

## Het steriliseren van instrumenten in de huisartspraktijk\*

### INLEIDING

Het steriliseren van injectiespuiten en -naalden, entpennen, catheters en handschoenen in de huisartspraktijk is niet meer nodig, daar voor zeer redelijke prijzen (steriele) disposables verkrijgbaar zijn. Het eigen instrumentarium zal men echter moeten ontsmetten en men moet zich daarbij afvragen welk doel men wil bereiken: wil men alleen maar het besmettingsniveau verlagen — en dat kan men doen door reinigen, uitkoken en desinfecteren, dus behandelen met een desinfectans — of wil men het besmettingsniveau zo sterk verlagen dat de kans op het achterblijven van een overlevend micro-organisme praktisch gelijk aan nul wordt. In het laatste geval moet men steriliseren, dus die ontsmettingsmethode toepassen die een bepaalde garantie geeft, namelijk dat men geen overlevers meer vindt.

*Ontsmetten door reinigen, uitkoken en desinfecteren.* Reinigen is uiteraard steeds nodig, ook indien men daarna wil steriliseren. Wel moet degene die spuiten en dergelijke schoonmaakt, op zijn hoede zijn voor serum hepatitis ten gevolge van een verwonding. Eerst uitkoken!

Reiniging is niet alleen uit hygiënisch oogpunt noodzakelijk, maar ook omdat sterilisatie wordt belemmerd wanneer door aangekoekte bloedresten micro-organismen worden beschermd tegen de inwerking van warmte. Dit reinigen kan het beste direct na gebruik gebeuren met leidingwater, borstel en zeep. Voor spuiten zijn passende borstels in de handel.

Instrumenten die met etter in aan-

\* Door de werkgroep „Sterilisatie”, bestaande uit G. S. van Dorp, rapporteur en J. Hartog (ad hoc). De werkgroep is veel dank verschuldigd aan Prof. Dr. F. Wensinck, hoofd van de afdeling medische microbiologie van de Erasmus Universiteit te Rotterdam, voor diens commentaar.

raking zijn geweest en die men wil behouden, kan men het beste desinfecteren door afvegen met een 1 procent lysoformoplossing of met MC-905. Vette instrumenten kan men het beste ontsmetten door reinigen met heet water en zeep of met een T-pol-oplossing en daarna uitkoken.

Wil men grondig ontsmetten dan kan men het beste uitkoken in een 2 procent sodaoplossing gedurende 15 minuten. In noodgevallen — wanneer sterilisatie niet mogelijk is — kan men hiermee volstaan. Het is noodzakelijk het uitgekookte instrument direct te gebruiken.

*Sterilisatie.* Bij deze ontsmettingsmethoden wordt een zodanige warmtebehandeling toegepast dat na afloop levende micro-organismen niet op of in het materiaal kunnen worden aangetoond. Sommige warmtebehandelingen geven weliswaar een aanzienlijke verlaging van het besmettingsniveau — en zijn dus goede ontsmettingsmethoden — maar garanderen steriliteit niet. Uitkoken en het flamberen van met spiritus of alcohol bevochtigde schalen en kommen, welke voordelen deze ontsmettingsmethoden ook mogen bezitten, beschouwe men niet als sterilisatie. De beschikbare sterilisatiemethoden worden in het volgende hoofdstuk besproken.

### BESCHIKBARE METHODEN

1. *Verbranden:* Mét het materiaal worden de micro-organismen vernietigd. Bij uitstek geschikt voor het destrueren van gebruikt verbandmateriaal en disposables. Ongeschikt voor de sterilisatie van instrumenten. Resultaat: absolute vernietiging.

2. *Uitgloeien:* Het niet-brandbare materiaal blijft over, de micro-organismen worden vernietigd. Glazen voorwerpen zullen vervormen of springen, metalen voorwerpen zullen

snel oxyderen en stomp worden. Bruikbaar voor sterilisatie van öse en entpennen (jenners, vaccinstyles); deze laatste kunnen enkele keren worden uitgloeid. Resultaat: steriliteit (en roestvorming).

3. *Hete lucht:* De instrumenten worden gedurende lange tijd door hete lucht verwarmd in een zogenaamde hete lucht- of droog-sterilisator. De opwarmtijd is de tijd die nodig is om de sterilisatietemperatuur te bereiken. Deze is afhankelijk van type en vulling van de sterilisator. Een betrouwbare leverancier zal u dit meedelen.

Sinds kort zijn ook voor droge sterilisatoren indicatoren in de handel die van kleur veranderen bij 170° C. Het is daarmee mogelijk de opgegeven opwarmtijd bij verschillende vullingen zelf te controleren. Pas na het bereiken van de temperatuur van 170° C vangt het sterilisatieproces aan. De opwarmtijd is korter bij een sterilisator met ingebouwde ventilator.

De sterilisatietijd is de tijd gedurende welke de in de sterilisator gebrachte materialen aan een temperatuur van 170° C moeten worden blootgesteld om steriliteit te verkrijgen. (Zie bijlage). De benodigde tijd om tot steriliteit te komen is dus: opwarmtijd 1 uur + sterilisatietijd 1 uur = 2 uur.

Nadat de sterilisatie is voltooid, volgt een afkoeltijd die minstens een half uur vordert. De methode is geschikt voor metaal en glas. Ongeschikt voor textiel, rubber en plastic. Sterilisatie in verpakkingsmateriaal is mogelijk (metalen buizen of dozen, metaalfolie). Door oxydatie worden scherpe, niet roestvrije instrumenten tamelijk snel bot. Bij onvoldoende reiniging en/of drogen ontstaan verkleuren en aanslag op de instrumenten (spuiten!). Injectiespuiten moeten 200° C kunnen verdragen; dit is op de spuit aangegeven.

*Voordelen:* betrouwbaar, sterilisatie in verpakkingsmateriaal, mogelijk bruikbaar voor glas en metaal, met uitschakelklok geen toezicht nodig.

*Nadelen:* bot worden van scherpe, niet roestvrije instrumenten, aanslag en verkleuren, geen controle op sterilisatie mogelijk (bijvoorbeeld uitvallen van elektriciteit, toestel is per abuis niet aangezet, enzovoort), niet geschikt voor brandbaar materiaal en vloeistoffen, vastlopen van onvoldoende gereinigde spuitjes, lange sterilisatieduur (twee uur + afkoeltijd).

*Resultaat:* bij goede toepassing: steriliteit.

4. *Autoclaveren:* met stoomsterilisator of autoclaaf. Hiervoor zijn kostbare apparaten nodig. Zij werken met stoom onder overdruk, waardoor temperatuurstijging ontstaat; de stoom heeft een groot indringingsvermogen en is lichter dan lucht. Voor de huisartspraktijk zijn kleine apparaten in de handel, de mogelijkheid tot afzuiging van lucht ontbreekt echter. Ook een goede drukpan (pressure cooker) is bruikbaar, mits deze goed gepakt wordt en niet wordt gebruikt voor holle artikelen (spuitjes en handschoenen). Zie *bijlage*.

Men moet er goed op letten, dat het passende gewicht op het ventiel wordt geplaatst. Men mist namelijk de temperatuurcontrole. Het gebruik van indicatortape is dan ook noodzakelijk. Sterilisatie- en verpakkingsmateriaal: nylonfolie, textiel, afsluitbare dozen of buizen. Bij het steriliseren van holle voorwerpen moet de opening naar beneden zijn gericht. Geschikt voor alle materialen, met uitzondering van de meeste plastics. De bediening is vrij eenvoudig. De voor de huisarts beschikbare apparaten zijn ongeschikt voor injectiespuitjes en -naalden, handschoenen en voorwerpen met klein lumen.

*Voordelen:* bij goede techniek betrouwbaar, snel (sterilisatieproces duurt ongeveer een half uur). De afkoeltijd is korter dan bij de hete

luchtsterilisator. De steriliteit kan worden gecontroleerd met behulp van indicatortape. (Zie *bijlage*).

*Nadelen:* deze methode is niet goed bruikbaar voor injectiespuitjes, -naalden, handschoenen, slangen en dergelijke.

*Resultaat:* materiaal zonder lumen: steriliteit. Instrumenten die in een drukpan zijn gesteriliseerd, blijven vochtig en zijn niet geschikt voor vervoer.

5. *Andere methoden:* sterilisatie door straling wordt op grote schaal toegepast, bijvoorbeeld voor het steriliseren van (verpakte) disposables. Het steriliseren met gassen, in het bijzonder ethyleenoxyde, wordt bijvoorbeeld in ziekenhuizen veel toegepast voor apparatuur die niet tegen warmte bestand is. Deze sterilisatiemethoden, die vanzelfsprekend niet in de huisartspraktijk worden toegepast, worden hier verder buiten beschouwing gelaten. De vroeger in de huisartspraktijk wel toegepaste ontsmetting met behulp van formaldehyde (paraformtableten) is ondeugdelijk.

#### DISPOSABLES (INFORMATIE)

Disposables zijn instrumenten en dergelijke bestemd voor éénmalig gebruik; zij zijn al of niet gesteriliseerd verkrijgbaar.

Verkrijgbaar zijn onder andere injectiespuitjes en -naalden gesteriliseerd, handschoenen (eventueel gesteriliseerd), slijmzuigers en catheters (eventueel gesteriliseerd), mesjes en vaccinostyles (eventueel gesteriliseerd).

*Voordelen:* reinigings- en sterilisatieproblemen vervallen, zekerheid, voorraad, gewichtsbesparing (in visite-uitrusting).

*Nadelen:* hogere aanschaffingskosten (die echter geheel zullen worden gecompenseerd door arbeidsbesparing); noodzaak van opslagruimte.

Voor nadere informatie omtrent de disposables zij verwezen naar het rapport „Het instrumentarium van de huisarts” en de catalogi van de instrumenthandel.

#### SAMENVATTING

1. Men gebruike disposables waar dit maar mogelijk is.
2. Het gebruiksklaar maken van eigen instrumentarium vereist:

A. ontsmetten door uitkoken: geschikt in noodgevallen. Instrument moet direct worden gebruikt. Het is als sterilisatiemethode ondeugdelijk.

B. sterilisatie met hete lucht; de bewerking duurt ongeveer 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> uur.

a. zeer geschikt voor: (kleine) metalen bekkens, (kleine) forceps, chirurgisch bestek, voor zover roestvrij, obstetrisch bestek, met uitzondering van naalden, scharen en messen, glaswerk.

b. matig geschikt voor: scharen, hecht-naalden, mesjes, scherpe lepels en slecht gereinigde spuitjes en naalden (liever disposables!).

c. niet geschikt voor: handschoenen, textiel, hechtmateriaal, rubberartikelen en de meeste plastics.

C. sterilisatie met de autoclaaf; de bewerking duurt 1/2 à 3/4 uur.

a. geschikt voor: (kleine) metalen bekkens, (kleine) forceps, chirurgisch bestek, obstetrisch bestek en specula, glaswerk, scharen, hecht-naalden, mesjes en hechtmateriaal.

b. niet geschikt voor: materiaal met lumen: injectiespuitjes en -naalden, handschoenen, plastics.

#### ADVIES

De Commissie Praktijkvoering adviseert te gebruiken:

1e waar mogelijk: steriel disposable materiaal.

2e voor het steriliseren van het overige instrumentarium:

- a. de hete luchtsterilisator.
- b. de autoclaaf.

*Opmerking:* Het is altijd veel beter instrumenten droog te bewaren dan in een zogenaamde instrumentenvloeistof. Het gebruik daarvan is verwerpelijk, zeker in koorntanghouders en paratus, maar op andere plaatsen eveneens.

## BIJLAGE. THEORETISCHE BESCHOUWING OVER: UITKOKEN, HETE LUCHTSTERILISATIE EN AUTOCLAVEREN.

*Uitkoken.* Aangenomen mag worden dat de meeste micro-organismen, welke zich op het instrumentarium bevinden, na 15 minuten uitkoken zullen zijn gedood. Onder uitkoken moet worden verstaan: het gedurende 15 minuten in kokend water ondergedompeld zijn. Er bestaat geen zekerheid dat alle micro-organismen worden vernietigd; aanklevende sporen zullen deze vorm van ontsmetten vrij zeker overleven. De sporen van pathogene bacteriën (*Clostridium tetani*, *Clostridium perfringens* (Welchii) en *Bacillus anthracis*) overleven het uitkoken echter niet. Het uitgekookte materiaal is nat en in deze toestand niet zonder contaminatie te vervoeren.

Samenvattend kan worden gesteld dat „sterilisatie” door uitkoken slechts toelaatbaar is, indien door omstandigheden geen werkelijke sterilisatie kan worden verkregen.

### HETE LUCHTSTERILISATIE

De bacteriën en sporen die zich op de instrumenten bevinden, zijn niet bestand tegen droge warmte. De overlevingstijd van de micro-organismen neemt met het stijgen van de temperatuur af. Dit proces vordert bij 170° C circa één uur. Het maximumbereik van de in de handel zijnde kleine hete luchtsterilisatoren gaat tot 200° C. Het is derhalve noodzakelijk de sterilisatie steeds bij de hoogste temperatuurinstelling te gebruiken. De sterilisatoren worden met behulp van donkerstralers verwarmd (gewonden weerstandsdraad als van een elektrische straalkachel, die echter niet rood wordt).

Het in de sterilisator gebrachte materiaal kan op temperatuur komen door:

- geleiding: de omgevende lucht is een slechte warmtegeleider;
- convectie: de luchtstroming in een gevulde sterilisator is minimaal;
- straling: de zich in de straling

bevindende instrumenten bereiken de vereiste temperatuur veel eerder dan de zich in de „schaduw” bevindende instrumenten, welke door geleiding de benodigde warmte moeten krijgen toegevoerd.

Uit veiligheidsoverwegingen moet worden aangenomen, dat voor het opwarmen van het te steriliseren materiaal minstens één uur nodig is.

Het sterilisatieproces duurt: opwarmtijd (afhankelijk van type en vulling van de sterilisator) + één uur (de duur van het sterilisatieproces) = 2 uur.

In sommige hete luchtsterilisatoren is een ventilator ingebouwd, waardoor de opwarmtijd aanzienlijk kan worden verkort, daar het warmtetransport nu ook door stroming plaatsvindt. Zoals reeds werd vermeld, verdragen brandbare materialen de temperatuur, zoals die bij dit procédé wordt aangewend, niet. Derhalve kunnen in de hete luchtsterilisator niet worden gesteriliseerd: textiel, hechtmaterialen, plastics, nylon, gummiartikelen, hout en (ampullen met inhoud).

Scherpe, niet roestvrije instrumenten zullen snel bot worden door oxydatie; overwogen kan worden deze zo ver mogelijk van de stralingsbronnen te houden. Metalen en glazen materialen laten zich uitstekend in deze apparatuur behandelen (bekkens, diverse glaswerk en pipetten: droog!, mits goed met gedestilleerd water gespoeld).

Aan het droogsteriliseren dient een zorgvuldige huishoudelijke reiniging vooraf te gaan: bijvoorbeeld op spuiten achtergebleven olieresten polymeriseren tot een bruine massa, waardoor de spuit vastloopt.

Wanneer de sterilisatie beëindigd is, blijven de instrumenten nog geruime tijd heet en zijn dus niet voor direct gebruik geschikt. De sterilisator kan door middel van een schakelklok (looptijd 2 uur!) worden ingeschakeld. De sterilisator schakelt na twee uur uit, zodat men er dus niet op hoeft te wachten.

Een voordeel van deze sterilisatiemethode is dat spuiten en naalden en instrumenten in (geopende) doosjes

kunnen worden gesteriliseerd, welke direct bij het openen van de sterilisator met de mede gesteriliseerde dekseltjes moeten worden gesloten.

Ook zouden de instrumenten in aluminiumfolie kunnen worden verpakt. Helaas ontbreekt een praktische controle op de sterilisatie.

Fouten in de sterilisatie kunnen optreden door:

1. storing in stroomtoevoer (de klok schakelt na twee uur toch uit!).
2. de op de sterilisator aanwezige klok is uitgezet; kinderen en volwassenen in de praktijk!
3. de temperatuurinstelling is veranderd; kinderen en volwassenen in de praktijk!

Het is wenselijk af en toe de thermometerstand en de stand van de temperatuurinstelling te controleren.

Voordat de gesteriliseerde instrumenten kunnen worden gebruikt, moeten ze afkoelen, wat vrij lang duurt (170° C → 20° C).

### AUTOCLAVEREN

Wanneer aan water warmte wordt toegevoerd, zal de temperatuur stijgen tot het kookpunt wordt bereikt. Indien de warmtetoevoer aanhoudt, zal het water verdampen. Geschiedt dit verdampen in een bijna afgesloten ruimte, dan zal, bij gunstige constructie, de waterdamp de in de ruimte aanwezige lucht verdrijven, zodat de ruimte met stoom (water in gasvormige toestand) wordt gevuld. Wanneer de afvoeropening zeer klein is, zal de druk in de ruimte stijgen en daarmee ook de temperatuur van de aanwezige stoom. Is er goed ontvlucht, dan bestaat er een strikt verband tussen druk en temperatuur (*tabel 1*).

Het maken van stoom kost veel energie. Wordt 1 liter water op 100° C gebracht, dan is daarvoor per graad 1 kcal nodig; wordt een liter water van 100° C in stoom van 100° C omgezet dan kost dat ongeveer 540 kcal (verdampingswarmte). Deze warmte (latente warmte) is in de stoom aanwezig en komt onmiddellijk vrij wanneer de stoom condenseert, dus wanneer hij in contact komt met een koud voorwerp. Bij de

condensatie vermindert het volume zeer sterk. Uit 1 liter water van 100° C ontstaat ruim 1600 liter stoom van 100° C: bij condensatie ontstaat uit deze 1600 l stoom weer 1 liter water. Bij condensatie treedt dus een zeer sterke volumevermindering op en dit is de reden dat stoom zeer goed doordringt in (poreuze) voorwerpen.

Schematisch kan de warmtetransmissie als volgt worden voorgesteld:  
 water + warmte (verdampen) → stoom (waarin latente warmte) → water + warmte (vrijkomen van de latente warmte).

Lucht is zwaarder dan stoom en wanneer men de lucht uit een ruimte moet verdrijven, dan moet men zorgen dat de lucht aan de onderzijde kan ontwijken. In de autoclaaf moet hiermee rekening worden gehouden: van holle voorwerpen moet de opening steeds naar beneden zijn gekeerd.

Begrijpelijk is, dat luchtverdrrijving uit opgevouwen handschoenen, slangen, injectiespuiten en -naalden zo wordt belemmerd dat deze voorwerpen alleen in een autoclaaf kunnen worden gesteriliseerd die van een vacuümpomp is voorzien. Lucht belemmert de sterilisatie omdat de stoom onvoldoende kan penetreren (luchtzakken!) met als gevolg onvoldoende opwarming door belemmering der condensatie. De temperatuur in luchtstoommengsels van een bepaalde druk is altijd lager dan die van stoom van dezelfde druk.

Tabel 1 geeft een overzicht van de relatie tussen druk en temperatuur van stoom.

Tabel 1 Verband tussen temperatuur en druk van verzadigde stoom.

Druk in atmosferen overdruk (ato)	Temperatuur in graden Celcius
0	100
1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	127
2	133
2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	138

Er zijn kleine sterilisatoren in de handel (speciaal voor gebruik door huisartsen en tandartsen ontworpen), waarbij de sterilisatiedruk wordt

geregeld met een verzwaard ventiel, zoals wij dat kennen van de pressure cooker. Hierdoor kan de sterilisator op twee temperaturen worden ingesteld, namelijk op een overdruk van ongeveer 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> atmosfeer en op een overdruk van ongeveer 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> atmosfeer.

Uit tabel 2 blijkt, dat er een relatie is tussen de temperatuur en de sterilisatietijd.

Bij de kleine autoclaven wordt de sterilisatietijd door de in de sterilisator aangebrachte hoeveelheid gedestilleerd water bepaald, omdat de ketel uitschakelt als het water ver-

Tabel 2 Gebruikelijke sterilisatietijden bij verschillende temperaturen.

Tijd in minuten	Temperatuur in graden C	Druk in ato
35	115	0,67
15	120	0,96
10	125	1,29
5	130	1,67
4	135	2,09

dampt is (toevoer constant, de tijd niet). Er dient een hoeveelheid van ongeveer 150 tot 300 ml gedestilleerd water in de sterilisatieketel te worden gebracht (onder het te steriliseren materiaal). Door een elektrisch element wordt de sterilisatieketel op temperatuur gebracht, de stoom ontwijkt via het ventiel en condenseert in een condensatievat. Uit het condensatievat kan voor een volgende sterilisatie weer water worden afgetapt.

De verkregen steriliteit kan worden gecontroleerd door gebruik te maken van indicatortape, een kleurloos zelfklevend plakband dat op het te steriliseren materiaal kan worden aangebracht. Wanneer dit plakband met stoom in aanraking is geweest, verschijnen er zwarte strepen op. Materiaal waarvan de indicatortape niet is gekleurd, moet worden beschouwd als niet-gesteriliseerd te zijn.

Doorgaans verdragen rubberartikelen (handschoenen, catheters) geen hoge temperaturen; deze dienen bij een druk van ongeveer 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> atmosfeer te worden gesteriliseerd; textiel,

metaal en glas verdragen veel hogere temperaturen en kunnen bij 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> atmosfeer (ongeveer 138° C) worden gesteriliseerd. Een op de sterilisatie-ruimte aangesloten manometer en een in de sterilisatie-ruimte geplaatste thermometer moeten dus waarden aangeven welke overeenkomen volgens tabel 2. Indien zich op enigerlei wijze nog lucht in de sterilisator bevindt, zal de temperatuur van verzadigde stoom niet worden bereikt, hetgeen uit de thermometerstand zal blijken (tabel 1). Helaas is het praktisch niet goed mogelijk een thermometer zodanig in de sterilisatie-ruimte te plaatsen, dat een juiste temperatuuraflezing is gewaarborgd.

De druk in de sterilisatie-ruimte wordt bepaald door een ventiel dat bij stijgende druk een hoeveelheid stoom uit de ruimte laat ontsnappen, waardoor de druk in de sterilisatie-ruimte, en dus ook de temperatuur, niet boven de waarde, waarop het ventiel is afgesteld, uit kunnen komen.