnen hebben op metalen. Er ontstaan putjes in het metaal en het instrument wordt ruw en/ of bot. Bij diepe etsingen in onderdelen van een scharnier wordt het instrument verzwakt en er kunnen scheuren en breuken ontstaan.

Soms slaan er ionen uit het wasmiddel neer op het instrument en vormen een oxidelaag. Veelal ziet het instrument er dan blauw uit.

Niet alleen wasmiddelen zijn boosdoeners, ook bloed neemt een belangrijk deel van de slijtage van instrumentarium voor zijn rekening. Het ijzermolecuul uit het hemoglobine is van een andere samenstelling dan het roestvrij staal 316L waarvan instrumenten vaak worden gemaakt. Dit kan elektrolyse geven waarbij positief geladen ionen neerslaan op een negatief geladen metaal (instrument). Het neerslaan van ionen gebeurt vaak daar waar door krassen de beschermende oxidelaag van het roestvrijstaal instrument beschadigd is. IJzer is een van de elementen die in het bloed voorkomen maar er zijn er veel meer. Elk element heeft specifieke, corroderende eigenschappen. Het is welhaast onmogelijk een metaal te maken dat totaal mechanisch en chemisch berekend is op het werk waarvoor het wordt gebruikt.

Om corrosie te voorkomen is goed reinigen de oplossing. Om vastgekoekt bloed en serum uit de kieren en hoeken van een instrument te verwijderen is ultrasonore reiniging aan te bevelen. Dit levert echter enige slijtage op. Dit kan soms worden waargenomen als een glanzende plek op het matte instrument. Dit treedt met name op als het instrument telkens op dezelfde manier en dezelfde plaats aan het ultrasonore reinigingsproces deelneemt (arterieklem in een houder). Niet ultrasonoor reinigen is echter nog veel slechter!

Veel instrumenten hebben scharnieren. Door ultrasonoor te reinigen zijn die wel schoon, maar daardoor lopen deze nog niet soepel. Veel wasmachines voegen dan ook een smeermiddel toe om sloten en scharnieren te smeren. Dit middel heeft dan vaak ook weer een beschermende werking op het oppervlak van het instrumentarium en gaat zo corrosie tegen.

### Doelstellingen

De student kan de doelstelling van een CSA weergeven.

De student kan het takenpakket van een sterilisatieassistent beknopt weergeven.

De student kan de condities die in de verschillende ruimten van een CSA behoren te heersen benoemen.

De student kan een gedeelte van de competentie van de sterilisatie assistenten benoemen.

De student kan een aantal middelen en methoden voor het onderhoud van instrumentarium benoemen.

## 5 STERILISATIE

### 5.1 Definitie en indeling

Wat is steriliseren?

Het zodanig behandelen van het materiaal dat er geen levende micro-organismen of hun levende sporen meer aantoonbaar zijn.

Bij steriliseren is er een analogie aan desinfecteren. Voor sterilisatieprocessen is er, net als bij desinfecteermethoden, sprake van een afstervingscurve. De veronderstelling dat een bepaald sterilisatieproces altijd alle micro-organismen doodt is niet juist. Bij die processen waarbij zonder meer alle micro-organismen moeten worden gedood zal er in een aantal gevallen van een zo grote mate van natuurkundig of scheikundig geweld sprake moeten zijn, dat het te steriliseren materiaal hiervan ernstig heeft te lijden.

Er bestaat nu de keuze om, of voor een ander 'geweld' te kiezen, of om minder 'geweld' te gebruiken. In het laatste geval zullen we kennis moeten hebben van de hoeveelheid en van de soorten micro-organismen die gedood moeten worden.

Voor de indeling van sterilisatieprocessen zijn twee termen in gebruik:

'Overkill'

Voor het proces waarbij zo agressief wordt opgetreden dat zonder meer alle micro-organismen worden gedood.

'Bio-burden'

Voor het proces waarbij de methode is aangepast aan de uitgangcontaminatie van het te steriliseren materiaal.

#### 5.1.1 Steriliseren volgens 'Overkill'

Bij deze methode wordt er uitgegaan van de hoogst mogelijke uitgangcontaminatie. Het 'nulpunt' van de afstervingscurve moet in één procesgang worden bereikt. De sterilisatiemethode (het gebruik van hoge temperaturen of chemisch agressieve middelen) zal dan ook een negatieve invloed hebben op het te steriliseren materiaal (slijtage of ernstige beschadiging).

#### 5.1.2 Steriliseren volgens 'Bio-burden'

Als de uitgangcontaminatie sterk wordt verminderd dan hoeft de sterilisatiemethode ook niet zo agressief te zijn. Immers, er zijn minder micro-organismen op het voorwerp aanwezig. Door een lagere uitgangcontaminatie kan bij een minder agressief proces toch het 'nulpunt' van de afstervingscurve worden gehaald. Een minder agressieve sterilisatiemethode zal dan ook minder slijtage opleveren voor het te steriliseren materiaal.

#### 5.1.3 De processen

De meeste stoomsterilisatieprocessen steriliseren volgens het 'overkill' principe. Er zijn echter andere sterilisatieprocessen waarbij overkill niet haalbaar is. Dit is bijvoorbeeld het geval bij ethyleenoxidesterilisatie. Bij deze processen zal de uitgangcontaminatie beperkt moeten blijven, wil men er na het proces vanuit kunnen gaan dat het voorwerp steriel is. Deze processen moeten dan ook alleen toegepast worden voor die voorwerpen waarbij andere sterilisatieprocessen het voorwerp zouden beschadigen.

De sterilisatieprocessen die zullen worden behandeld, zijn:

- Stoomsterilisatie.
- Gassterilisatie d.m.v. ethyleenoxide.
- Stralingssterilisatie door gammastraling.
- Vloeistofsterilisatie d.m.v. perazijnzuur.

In dit overzicht zijn niet alle sterilisatiemethoden opgenomen. Er zijn er (veel) meer, maar het effect van die andere methoden is soms omstreden of de methoden leveren een grote bijdrage aan milieuverontreiniging. In een aantal gevallen is er zelfs sprake van een gezondheidsrisico voor de bedienaar van het sterilisatietoestel.

Een aantal van deze methoden wordt wel genoemd omdat in een enkel ziekenhuis nog een dergelijke sterilisator staat. De toepassing van dergelijke sterilisators neemt in betekenis af en het ziet er naar uit dat zij op den duur zullen verdwijnen.

De behandelde sterilisatiemethoden hebben ook hun bezwaren. Deze bezwaren worden dan ook aangegeven. De behandelde methoden worden echter nog wel vaak toegepast.

### 5.2 Partij- en sterilisatorcodes

Op elk verpakt, gesteriliseerd voorwerp moet de verloopdatum zijn aangegeven. De verloopdatum hangt af van de verpakking, niet van het proces. Het is wel zo dat bijvoorbeeld gammastraling beter door een verpakking kan heendringen. Hierdoor kan er voor materialen die gammagesteriliseerd werden, een langdurige garantie worden afgegeven omdat de verpakking steviger kan zijn.

Het zal nu ook duidelijk zijn waarom er niet meer mag worden volstaan met het vermelden van de sterilisatiedatum.

Verder wordt nog vermeld:

- Sterilisatiemethode (stoom, gas, straling).

5: Sterilisatie.

- Procesnummer (welk proces was het; het eerste of het derde, was het op 120oC of op 134oC),
- Sterilisateurnummer (in welke sterilisator werd het gesteriliseerd).
- Operatornummer (wie bediende de sterilisator).

In een aantal gevallen is deze informatie vervat in een speciale code, de zogenaamde 'batchcode'. Ook bij een batchcode hoort de verloopdatum te zijn vermeld!

## **Doelstellingen**

De student kan de definitie voor steriliseren weergeven.

De student kan de begrippen overkill en bio-burden schriftelijk uitleggen.

## 6 THERMISCHE STERILISATIEPROCESSEN

### 6.1 Procesvormen

Thermisch steriliseren is vanouds de meest gehanteerde methode om steriliteit te verkrijgen. Er zijn veel thermische processen. Zo kan men bij voorbeeld steriliseren door:

- uitgloeien,
- uitkoken,
- verbranden,
- verhitten met hete lucht,
- autoclaveren met verzadigde stoom.

Niet alle processen echter kunnen zonder meer worden toegepast, of omdat het materiaal er niet tegen kan of omdat er geen aanvaardbare afstervingscurve kan worden bereikt.

### 6.2 Werking

Bij thermische processen berust de steriliserende werking op een combinatie van twee effecten:

1. coaguleren van het celeiwit,
2. oxideren van de celwand.

Het oxideren speelt een grote rol bij 'droge' thermische processen (hete luchtsterilisatie). Coaguleren speelt een grote rol bij 'natte' thermische processen (autoclaveren).

Voor deze procesvormen bestaan geheel andere afstervingscurven. De curve bij de 'natte' processen bereikt snel het nulpunt (steile curve). Bij 'droge' processen is deze curve veel vlakker. Dit is dan ook de reden voor het verschil in temperatuur en tijdsduur tussen deze procesvormen.

Deze eigenschappen maken stoomsterilisatie dan ook bij uitstek geschikt voor snel en effectief steriliseren. Het belang van hete luchtsterilisatie neemt dan ook af. Bovendien is het niet mogelijk om verpakt materiaal met hete lucht te steriliseren omdat de verpakking de toegang tot het voorwerp belemmert.

Door deze beperkingen van hete luchtsterilisatie zal de nadruk dan ook komen te liggen op het steriliseren met stoom.

#### 6.2.1 Stoomsterilisatie

In de vorige eeuw zag men in, dat stoom steriliserend werkt als het overal maar goed bij kan. Aan het einde van de negentiende eeuw werden de jassen voor het steriele team aan klerenhangers opgehangen in een ruimte waarin zij aan de langsstromende stoom werden blootgesteld. Daarna werden de jassen te drogen gehangen (buiten de sterilisator over een stoelleuning).

Binnen het toepassingsgebied van de methode van stoomsterilisatie door de operatie assistent zijn er twee methoden te onderscheiden:

1. steriliseren van verpakt materiaal,
2. steriliseren van onverpakt materiaal.

De verpakking heeft een grote invloed op het binnendringen van het steriliserende middel. Het proces moet het binnendringen kunnen garanderen.

De stoom die wordt gebruikt moet aan de volgende eigenschappen voldoen:

- De 'stoom' moet droog zijn.

Dit lijkt in tegenspraak omdat er wordt gesproken van een 'nat' proces maar het gaat erom dat de stoom zo heet is dat het pas bij het instromen in de ketel condenseert en niet in de leidingen! De leidingen waardoor de stoom loopt moeten voorzien zijn van waterafscheiders en condenspotten.

- De 'stoom' moet schoon zijn.

Het water waaruit de stoom wordt gemaakt mag geen of niet veel mineralen of andere deeltjes bevatten.

Voordelen van stoomsterilisatie:

- Stoomsterilisatie is een goedkope methode om met overkill te steriliseren. Door de thermische eigenschappen van stoom kan er veel thermische energie worden overgedragen aan het te steriliseren voorwerp ook als het is verpakt.
- Er kunnen grote hoeveelheden worden gesteriliseerd.

Nadelen van stoomsterilisatie:

- Er is een omvangrijke machine nodig.
- Er wordt gewerkt met gevaarlijk grote, natuurkundige grootheden (hoge druk en temperatuur).
- Het proces is niet geschikt voor thermosensibel materiaal.

#### 6.2.2 Onderdelen van een stoomsterilisator

Een sterilisator bestaat uit een ketel (dit is een ruimte waarin het te steriliseren materiaal wordt gebracht) en een stoomgenerator. Deze benamingen stammen uit de tijd dat sterilisatie met stoom nog in een hoge druk kookpan plaatsvond. De stoom kon toen eenvoudig worden opgewekt door water in de ketel aan de kook te brengen totdat de vereiste druk en temperatuur waren bereikt.

Tegenwoordig lijkt een stoomgenerator meer op een verwarmingselement van een koffiezetapparaat. Het water wordt in één gang omgezet tot stoom van de juiste temperatuur en druk. Via leidingen en regelkleppen komt de

stoom dan in de ketel. De warmte die nodig is voor het opwekken van stoom kan elektrisch of met behulp van gasverbranding worden opgewekt.

Bij een sterilisator met een voor- en navacuüm fase is er ook nog een vacuümpomp aanwezig.

Om de procesgang te controleren zijn er meetinstrumenten nodig. Binnen de moderne autoclaven is de microprocessor ter controle en bewaking van het proces niet meer weg te denken.

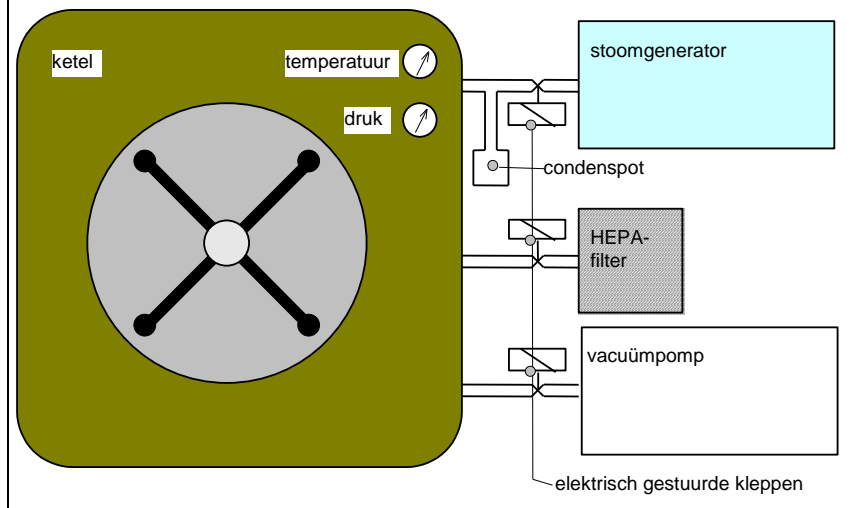
### 6.2.3 Stoomsteriliseren van onverpakt instrumentarium

Door het materiaal niet te verpakken is het goed bereikbaar voor stoom. Er is geen barrière voor het steriliserende medium. Dit maakt een voorvacuüm overbodig.

In dit geval is het belangrijk om te weten dat er uit één liter water 1600 liter stoom kan worden gemaakt. Dit houdt dan ook in dat er voor één milliliter condens 1,6 liter stoom is toegevoerd. Dit geeft zo'n grote volumevermindering dat hierdoor sprake is van het aanzuigen van stoom in die gebieden, waar de stoom tot water condenseert.

Door het condenseren komt veel warmte vrij die coagulerend werkt.

Figuur 2: Stoomsterilisator (autoclaaf).



#### 6.2.3.1 Procesgang

In een stoomgenerator wordt stoom opgewekt door water bij een vastgestelde druk te laten koken. Deze stoom wordt via waterafscheiders in de ketel toegelaten. Tijdens dit toelaten stroomt de lucht uit de ketel via een andere opening weg. Door de instromende stoom neemt de keteltemperatuur sterk toe. Als de opening voor het uitstromen wordt gesloten kan de druk toenemen tot de druk die overeen komt met de verzadigingsdruk bij de gewenste sterilisatietemperatuur. Eventueel gevormd condens kan met een pomp worden verwijderd.

Als de juiste druk en temperatuur bereikt zijn, gaat de sterilisatietijd in. Tijdens het proces kan de temperatuur op twee manieren worden gehandhaafd:

1. Opnieuw hete stoom inblazen.
2. Ketelwand verwarmen.

Bij beëindiging van het proces wordt de druk teruggebracht en als er eventueel lucht moet toestromen, gebeurt dit via een filter dat zo fijn is dat de instromende lucht steriel is. (HEPA filter)

### 6.3 Controles op het proces

- Tijdsduur:  
Deze is afhankelijk van de procesvorm en bedraagt meestal vijf minuten bij een overkill proces bij een temperatuur van 135°C bij een druk van 310 kPa. Voor een bio-burden proces kan dit anders zijn.
- Druk:  
310 kPa bij 135°C en 200 kPa bij 120°C.  
NB. Dit geldt alleen als er zich geen lucht in de sterilisator bevindt! Deze moet dan eerst door de stoom worden verdreven of door een vacuümgang eruit worden gehaald.
- Temperatuur:  
Deze is direct gerelateerd aan de druk. Bij lagere drukken ontstaat stoom ook bij lagere temperaturen. Bij 135°C 'hoort' een druk van 310 kPa en bij 120°C 'hoort' een druk van 200 kPa. Dit zijn de zogenaamde 'verzadigingsdrukken' van stoom.

#### 6.3.1.1 Veiligheid

Zorg ervoor dat de ketel van de sterilisator goed is gesloten voordat het proces wordt gestart! Stoom is heet! Controleer na het beëindigen van het proces of de keteldrukmeter wel '0' (nul) aangeeft voordat de sterilisator geopend wordt. Soms is er voor deze controle een extra kraan aangebracht die eerst moet worden opengedraaid. Als er bij een geopende kraan geen stoom uit de ketel ontsnapt is de druk gelijk aan de druk van de buitenlucht. Men is er op deze manier zeker van dat er geen druk op de ketel staat bij een defecte druksmeter. Het openen van een nog onder druk staande ketel is zeer gevaarlijk!

### 6.3.2 Stoomsteriliseren van verpakt materiaal

Het zal duidelijk zijn dat verpakt materiaal de verpakking de blootstelling aan stoom van het te steriliseren materiaal remt. De stoom zal tot in de kern van het pakket moeten doordringen. Dit wordt voor een groot deel bereikt door de ketel van de sterilisator vacuüm te zuigen voordat er stoom wordt ingelaten. Bij het inlaten van stoom zal deze stoom op alle plaatsen waar lucht is 'vervangen' door vacuüm, kunnen doordringen. Verder helpt hier de eigenschap dat slechts 1/1600 deel van de ruimte die door stoom wordt ingenomen, nodig is voor het condensatiewater dat die stoom bij afkoeling vormt.

In de sterilisatiecyclus wordt de stoomdruk ook nog gevarieerd om zo een betere doordringing te krijgen.

### 6.3.3 Procesgang

Het proces begint met het vacuüm zuigen van de ketel. Dit moet een diepvacuüm zijn om zoveel mogelijk lucht uit de ketel te halen. De druk moet lager zijn dan 1,36 kPa (=10 mm Hg).

Na het bereiken van dit vacuüm kan de stoom worden ingelaten tot de ingestelde verzadigingsdruk met de bijbehorende temperatuur is bereikt.

Het handhaven van de temperatuur kan gebeuren door drukwisselingen tijdens het proces. Hierbij wordt na het verlagen van de druk weer stoom van hoge temperatuur toegelaten. Deze methode kan weer zijn gecombineerd met het verwarmen van de mantel.

Na de sterilisatietijd wordt de ketel weer vacuüm gezogen. Dit is het begin van het droogproces. De inhoud van de ketel wordt zo gedroogd omdat water bij een lagere druk ook bij een lagere druk kookt. Hierdoor verdampt het water. (Dit is stoom opwekken door een lage druk!)

Nadat dit vacuüm enige tijd is gehandhaafd wordt er via een HEPA filter weer steriel gefilterde lucht toegelaten.

## 6.4 Controles op het proces

### - Tijdsduur:

Deze hangt weer af van de procesvorm. Het te steriliseren materiaal bepaalt de temperatuur en zowel de druk als de tijdsduur. Er wordt in nagenoeg alle gevallen een overkill proces gebruikt.

Bij verpakt instrumentarium dat op 135°C bij een druk van 310 kPa wordt gesteriliseerd, is 20 minuten een gebruikelijke tijd.

Bij 120°C en 200 kPa is de sterilisatietijd minimaal een half uur.

Denk er om: het gaat om de sterilisatietijd en niet om de totale procestijd van een autoclaaf. De procestijd hangt sterk af van de belading van de autoclaaf.

### - Druk:

De verzadigingsdrukken zijn ook hier weer van toepassing.

### - Temperatuur:

Bij de verzadigingsdrukken behoren weer de overeenkomstige temperaturen.

### 6.4.1 Veiligheid

Hoewel het proces begint en eindigt met een vacuüm, kan de procesgang van een sterilisator van buitenaf worden onderbroken. Bij het openen kan er dan nog druk op de ketel staan met alle gevolgen van dien!

### 6.4.2 Stoompenetratietest of Bowie-Dick-test.

Met een vel indicatorpapier gaat men na of de stoom wel tot in het midden van het pakket doordringt. Het vel indicatorpapier wordt tussen een aantal doeken gelegd en daarna ingepakt en als een te steriliseren pakket in de autoclaaf gelegd. Na het proces moet het vel tot en met het centrum toe egaal verkleurd zijn. In dat geval is de penetratie voldoende.

Bij onvoldoende penetratie is het centrum van het papier niet of niet goed verkleurd.

NB. Deze test geeft geen indicatie voor de temperatuur die in het centrum van het pak geheerst heeft! Indicatorpapier verkleurt namelijk al bij een temperatuur van minder dan 100°C!

Het pakket moet, voor wat betreft de stoompenetratie, de zwaarste opgave zijn voor de sterilisator. Dit houdt in dat er daarna wel pakketten in mogen worden gesteriliseerd waarbij de stoompenetratie gemakkelijker is maar in geen geval pakken waarbij de stoompenetratie moeilijker is!

Er zijn inmiddels standaardpakken voor de Bowie-Dick-test in de handel. Men moet zich bij het gebruik van deze pakken wel afvragen of deze wel de zwaarste opgave voor de sterilisator vormen!

### 6.4.3 Vacuüm-lek-test

Het vacuüm van een autoclaaf (zowel voor- als navacuüm) moet enige tijd gehandhaafd kunnen blijven. De ketel mag na vacuüm zuigen niet langzaam vollopen met lucht (inclusief micro-organismen).

Dit wordt getest met de vacuüm-lek-test. Hiervoor moet het vacuüm zeer diep zijn en enige tijd gehandhaafd blijven zonder dat de vacuümpomp aanstaat.

#### 6.4.4 Thermokoppeltest

Bij belading van een autoclaaf moet de temperatuur in de ketel overal hoog genoeg zijn om sterilisatie te bereiken.

Seriegeschakelde thermokoppels geven een kleine spanning af als er tussen de 'lassen' van de thermokoppels een temperatuurverschil is. Door twee lassen in de ketel te brengen en tussen de lading te verdelen is een vergelijkende meting mogelijk.

Als een 'warme' las in de ketel gebracht wordt en de 'koude' las er buiten, is een vergelijking met de buitentemperatuur mogelijk. Zo kan de absolute hoogte van de keteltemperatuur worden gemeten.

#### 6.4.5 Valideren

Daar het al of niet steriel zijn van een lading van een autoclaaf sterk afhankelijk is van de kwaliteit van het proces, moet dit proces nauwkeurig worden omschreven en gecontroleerd. Dit noemt men valideren.

Het valideren van een autoclaaf moet eens per jaar geschieden of als er 'procesbeïnvloedende' ingrepen zijn uitgevoerd. Via een serie metingen aan de autoclaaf wordt dan, terwijl deze een sterilisatieproces doorloopt, het 'validatierapport' opgesteld.

Het validatierapport omvat onder andere:

- de belading van de autoclaaf in kg.
- vacuüm-lek-test,
- Bowie-Dick-test,
- thermokoppel- (temperatuur meet-) test.

Het begrip 'procesbeïnvloedende ingreep' is helaas wat onduidelijk omschreven. Vaak zal zelfs een verandering van verpakking al procesbeïnvloedend zijn! Stoompenetratie is immers sterk afhankelijk van verpakking en belading!

Men volstaat met een validatie van een autoclaaf onder de zwaarste belading en de slechtste stoompenetratie.

#### 6.4.6 Indicatoren

Bij stoomsterilisatie wordt gebruik gemaakt van een indicator die verkleurt als deze aan hoge temperaturen wordt blootgesteld. Deze indicator (ook gebruikt op het Bowie-Dick testvel) begint al te verkleuren bij 85°C. De indicator is dus beslist geen steriliteitgarantie! Deze indicator geeft alleen aan dat het pakket is blootgesteld aan een hoge temperatuur. Over de hoogte van de temperatuur en over de penetratie binnen het pakket geeft de indicator geen informatie.

#### 6.5 Slechte werkmethoden

- 1 Veranderen van verpakkingsmateriaal door er bijvoorbeeld een laag aan toe te voegen.
- 2 Gebruik van al eerder gesteriliseerd verpakkingsmateriaal. Dit materiaal trekt na sterilisatie dicht en belemmert de stoompenetratie sterk.
- 3 Netten en pakken op elkaar in de autoclaaf stapelen, zodat stoompenetratie wordt bemoeilijkt.
- 4 De autoclaaf dusdanig beladen dat het gevormde condenswater niet van de verpakking kan aflopen.
- 5 'Natte' of vochtige pakken drogen op de autoclaaf laten drogen en dit nat zijn niet aan de 'verantwoordelijke' melden.
- 6 Het proces handmatig verkorten door de voor vacuümtijd te verkorten.
- 7 Verpakt materiaal in een autoclaaf steriliseren zonder voorvacuüm.

#### Doelstellingen

De student kan de voor- en nadelen van stoomsterilisatie weergeven met betrekking tot het materiaal.

De student kan de correcte bediening van een stoomsterilisator weergeven.

De student kan de veiligheidsregels aangeven die gelden voor het omgaan met een stoomsterilisator.

De student kan de werking van het steriliserende medium benoemen.

De student kan de procesgang van stoomsterilisatie benoemen.

De student kan de functie van de verschillende procesonderdelen benoemen.

De student kan de controles op het correct functioneren van de afzonderlijke procesdelen en op de sterilisator als geheel weergeven.

De student kan de verplichte inhoud van een sterilisatielabel opnoemen.

## 7 GAS STERILISATIEPROCESSEN

### 7.1 Procesvormen

Gassterilisatie kan men onderverdelen in twee processen

- 1 Ethyleenoxidegas sterilisatie.
- 2 Formaldehydegas sterilisatie.

Formaldehydegas sterilisatie wordt niet meer toegepast vanwege de slechte controleerbaarheid en de slechte mogelijkheid tot het 'uitdampen' van het voorwerp. Bovendien is het gas sterk milieuvervuilend en sterk prikkelend op luchtwegen en ogen (spaanplaat affaire).

Vroeger vond men in een ziekenhuis nog wel eens een 'formalinekast' waarin op een vochtig gaas een formaline-tablet lag 'uiteen te vallen'. Eigenlijk stinkt een dergelijke kast alleen maar en van steriliteit of sterilisatie is geen sprake.

Formaldehydesterilisatoren komt men alleen nog tegen in ontwikkelingslanden. De controleerbaarheid van het proces maakt het niet mogelijk een goede kwaliteitscontrole uit te voeren op deze vorm van sterilisatie en er blijven echter problemen met het milieu en de ontgassing na het proces.

### 7.2 Ethyleenoxidesterilisatie

Het ethyleenoxidesterilisatie proces wordt nog wel toegepast bij materialen die geen hoge temperaturen kunnen verdragen en geen stralingssterilisatie kunnen verdragen vanwege biologische veranderingen.

Het ethyleenoxide gas, kortweg etox, is giftig, brandbaar en erg milieuvervuilend. De toepassing van etox neemt af en wordt langzamerhand overgenomen door de veel betrouwbaarder stralingssterilisatie.

#### 7.2.1 Werking

Etox is een giftig gas dat zijn effect op micro-organismen uitoefent door verandering van de DNA/ RNA- moleculen. De werking berust op de alkyl vorming van carboxyl-, hydroxyl-, amino- en amide groepen in de eiwitten. Hierdoor kan het eiwit zijn oorspronkelijke functie niet meer uitoefenen en de cel gaat dood. Dit noemt men het primaire effect.

De enzymen in de celwand hebben ook dergelijke groepen en deze worden ook gealkyleerd. Op deze manier wordt de stofwisseling van de cel aangetast en de cel gaat hieraan dood of wordt inactief. Dit noemt men het secundaire effect.

Het toevoegen van vocht vergroot de werking van het etox.

De genoemde invloeden op de cel zijn al aanwezig bij lage temperaturen. Deze methode leent zich dan ook bij uitstek voor het steriliseren van materialen die temperatuurgevoelig zijn.

Er zijn echter materialen die het gas opnemen en later weer afstaan. Veel kunststoffen hebben deze eigenschap. Weer andere materialen ondergaan een reactie met etox en veranderen zo van structuur en eigenschappen. Ondanks de lage temperatuur zijn dus niet alle materialen geschikt voor deze vorm van sterilisatie.

- Stoffen die etox opnemen en later weer afstaan:

rubbersoorten (ook siliconenrubber)  
kunststoffen.

- Stoffen die door etox chemische veranderingen ondergaan:

water vormt ethyleenglycol

kunststoffen met chloorverbindingen vormt ethyleenchloorhydrine (PVC tubes)

medicijnen

Het steriliseren met etox kan alleen als de uitgangscontaminatie zeer sterk is beperkt. Er mogen niet meer dan tien tot honderd micro-organismen per voorwerp aanwezig zijn.

Dit betekent dat er nooit sprake kan zijn van een overkill proces.

De voorwerpen die met etox moeten worden gesteriliseerd mogen dus maar in beperkte mate met eiwitten in contact zijn geweest (mechanisch fabricageproces) of moeten van tevoren zijn gedesinfecteerd.

De procesparameters hangen sterk af van de condities waaronder wordt gesteriliseerd en van de concentratie van het gas. Bovendien zijn er twee processen, te weten:

- 1 steriliseren met etox onder positieve druk,
- 2 steriliseren met etox onder licht negatieve druk.

Daar de gesteriliseerde materialen belucht moeten worden, is het proces per definitie ongeschikt voor het steriliseren van onverpakt materiaal. Materialen die veel etox opnemen zijn eveneens ongeschikt voor etox sterilisatie. Zij vragen een lange beluchtingstijd.

Voordeel ethyleenoxide sterilisatie:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geschikt voor thermosensibel materiaal.</li> </ul>
Nadelen ethyleenoxide sterilisatie:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• geen overkill mogelijk vanwege beperkte uitgangscontaminatie,</li> <li>• niet voor alle materialen geschikt,</li> <li>• aëratie (beluchting) noodzakelijk, dus niet direct beschikbaar,</li> <li>• milieu- (en operator) onvriendelijk.</li> </ul>

### 7.2.2 Onderdelen van een etox sterilisator

De sterilisatiekamer van een etox sterilisator is te vergelijken met een ketel van een stoomsterilisator. Dit komt omdat er in een etox sterilisator van zowel druk als vacuüm sprake kan zijn.

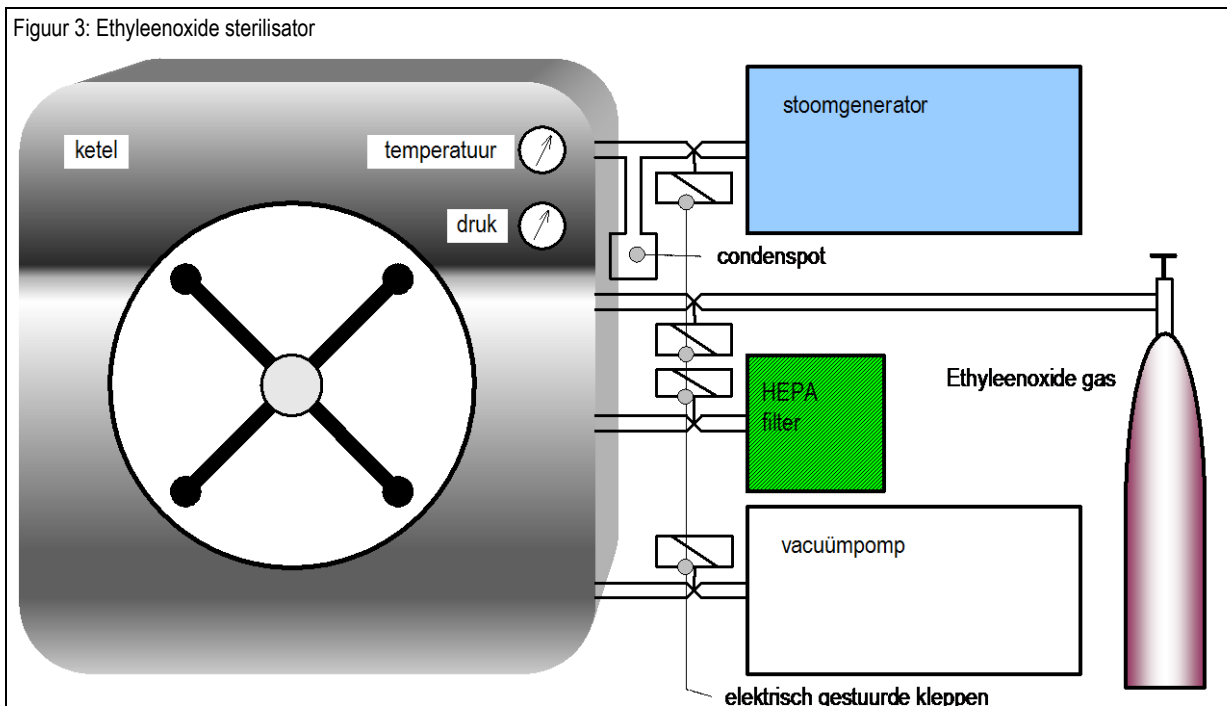
Voor het vacuüm zuigen van de kamer wordt een vacuümpomp gebruikt. Het gas wordt uit een gasfles met stijgbuis via een leiding in de sterilisatiekamer gespoten. Aanvankelijk is het gas dus vloeibaar. De ruimte wordt verwarmd om zo de goede werkingstemperatuur te verkrijgen.

Een goede vochtigheidsgraad verkrijgt men door in de voorbereidingsfase waterdamp vanuit de stoomgenerator toe te voegen.

### 7.2.3 Procesgang

*Het overdrukproces:*

Figuur 3: Ethyleenoxide sterilisator



De ruimte wordt eerst vacuüm gezogen zodat het gas de lading goed kan penetreren. Deze lage druk moet gedurende een bepaalde tijd gehandhaafd blijven om er zeker van te zijn dat er zoveel mogelijk lucht uit de lading is verdwenen.

Nu volgt de bevochtigingsfase. Deze is nodig omdat het etox beter werkt in een vochtige atmosfeer.

Na de bevochtigingsfase stroomt het gas de sterilisatorruimte in, in eerste instantie aangezogen door het vacuüm, maar later tot een hoge druk opgevoerd. Deze druk kan worden gevormd door de druk die in de gasfles heerst. Het instromen van gas gaat door tot er een concentratie van 1200 mg/l is ontstaan.

Bij een procesgang onder druk is deze concentratie voor een goede werking niet noodzakelijk er mogen ook lagere concentraties worden gebruikt. Er moet dan wel worden rekening gehouden met een verlenging van de sterilisatietijd. Een andere mogelijkheid is het gebruik van gasmengsels waarvan slechts een deel uit etox bestaat.

Na afloop van de sterilisatietijd wordt het gas uit de ruimte verwijderd door de ruimte weer vacuüm te zuigen. Via een HEPA filter wordt er nu lucht toegelaten.

Bij materialen die veel etox opnemen, moet het vacuüm zuigen en het lucht toelaten enige malen gebeuren. Dit 'spoelen' bespoedigt het afstaan van etox door die materialen. Bovendien wordt door dit spoelen de achtergebleven hoeveelheid etox zo klein mogelijk. Dit is van groot belang voor de operator; de hoeveelheid etox die hij/zij nog zou kunnen inademen bij het openen van de sterilisatorruimte is dan klein.

Hierna moet de partij nog worden belucht. Hoelang dit duurt is afhankelijk van de opname van etox door het materiaal en afhankelijk van de duur van het contact van het materiaal met het lichaam. Bijvoorbeeld: een pacemaker moet langer geaereerd worden dan een diathermiesnoer ondanks het feit dat het diathermiesnoer meer etox kan opnemen. Het 'luchten' moet wel worden gecontroleerd op effectiviteit.

*Het sub-atmosferisch proces:*

Eerst wordt de ruimte vacuüm gezogen zodat het gas de lading goed kan penetreren. Deze lage druk moet gedurende een bepaalde tijd gehandhaafd blijven om er zeker van te zijn dat er zoveel mogelijk lucht uit de lading is verdwenen.

Nu volgt een bevochtigingsfase. Dit komt het effect van het etox ten goede.

Na de bevochtigingsfase stroomt het gas de ruimte in, aangezogen door het vacuüm. Er wordt voor gezorgd dat deze druk de druk van de buitenlucht niet te boven gaat. Doordat er geen gas de ruimte wordt ingeperst, is het

ook moeilijker om de concentratie van 1200 mg/ l te bereiken. Het proces zal dan ook langer duren dan een overdrukproces.

Er kan ook weer gebruik worden gemaakt van mengsels met etox. De sterilisatietijd wordt dan nog langer.

Na afloop van de sterilisatietijd wordt het gas uit de ruimte verwijderd door deze ruimte opnieuw vacuüm te zuigen. Via een HEPA filter wordt er nu lucht toegelaten.

De rest van het proces is identiek aan het proces bij overdruk.

### 7.3 Controles op het proces

Bij het sterilisatieproces worden tijd, druk, temperatuur en vochtigheidsgraad gecontroleerd. Afhankelijk van de procesvorm moeten een aantal vast ingestelde waarden betreffende druk en temperatuur worden bereikt.

Voor de penetratietest van het gas moet een soort Bowie-Dick test uitgevoerd worden.

#### 7.3.1 Veiligheid

Ethyleenoxidesterilisatie dient gepaard te gaan met strikte veiligheidsmaatregelen.

Voor het bedienen van ethyleenoxide sterilisatoren is dan (ook voor sterilisatie assistenten) een diploma nodig.

Ethyleenoxide is gevaarlijk door de grote giftigheid. Een ruimte waar ethyleenoxide sterilisatoren staan moet dan ook zijn gescheiden van de rest van de ruimten in dat gebouw.

#### 7.3.2 Valideren

Eenmaal per jaar of na een procesbeïnvloedende ingreep, moet de sterilisator worden gevalideerd. In het validatierapport moeten de gaspenetratietest, druk, temperatuur, vochtigheidsgraad en belading worden opgenomen. Denk erom dat de gegevens betreffende de belading betrekking hebben op de uitgangcontaminatie en niet op het gewicht!

#### 7.3.3 Indicatoren

De controle op het proces gebeurt met sporenstrips. Ook nu betekent het weer dat het voorwerp in de machine is geweest en niet dat het aan de binnenzijde van de verpakking ook steriel is!

### 7.4 Slechte werkmethoden

- 1 Werken met een hoge uitgangcontaminatie waardoor de ethyleenoxide sterilisatie ontoereikend wordt.
- 2 Gebruiken van een gasdichte (plastic) verpakking.
- 3 Onvoldoende beluchten van de materialen (slecht voor de 'operator' en slecht voor de patiënt).

### Doelstellingen

De student kan de voor- en nadelen van ethyleenoxide sterilisatie weergeven met betrekking tot het te steriliseren materiaal.

De student kan de werking van het steriliserende medium benoemen.

De student kan de procesgang van ethyleenoxide sterilisatie duiden.

De student kan de functie van de verschillende procesdelen weergeven.

De student kan de controles op het correct functioneren van de sterilisator als geheel weergeven.

## 8 STRALING STERILISATIEPROCESSEN

### 8.1 Procesvormen

Stralingssterilisatie is op dit moment één van de meest gekozen technieken voor het steriliseren van 'thermosensibel' materiaal. Niet alleen thermosensibele materialen maar ook kunnen op deze manier grote partijen te steriliseren voorwerpen relatief goedkoop worden gesteriliseerd.

De straling wekt ionisatie op en dit kan aanleiding zijn tot een chemische verandering in sommige materialen. Sommige plastics worden bros.

Er zijn twee vormen van stralingssterilisatie:

- 1 met ultraviolet licht,
- 2 door middel van gammastraling.

Ultraviolet licht heeft een bacteriedodende werking maar het heeft weinig doordringingdiepte. Wat in de 'schaduw' zit wordt niet gedood.

Voor sterilisatie van voorwerpen komt dan ook alleen gammastraling in aanmerking.

#### 8.1.1 Werking

Bij een gammastraling sterilisatieproces berust de werking op twee pijlers:

1. Aantasting van het genetisch materiaal in de cel.
2. Ionisatie van  $H_2O$  tot  $H_2O_2$  en van  $O_2$  tot  $O_3$ .

De verandering in het genetisch materiaal verstoort de celdeling terwijl  $H_2O_2$  en  $O_3$  structuren in de cel oxideren.

Stralingssterilisatie vraagt nogal omvangrijke apparatuur en een magazijn voor opslag van de artikelen tijdens de controlefase. Het is niet waarschijnlijk dat een op de grond gevallen instrument 'even in de gammasterilisator' gaat.

Voorwerpen die in een gammasterilisator worden gesteriliseerd, zullen dan ook altijd zijn verpakt.

Voordelen van gammasterilisatie zijn:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Minder milieuvervuiling; een 'Kobalt 60' stralingsbron kan opnieuw worden 'opgeladen'.</li> <li>• Geen opname van giftige stoffen door het te steriliseren materiaal.</li> <li>• Geen aeratie nodig.</li> <li>• Er is een overkill proces mogelijk. Het proces is dus geschikt voor hoge uitgangcontaminaties.</li> <li>• Geschikt voor thermosensibel materiaal.</li> <li>• Kan voor voedingsmiddelen (sondevoeding) worden gebruikt, met uitzondering van vetten.</li> </ul>
Nadelen van gammasterilisatie zijn:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• duur bij kleine partijen,</li> <li>• artikelen zijn niet direct na het proces beschikbaar,</li> <li>• er zijn bij sommige materialen chemische omzettingen mogelijk.</li> <li>• er is een omvangrijke installatie noodzakelijk.</li> </ul>

#### 8.1.2 Onderdelen van een gamma sterilisator

De sterilisatorruimte van een gammasterilisator is meestal groot. Er is meer sprake van een kamer dan van een ketel.

In deze kamer worden de te steriliseren voorwerpen gebracht. De wanden van deze kamer zijn van beton met een dikte van één meter of meer. Dit beton absorbeert de straling en werkt als een biologisch schild.

Er bestaan ook gammasterilatoren die volgens een 'lopende bandprincipe' werken. Er wordt dan gebruik gemaakt van de eigenschap dat straling een rechte lijn volgt. Door de sterilisatorruimte toegankelijk te maken via een labyrint, kunnen er wel artikelen naar binnen (zigzag) maar geen straling naar buiten. De voorwerpen worden op een lopende band door het labyrint en daar langs de bron gevoerd.

Na het proces kan de 'klant' het materiaal echter niet zomaar meenemen. Het wordt pas na controle op het proces vrijgegeven. Tot die tijd moet het in een opslagruimte worden bewaard. Een gammasterilisator heeft dan ook altijd een quarantaineruimte.

#### 8.1.3 Procesgang

De voorwerpen worden volledig ingepakt in de sterilisatorruimte gebracht. Deze mogen al in een ompakking zitten omdat de straling een groot doordringend vermogen heeft.

Tijdens het inbrengen van de voorwerpen is de stralingsbron afgeschermd. Dit kan gebeuren door de bron terug te trekken in een betonnen koker of door de bron in de grond te laten zakken en af te schermen met een loden scherm.

Pas als alle personeel de ruimte heeft verlaten wordt de bron in de ruimte gelaten en de doorstraling begint.

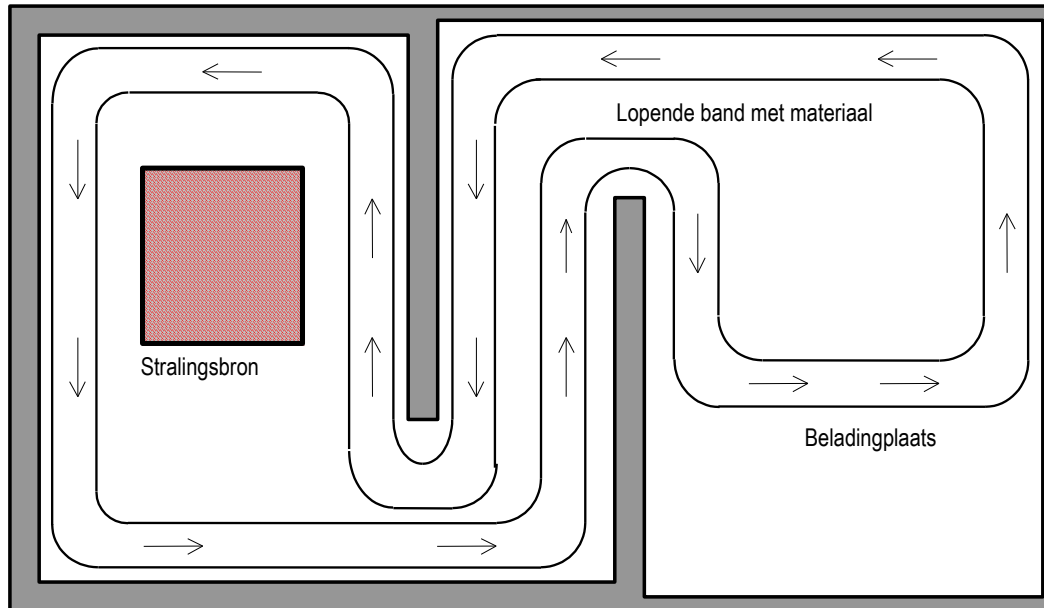
Door op de grootste afstand en achter het slechtst doordringbare deel van de lading de straling te meten, kan de totale stralingsdosis worden bepaald.

Als de sterilisatietijd is verstreken, wordt de bron weer teruggetrokken en afgeschermd. De gesteriliseerde voorwerpen kunnen nu uit de sterilisatorruimte worden verwijderd.

Bij een sterilisator volgens het 'lopende bandtype' wordt ook de stralingsintensiteit gemeten. In dit geval bepaalt de snelheid van de lopende band de sterilisatietijd.

Na sterilisatie wordt het materiaal opgeslagen in de quarantaineruimte. Het blijft hier totdat een micro biologische test negatief is gebleken.

Figuur 4: Labyrint gamma sterilisator.



Dikke betonnen muur (biologisch schild, stralingsafscherming)

## 8.2 Controles op het proces

Omdat de straling wordt gemeten op de grootste afstand van de bron en er wordt gemeten achter de te doorstralen voorwerpen, kan men er vanuit gaan dat 'wat is gemeten er ook doorheen is gegaan'. Dit is niet de enige controle die wordt verricht.

Door gecontamineerde kweekbodems achter elke partij te doorstralen voorwerpen te plaatsen kan het dodende effect worden beoordeeld. Als de kweek geen groei vertoont, is de doorstraling effectief geweest. Men gaat er vanuit dat als de straling de micro-organismen op de kweekbodem heeft gedood deze ook de micro-organismen in de lading heeft gedood.

Het maken van de kweek duurt 24 uur. Totdat de uitslag van de kweek bekend is, moet het materiaal in quarantaine blijven. Bij een negatieve kweek na 24 uur wordt het materiaal als 'steriel' vrijgegeven.

### 8.2.1 Valideren

Doordat er een biologische controle wordt uitgevoerd bij elke partij, wordt elke lading opnieuw gevalideerd. De controle is dan ook erg intensief en vraagt verder geen validatie.

Bij het aanbrengen van een 'verse' bron kan de sterilisatietijd worden bekort omdat deze nieuwe bron intenser straalt. Dit zal automatisch al gebeuren omdat de stralingsintensiteit bij elk proces wordt gemeten.

### 8.2.2 Indicatoren

Er zijn indicatoren die verkleuren als zij door straling zijn getroffen. Deze verkleuring wil echter niet meer zeggen dan dat het voorwerp in een stralingssterilisator is geweest.

## 8.3 Slechte werkmethoden

Bij gammasterilisatie met een overkill proces is het niet snel mogelijk het proces te torpederen. Dit komt door de zeer strenge controle op het proces!

Wat in theorie mogelijk is, is dat bepaalde plastic verpakkingsmaterialen een verandering ondergaan en giftig materiaal worden. Maar dan moet toepassing van deze materialen wel opzettelijk verzwegen zijn voor de firma die de sterilisator beheert, terwijl de controle hierop moet hebben gefaald.

## Doelstellingen

De student kan de voor- en nadelen van gammasterilisatie weergeven met betrekking tot het materiaal.

De student kan weergeven waarop de werking van het steriliserende medium berust.

De student kan de procesgang van gammasterilisatie weergeven.

De student kan de controles op het correct functioneren van de sterilisator als geheel weergeven.

## 9 VLOEISTOF STERILISATIEPROCESSEN

### 9.1 Procesvormen

Vloeistofsterilisatie is een methode die veel wordt gebruikt bij thermosensibele materialen die geen vloeistof opnemen. We zien vloeistofsterilisatie dan ook veel toegepast bij het steriliseren van optieken, vloeistof gevulde koudlicht kabels en flexibele endoscopen.

Voordelen van vloeistofsterilisatie:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• eenvoudig toepasbaar,</li> <li>• geschikt voor thermosensibel materiaal,</li> <li>• zeer breed werkingspectrum.</li> </ul>
Nadelen van vloeistofsterilisatie:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• proces slecht controleerbaar,</li> <li>• verwarring mogelijk in verband met verschillende procestijden voor een zelfde vloeistof afhankelijk van sterilisatie of desinfectie met deze vloeistof,</li> <li>• uitgangcontaminatie moet nauwkeurig bekend zijn - en is dat niet altijd,</li> <li>• sterk milieuvervuilend.</li> </ul>

In het verleden was sterilisatie met formaline-38% de meest gebruikte vorm van vloeistofsterilisatie. Door de prikkelende damp van formaline was het werken hiermee geen pretje. Later kwamen hiervoor glutaraaldehyde of met barnsteenaldehyde in de plaats. Deze middelen worden niet behandeld omdat zij nauwelijks meer worden gebruikt. Alle aldehyden zijn carcinogeen en hun werking en sterilisatietijd is niet goed te bepalen. De procesoperator moet zich bij het werken met deze stoffen beschermen met een gasmasker en dat maakt deze stoffen ongeschikt voor het werken op een operatiekamer.

Bij sterilisatie met aldehyden in open bakken is het dragen van gasmaskers verplicht. Het aantal studies van leerling operatieassistenten aan de opleidingen in Nederland over sterilisatie en desinfectie in aldehyden heeft een hoge vlucht genomen maar gasmaskers komen er niet in voor.

Figuur 5: Persbericht.

ZATERDAG 2 OKTOBER 1993

# Ontsmettingsmiddel kan personeel ziekenhuis schaden

Van onze correspondent  
**HAARLEM** — Een vaak  
gehanteerde methode  
voor het desinfecteren  
van instrumenten voor

**Ook patiënt loopt gevaar door  
slecht gereinigde instrumenten**

Nog bedenkelijker is de opvatting in het artikel over de carcinogeniteit van aldehyden. Een citaat uit het artikel: 'Glutaar-aldehyde staat te boek als **licht** kankerverwekkend.' Dat is net zoiets als 'half steriel' of 'een beetje zwanger'. Alsof kanker ten gevolge van aldehyden wel vanzelf overgaat of minder zeer doet.

Tegenwoordig wordt er meer gewerkt met alcohol 70% voor desinfectie of perazijnzuur voor sterilisatie.

Werking

De werking van perazijnzuur berust op oxidatie van de celwand. Deze celwand wordt aangetast en de cel gaat ten gronde.

Het perazijnzuur zelf is actief, maar ook het waterstofperoxide dat ontstaat bij het uiteenvallen van perazijnzuur is actief, waardoor de werking diep is. Organische belasting van het middel heeft hierdoor niet veel invloed op de werking.

Perazijnzuur splitst zich en is niet stabiel. Door deze splitsing in waterstofperoxide en azijnzuur neemt de werking af. Het waterstofperoxide staat een O atoom af en dit verdwijnt als zuurstof uit de vloeistof. Het perazijnzuur 'ontgast' als het ware en er ontwijkt zuurstof waarbij de concentratie van het perazijnzuur afneemt. Bij sterke veroudering is resistentie mogelijk. Let daarom goed op de vervaldatum.

Let op! Perazijnzuur zowel als het splitsingsproduct waterstofperoxide zijn agressief. Koper en koperverbindingen bijvoorbeeld, oxideren in een dergelijk milieu zeer snel, en mogen dus niet met perazijnzuur in contact komen. Omdat de vloeistof slecht door een verpakking heendringt, komen alleen onverpakte materialen in aanmerking voor vloeistofsterilisatie. Zelfs bioptiekanalen in een scoop vormen al een probleem omdat de vloeistof er niet goed in kan. Als de vloeistof er al inkomt, is er geen stroming zodat de aanwezige eiwitten het perazijnzuur in de kanalen tijdens de oxidatie 'opgebruiken'. Die micro-organismen die nog in leven zijn als het perazijnzuur is 'opgebruikt', ontsnappen zo aan oxidatie.

### 9.1.1 Onderdelen van een vloeistofsterilisator

Hiermee komt een van de voordelen goed uit: een waterdichte bak met deksel. Dat is alles.

### 9.1.2 Procesgang

Reinig en desinfecteer eerst alle voorwerpen die in een vloeistof moeten worden gesteriliseerd! Een lage uitgangcontaminatie is een vereiste.

Leg nu de te steriliseren voorwerpen in de bak en zorg dat zij geheel ondergedompeld zijn. Het gebruik van 'slimmigheidjes' om dit te bereiken bestempelen de operator van het proces tot 'viespeuk'.

Heeft een scoop kanalen dan moeten deze kanalen gedurende het hele proces worden doorspoeld met de vloeistof.

Na twee uur kan het materiaal uit de bak worden gehaald.

Alles moet goed worden afgespoeld met steriel water of een steriele fysiologische zoutoplossing. Dit heeft twee redenen:

- 1 perazijnzuur is etsend voor de patiënt,
- 2 perazijnzuur is sterk corrosief.

## 9.2 Controles op het proces

De perazijnzuur oplossing moet 'vers' zijn en mag niet in de bak worden bewaard.

De sterilisatietijd moet worden gecontroleerd.

Deze geringe controle mogelijkheden op het proces maken het proces zeer onbetrouwbaar!

### 9.2.1 Veiligheid

Perazijnzuur is irriterend voor slijmvliezen. Pas op met het vullen van een bak en pas op als er voorwerpen worden ingelegd. Niet spatten! Denk aan de ogen!

De geringe concentratie van de oplossing maakt het bijna reukloos, maar het waterstofperoxide geeft ook ozon af. Adem de damp niet in. Ga niet met het gezicht boven de bak hangen!

### 9.2.2 Valideren

Omdat het proces zo slecht is te controleren kan er ook moeilijk sprake zijn van validatie. Uitgangcontaminatie, belading, penetratie en sterilisatietijd verschillen per sterilisatieproces. Perazijnzuur geeft een afdoding van > log 8. Dit betekent dat minder dan 1 op de 100.000.000 micro-organismen het overleeft of een levende spore achterlaat. Voor de Duitse wetgeving heet dit sterilisatie. De Nederlandse wetgeving is strenger en vindt dat het alleen steriel is als er geen micro-organisme of levende spore is achtergebleven.

### 9.2.3 Indicatoren

Omdat er geen verpakking is, zijn er verder ook geen proces- of sterilisatorcodes; ook zijn er geen indicatoren.

## 9.3 Methode 'Viespeuk'

- 1 Zorg voor een hoge uitgangcontaminatie.
- 2 Zorg dat er geen perazijnzuur door de kanalen van een scoop stroomt.
- 3 Gebruik 'oud' perazijnzuur.
- 4 Bekort de sterilisatietijd.
- 5 Laat de bak open zodat stof met organische delen er kan invallen.
- 6 Dompel de voorwerpen niet geheel onder maar bedek ze met een gaas met perazijnzuur.
- 7 Spoel de voorwerpen niet af (fijn voor de patiënt).

Veel fabrikanten maken scopen die in de autoclaaf kunnen worden gesteriliseerd. Als dit voorzichtig gebeurt en de scopen worden direct na het steriliseren, als deze nog warm zijn, heel voorzichtig behandeld, dan behoeft hiertegen geen bezwaar te zijn.

Ondanks de moderne middelen blijft de slecht controleerbare vloeistofsterilisatie 'vies'.

## Doelstellingen

De student kan de voor- en nadelen van vloeistofsterilisatie weergeven met betrekking tot het materiaal.

De student kan de veiligheidsregels benoemen die gelden voor het omgaan met steriliserende vloeistoffen.

## 9: Vloeistof sterilisatieprocessen.

De student kan weergeven waarop de werking van het steriliserende medium berust.

De student kan de procesgang van vloeistofsterilisatie weergeven.

De student kan de controles op het correct functioneren van de afzonderlijke procesdelen en op sterilisatie als geheel weergeven.