

Ziekenhuizen

Vernevelaars en verdamper

Dit document mag vrijelijk worden vermenigvuldigd en verspreid mits de Werkgroep Infectie Preventie als auteur wordt vermeld.

Controleer altijd of dit de meest recente versie van de richtlijn is (zie www.wip.nl). De Werkgroep Infectie Preventie acht zich na het verschijnen van een update niet meer verantwoordelijk voor gedateerde versies van de richtlijn.

DISCLAIMER

De geplande revisiedatum van deze richtlijn is verlopen. Dit kan betekenen dat de richtlijn (op onderdelen) niet meer up-to-date is. De gebruiker dient daarom zelf na te gaan of deze richtlijn nog up-to-date is.

Opmerkingen over deze richtlijn ontvangen wij graag via stwip@wip.nl.

Werkgroep Infectie Preventie
p/a Leids Universitair Medisch Centrum
Kamer C7-P-131
Postbus 9600
2300 RC Leiden
T 071 52 66 756
E stwip@wip.nl

Inhoudsopgave

1	INLEIDING	5
2	DEFINITIES	6
2.1	VERNEVELEN.....	6
2.2	VERDAMPEN.....	6
3	VERNEVELEN	6
3.1	ULTRASOON VERNEVELEN	6
3.1.1	Ultrasoon vernevelen met behulp van koppelwater	7
3.1.2	Ultrasoon vernevelen zonder koppelwater	7
3.1.3	Ultrasone vernevelaar met een groot volume	7
3.1.4	Ultrasone vernevelaar met een klein volume.....	8
3.2	JET-VERNEVELEN.....	8
4	INFECTIERISICO BIJ VERNEVELEN	9
5	VEILIG HANDELEN BIJ VERNEVELEN	9
5.1	VERNEVELAPPARATUUR ALGEMEEN	9
5.2	VERNEVELAPPARATUUR MET EEN GROOT VOLUME.....	9
5.3	VERNEVELAPPARATUUR MET EEN KLEIN VOLUME.....	9
5.4	VLOEISTOFFEN.....	9
6	REINIGING EN DESINFECTIE VERNEVELAARS	10
6.1	ALGEMEEN	10
6.2	THUISSITUATIE.....	10
6.3	ZIEKENHUISITUATIE	11
7	VERDAMPEN	11
7.1	TECHNIEK	11
7.1.1	Disposable verdamper	11
7.1.2	Niet-disposable verdamper.....	11
8	INFECTIERISICO BIJ VERDAMPEN	12
9	VEILIG HANDELEN BIJ VERDAMPEN	12
9.1	DISPOSABLE VERDAMPINGSAPPARATEN.....	12
9.2	NIET-DISPOSABLE VERDAMPINGSAPPARATEN.....	12
10	REINIGING, DESINFECTIE EN STERILISATIE VERDAMPERS	13
10.1	DISPOSABLE VERDAMPERS	13
10.2	NIET-DISPOSABLE VERDAMPERS	13
	LITERATUUR	14

1 Inleiding

In deze richtlijn worden maatregelen ter preventie van infecties bij het gebruik van apparaten voor vernevelen en verdampen beschreven. Luchtweginfecties bij de patiënt kunnen enerzijds ontstaan wanneer micro-organismen die in de door vernevelen geproduceerde aerosolen terecht zijn gekomen, worden ingeademd. Anderzijds is besmetting van de patiënt mogelijk door contact met besmette onderdelen van de apparatuur. De besmettingskans kan worden verkleind door toepassing van duidelijke voorschriften betreffende het veilig handelen en het reinigen, desinfecteren en/of steriliseren van de apparatuur.

De vernevelings- en verdampingsapparatuur die in deze richtlijn aan de orde komt, wordt in het ziekenhuis vooral gebruikt op kinderafdelingen, afdelingen voor keel-, neus- en oorziekten, intensive care-afdelingen en afdelingen voor longziekten. Ook wordt de apparatuur in het verpleeghuis en in de thuissituatie gebruikt.

De systemen die voor verneveling of verdamping een onderdeel vormen van beademingsapparatuur of anaesthesie-apparatuur, waaronder de kunstneus, vallen buiten het kader van deze richtlijn.

Ook de verstuivers, die gebruikt worden om geneesmiddelen in poedervorm te kunnen inhaleren, worden in deze richtlijn niet aan de orde gesteld, evenmin als de arbeidshygiënische aspecten van verneveling van geneesmiddelen of andere stoffen.

Deze richtlijn is opgebouwd vanuit het oogpunt van de apparatuur. De gebruiker heeft te maken met een tweetal toepassingsgebieden:

- toediening van medicatie, waarvoor kleinvolume vernevelapparatuur wordt gebruikt,
- luchtbevochtiging, waarvoor bij voorkeur disposable systemen, die gevuld zijn met steriel water, worden gebruikt.

De fabrikant van de vernevelings-of verdampingsapparatuur is verplicht een schriftelijke instructie over het doel, de gebruikswijze en de wijze van reiniging, desinfectie en sterilisatie van de apparatuur mee te leveren [1]. Wanneer chemische desinfectie vereist is, dient de fabrikant ook informatie over het te gebruiken desinfectans te verstrekken [2]. De fabrikant moet ook aangeven hoe vaak een procedure van reiniging en desinfectie en eventueel sterilisatie kan worden uitgevoerd zonder nadeel voor de kwaliteit van de apparatuur. In de paragrafen Reiniging, desinfectie en sterilisatie van respectievelijk vernevel- en verdampingsapparatuur worden de voorwaarden voor reiniging, desinfectie en sterilisatie aangegeven, zodat op grond hiervan kan worden beoordeeld of de instructies van de fabrikant aan de gestelde eisen voldoen.

2 Definities

2.1 Vernevelen

Vernevelen houdt in dat vloeistof - water of opgelost geneesmiddel - in de vorm van kleine druppeltjes aan de lucht of aan een gas(mengsel) wordt toegevoegd. Er ontstaat een nevel of aerosol. De druppelgrootte bepaalt hoe ver de nevel in de luchtwegen kan doordringen. Druppels kleiner dan $5\mu\text{m}$ hebben de potentie door te dringen in de alveoli. Grotere druppels komen niet verder dan de trachea en bronchi. Er bestaan verschillende soorten vernevelaars, waarvan tabel 1 een overzicht geeft.

Tabel 1: Globaal overzicht soorten vernevelaars

Soort vernevelaar	Doel
Ultrasonische vernevelaar met groot volume	bevochtiging, soms toediening van geneesmiddelen
Ultrasonische vernevelaar met klein volume	toediening van geneesmiddelen
Jet-vernevelaar (met bijna altijd klein volume)	toediening van geneesmiddelen

2.2 Verdampen

Verdampen betekent dat vloeistof (in de praktijk alleen water) in dampvorm, dus in de gasfase, wordt aangeboden. Het doel van verdampen is een maximale vochtigheid van de in te ademen lucht te bewerkstelligen. De apparaten worden onderscheiden in disposable en niet-disposable.

Er zijn drie typen verdamper op de markt:

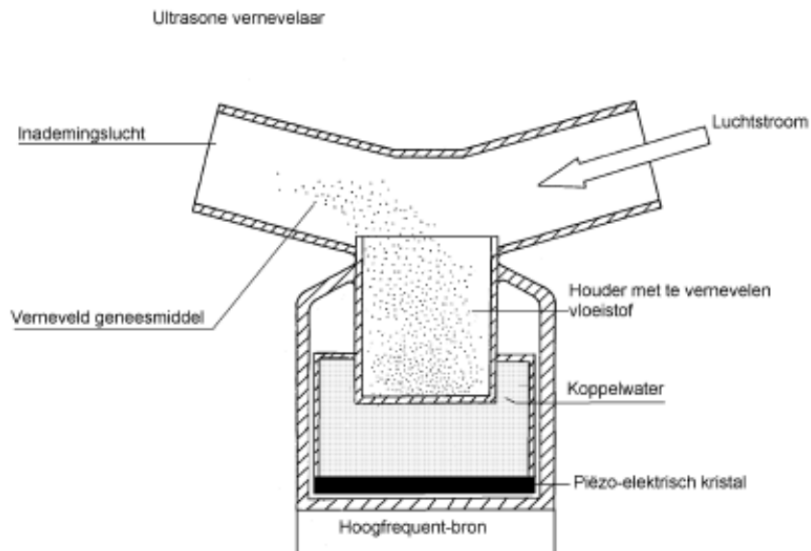
- Bubble diffusion (het belangrijkste type);
- Pass-over (komt al dan niet verwarmd voor);
- Blow-by.

3 Vernevelen

3.1 Ultrasoon vernevelen

Ultrasoon vernevelen werkt door middel van een elektronisch opgewekte hoogfrequente trilling in een kristal, waardoor de te vernevelen vloeistof zodanig in beweging wordt gebracht dat zeer kleine druppeltjes aan de vloeistof ontsnappen en als nevel boven het vloeistofoppervlak blijven hangen.

Ultrasonische vernevelapparaten kunnen disposable onderdelen bevatten, zoals waterfles, slangen, geneesmiddelen cups of mondstukken. In figuur 1 wordt de ultrasone vernevelaar schematisch weergegeven.



Figuur 1 Ultrasonische vernevelaar. Met behulp van een hoogfrequent-bron en een piëzo-elektrisch kristal worden hoogfrequente trillingen aan vloeistof doorgegeven, zodat er met de instromende lucht een nevel ontstaat die in de inademingslucht van de patiënt terecht komt.

3.1.1 **Ultrasonisch vernevelen met behulp van koppelwater**

In deze ultrasonische vernevelapparaat worden trillingen van het kristal, meestal via water, het zogenaamde koppelwater, overgedragen aan een kunststof houder waarin de te vernevelen vloeistof zich bevindt.

Het niveau van de te vernevelen steriele vloeistof kan via een vulsysteem automatisch op peil worden gehouden vanuit een fles of zak.

3.1.2 **Ultrasonisch vernevelen zonder koppelwater**

Dit betreft apparaten waarbij het te vernevelen water of de te vernevelen geneesmiddeloplossing rechtstreeks met het gecoate kristal in aanraking komt.

☞ Het gebruik van deze apparatuur wordt thans ontraden.

De thans (eind 2002) beschikbare ultrasonische vernevelaars zonder koppelwater zijn niet goed te reinigen en te desinfecteren en daarom wordt het gebruik ervan nu ontraden.

3.1.3 **Ultrasonische vernevelaar met een groot volume**

De ultrasonische vernevelaar met een groot volume heeft als regel tot doel de inademingslucht te bevochtigen, maar wordt soms ook gebruikt om aan de luchtwegen geneesmiddelen toe te dienen.

De nevel wordt met een kleine ventilator of met perslucht dat een stoffilter gepasseerd is, of met zuurstof, naar het mondstuk geblazen waar de patiënt de nevel kan inhaleren.

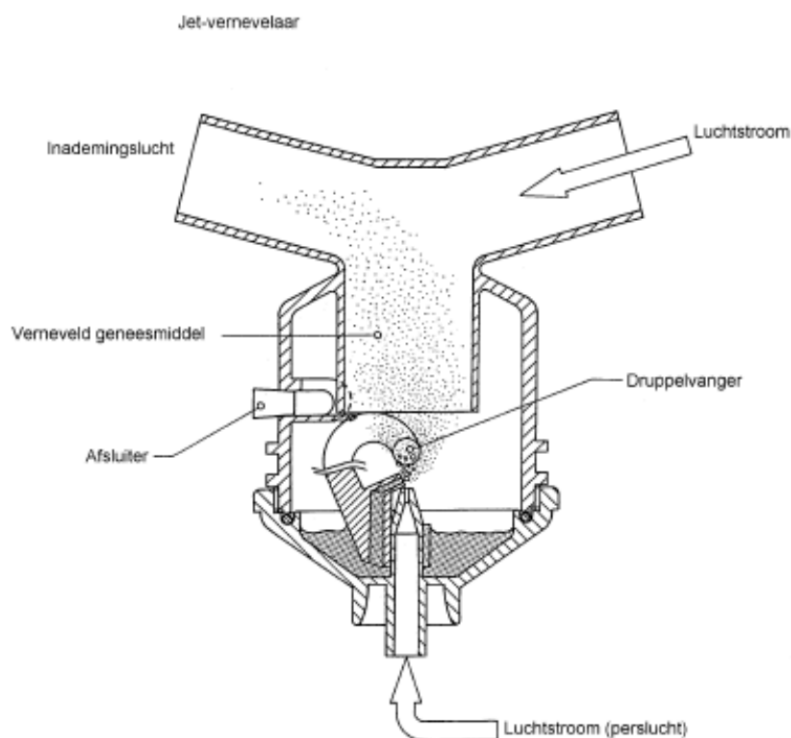
3.1.4 Ultrasonische vernevelaar met een klein volume

De ultrasonische vernevelaar met een klein volume wordt gebruikt om aan de luchtwegen geneesmiddelen toe te dienen.

De nevel wordt door de patiënt zelf via het mondstuk ingeademd. Soms wordt de nevel echter met een ventilator naar het mondstuk geblazen. De druk uit de ventilator is lager dan de druk van de uitademingslucht van de patiënt.

3.2 Jet-vernevelen

Bij de jet-vernevelaar wordt de vloeistof (met opgelost geneesmiddel) door capillaire werking door kanalen rondom het luchtkanaal geleid, waarbij door impulsoverdracht met de luchtstroom druppels ontstaan van verschillende grootte, boven de vloeistof, die met de lucht worden meegevoerd. Door een druppelvanger worden de te grote druppels opgevangen en weer teruggevoerd naar het vloeistofreservoir. De druk van de lucht in het systeem ten gevolge van de werking van de compressor is altijd hoger dan die van de uitademingslucht. Daardoor kan er geen (eventueel besmette) lucht in vloeistofreservoir of geneesmiddelcup teruggeblazen worden. Er kan na gebruik echter wel speeksel teruglopen, waardoor het reservoir kan worden gecontamineerd. In Figuur 2 is een schematisch voorbeeld gegeven van een jet-vernevelaar.



Figuur 2 Jet-vernevelaar. Overgenomen uit Pharm World Sc 2000;22:75-81. Met behulp van perslucht komen druppels vrij. Wanneer de patiënt inademt via het mondstuk, worden fijne druppels met de inademing geïnhaléerd [3].

4 Infectierisico bij vernevelen

Bij onvoldoende in acht nemen van maatregelen ter reiniging, desinfectie of sterilisatie van vernevelapparatuur, is contaminatie van de apparatuur met pathogene micro-organismen mogelijk [4-11]. In de door besmette apparatuur geproduceerde nevel kunnen bacteriën worden aangetoond [5, 7]. Kolonisatie van patiënten en infecties met *Burkholderia cepacia*, *Pseudomonas aeruginosa* en *Legionella* spp zijn beschreven, waarbij vernevelaars als bron fungeerden [6, 12-21].

5 Veilig handelen bij vernevelen

5.1 Vernevelapparatuur algemeen

- ☞ De houder dient pas vlak voor gebruik gevuld te worden.
- ☞ De houder waarin de te vernevelen vloeistof zich bevindt, mag nooit worden bijgevoerd.
- ☞ De houder dient elke 24 uur gereinigd te worden.

Wanneer gebruik wordt gemaakt van een voorgevuld, steriel, disposable systeem mogen de onderdelen gebruikt worden totdat het systeem leeg is. Over het algemeen duurt dit niet langer dan twee dagen.

- ☞ Indien de apparatuur voorzien is van stof- en bacteriefilters, dienen deze volgens voorschrift van de fabrikant te worden vervangen.
- ☞ Van een ultrasone vernevelaar met koppelwater, moet het koppelwater bij elke reiniging worden vervangen.

5.2 Vernevelapparatuur met een groot volume

- ☞ Vernevelapparatuur met een groot volume is persoonsgebonden.

5.3 Vernevelapparatuur met een klein volume

- ☞ Alle onderdelen die met de adem van de patiënt in contact komen, waaronder het masker, het mondstuk, koppelstukken en geneesmiddelscups, zijn persoonsgebonden en worden na afloop van de therapie-periode als afval afgevoerd. Er wordt gebruik gemaakt van een disposable slang.

5.4 Vloeistoffen

- ☞ Het water of de natriumchloride 0,9%, te gebruiken voor het oplossen van geneesmiddelen, dient steriel te zijn en wordt bij voorkeur gebruikt uit een verpakking voor eenmalig gebruik.

Vanwege de geringe hoeveelheid vloeistof wordt bij voorkeur een ampul gebruikt, om de steriliteit te waarborgen. Indien een naald en een spuit worden

gebruikt om het water uit de ampul te halen, mogen deze maar één keer worden gebruikt.

Kraanwater is niet steriel en kan dus niet worden gebruikt [9, 16-19].

- ☞ Flessen steriele vloeistof mogen na opening niet langer dan 24 uur worden gebruikt. Daarom moeten datum en tijdstip van openen op de verpakking worden genoteerd. De vloeistof moet in de koelkast worden bewaard.
- ☞ Geneesmiddelen, zoveel mogelijk te gebruiken uit een éénmalige verpakking, dienen steriel te zijn.
- ☞ Bij gebruik van multi-dose flacons wordt de aangegeven maximale bewaarduur alsmede de bewaarcondities in acht genomen. De datum van aanpakken moet op de verpakking worden vermeld.

6 Reiniging en desinfectie vernevelaars

6.1 Algemeen

Reiniging van de apparatuur heeft ten doel:

- het waarborgen dat de functionaliteit van de apparatuur behouden blijft,
- de noodzakelijke voorbereiding van de apparatuur op desinfectie.

Desinfectie en sterilisatie van de apparatuur hebben ten doel:

- de preventie van overdracht van micro-organismen.

- ☞ Tijdens de procedure worden niet-steriele handschoenen gedragen.
- ☞ Reiniging en desinfectie dienen te worden gevolgd door droging.
- ☞ Onderdelen moeten zodanig geconstrueerd zijn dat reiniging, desinfectie en droging mogelijk zijn.

Met name de mogelijkheid van droging is zeer belangrijk

6.2 Thuissituatie

- ☞ Om ervoor te zorgen dat de apparatuur op de juiste manier kan blijven werken, moet deze in de thuissituatie na ieder gebruik worden afgespoeld met lauw water, voorts gereinigd met een afwasmiddel, gespoeld met warm water en na afloop vooral goed worden gedroogd.

Het al of niet een sopje gebruiken is afhankelijk van het eventueel toegepaste geneesmiddel. Resten van een geneesmiddel kunnen nadelige invloed hebben op de werking van de apparatuur.

Door de fabrikant moet de juiste wijze van drogen worden aangegeven, met name in verband met de aanwezige holle ruimten, waarin geen vocht mag achterblijven.

- ☞ Eénmaal per dag dient de apparatuur te worden gereinigd, gedesinfecteerd met alcohol 70% en aan de lucht te worden gedroogd.

6.3 Ziekenhuissituatie

- ☞ In de ziekenhuissituatie moeten de vernevelaars eveneens na elk gebruik worden afgespoeld met lauw water en vervolgens worden gereinigd, gedesinfecteerd met alcohol 70% en aan de lucht worden gedroogd, of op een alternatieve wijze behandeld volgens aanwijzingen van de fabrikant. Daarbij moet de procedure de stappen reiniging, desinfectie en drogen bevatten.
- ☞ Masker, mondstuk en koppelstukken worden bij één en dezelfde gebruiker dagelijks gereinigd, gedesinfecteerd met alcohol 70% en aan de lucht gedroogd.
- ☞ De disposable slangen van het vernevelapparaat worden dagelijks vervangen.

7 Verdampen

7.1 Techniek

Verdampen kan plaatsvinden door verwarmde of niet verwarmde verdampingsapparatuur.

Verdampingsapparaten zijn te onderscheiden naar volume. Apparaten met een klein volume zijn doorgaans onverwarmd. Apparaten met een groot volume verwarmen de luchtstroom meestal wel.

Er zijn diverse soorten verdampingsapparaten in de handel die gebruik maken van verschillende verdampingsmethoden.

7.1.1 Disposable verdamper

7.1.1.1 Bubble Diffusion

In Bubble diffusion-verdamper wordt het gas geleid tot onder het waterniveau en komt vervolgens al borrelend naar boven. Een eenvoudig voorbeeld hiervan is het borrelflesje onder de zuurstofflowmeter. Een ander bekend voorbeeld is ook de cascade-verdamper, die gebruikt wordt in combinatie met beademingsapparatuur.

7.1.2 Niet-disposable verdamper

7.1.2.1 Pass-over en Blow-by verdamper

Pass-over en Blow-by verdamper zijn niet verwarmde apparaten waarbij het gas over een groot wateroppervlak wordt geleid. Een voorbeeld van een simpel pass-over systeem is het radiatorbakje.

- ☞ Gezien het grote risico op besmetting via dit soort verdamperen mogen deze niet in een ziekenhuis worden gebruikt.

8 Infectierisico bij verdampen

Bij verdamping is sprake van verspreiding van water in de gasfase en niet van druppels of andere partikels waarin of waarop bacteriën verspreid zouden kunnen worden. Besmetting van de longen via het gasmengsel vormt bij verdamping daarom geen risico.

Direct contact met gecontamineerd water en besmette vloeistofreservoirs kan echter een andere besmettingsweg zijn voor de gebruiker van de apparatuur en voor medewerkers. Vele soorten micro-organismen kunnen de verdampingsapparatuur contamineren. De mate van contaminatie is onder andere afhankelijk van de temperatuur van het water, de eventuele aanwezigheid van voedingsstoffen en de gebruiksduur.

9 Veilig handelen bij verdampen

9.1 Disposable verdampingsapparaten

Disposable systemen die gevuld zijn met steriel pyrogeenvrij water kunnen in gebruik blijven tot het water op is en mogen bij meerdere patiënten gebruikt worden.

- ☞ Na iedere patiënt dient de slang te worden vervangen.

9.2 Niet-disposable verdampingsapparaten

Het gebruik van niet-disposable verdampingsapparaten wordt ontraden. Mocht gebruik ervan toch noodzakelijk zijn, dan gelden de onderstaande regels.

- ☞ Het water dat gebruikt wordt voor verdamping dient steriel te zijn. Kraanwater is niet steriel en kan dus niet gebruikt worden.
- ☞ Flessen steriel water worden na openen niet langer dan 24 uur gebruikt. Datum en tijdstip van openen worden op de fles genoteerd.

Wanneer gebruik wordt gemaakt van disposable kant-en-klaar watersystemen, kunnen deze in gebruik blijven tot het water op is.

- ☞ Wanneer bij langdurige bevochtiging gebruik wordt gemaakt van infuussystemen en infuuszakken voor de vloeistoftoevoer, dient het infuussysteem gelijktijdig met de infuuszak te worden vervangen.
- ☞ Bij gebruik van multi-dose flacons wordt de aangegeven maximale bewaarperiode alsmede de bewaarperiode in acht genomen.

10 Reiniging, desinfectie en sterilisatie verdampers

10.1 Disposable verdampers

- ☞ Per patiënt dient de slang te worden vervangen.

Verder hoeft er aan disposable verdampers geen reiniging en desinfectie plaats te vinden.

10.2 Niet-disposable verdampers

Geadviseerd wordt om bij de aanschaf van de apparatuur na te gaan hoe vaak een procedure van reiniging en desinfectie en eventueel sterilisatie kan worden uitgevoerd zonder nadeel voor de kwaliteit van de apparatuur. De fabrikant is verplicht hierover de nodige informatie te geven.

- ☞ De apparatuur wordt altijd na gebruik gereinigd.

Wanneer de apparatuur meermalen per dag, doch uitsluitend voor dezelfde patiënt wordt gebruikt is behalve reiniging na gebruik dagelijkse desinfectie voldoende.

- ☞ Wanneer de apparatuur voor meerdere patiënten wordt gebruikt, dient reiniging en sterilisatie van de apparatuur na elk gebruik plaats te vinden.

- ☞ Tijdens de procedure worden niet-steriele handschoenen gedragen. Na afloop worden de handschoenen uitgedaan en de handen gewassen of ingewreven met handalcohol.

Ook de buitenkant van de apparatuur kan zijn gecontamineerd.

- ☞ De onderdelen van niet-disposable systemen, zoals vochtreservoirs, dompelbuis en bruiskop, moeten dagelijks huishoudelijk worden gereinigd zonder reinigingsmiddel en daarna geautoclaveerd en droog en stofvrij worden weggezet.

- ☞ Wanneer het materiaal niet tegen regelmatige sterilisatie bestand is, verdient het gebruik van disposable systemen de voorkeur.

Literatuur

1. Gemeenschappen, E., *Medische hulpmiddelen*. Publicatieblad v.d. Europese Gemeenschappen, 1993. **Richtlijn 93/42 EEG van de Raad ISSN 0378-7087**(14 juni).
2. W.I.P., *Desinfectie en sterilisatie*. Richtlijn nr. 3b, 2002.
3. Le Brun, P.P.H., et al., *A review of the technical aspects of drug nebulization*. Pharm World Sc, 2000. **22**: p. 75-81.
4. Vassal, S., R. Taamma, and N. Marty, *Microbiologic contamination study of nebulizers after aerosol therapy in patints with cystic fibrosis*. AJIC, 2000. **28**: p. 347-51.
5. Parlevliet, G.A., H.H.M. Meester, and J.G.M. Koeleman, *Contaminatie van de ultrasone vernevelaar DV-99*. THIP, 1996. **1**: p. 11-16.
6. Burdge, D.R., E.M. Nakielna, and M.A. Noble, *Case-Control and Vector Studies of Nosocomial Acquisition of Pseudomonas Cepacia in Adult Patients with Cystic Fibrosis*. Inf Contr and Hosp Epidemiol., 1993. **3**: p. 127-130.
7. Bergsma, W., *Inhalatie-therapie*. THIP, 1990. **5**: p. 135-138.
8. Chatburn, R.L., R.R.T. Marvin D Lough, and J.D. Klinger, *An In-Hospital Evaluation of the Sonic Mist Ultrasonic Room Humidifier*. Respiratory Care, 1984. **29**(9): p. 893-899.
9. Zuravleff, J.J., et al., *Legionella pneumophila Contamination of a Hospital Humidifier*. Am Rev Respir Dis, 1983. **128**: p. 657-661.
10. Hamill, R.J., E.D. Houston, and P.R. Georghiou, *An Outbreak of Burkholderia (Formerly Pseudomonas) cepacia. Respiratory Tract Colonization and Infection Associated with Nebulized Albuterol Therapy*. Ann Intern Med, 1995. **122**: p. 762-766.
11. Ramsey, A.H., P. Skonieczny, and D.T. Coolidge, *Burkholderia cepacia lower respiratory tract infection associated with exposure to a respiratory therapist*. Inf Contr Hosp Epidemiol., 2001. **22**(7): p. 423-426.
12. Reboli, A.C., R. Koshinski, and K. Arias, *An Outbreak of Burkholderia cepacia Lower Respiratory Tract Infection Associated with Contaminated Albuterol Nebulization Solution*. Inf Contr Hosp Epidemiol, 1996. **17**: p. 741-743.
13. Cobben, N.A.M., M. Drent, and M. Jonkers, *Outbreak of severe Pseudomonas aeruginosa respiratory infections due to contaminated nebulizers*. J of Hosp Infect., 1996. **33**: p. 63-70.

14. Yamagishi, Y., J. Fujita, and K. Takigawa, *Clinical Features of Pseudomonas cepacia Pneumonia in an Epidemic Among Immunocompromised Patients*. Chest, 1993. **103**: p. 1706-1709.
15. Takigawa, K., J. Fujita, and K. Negayama, *Nosocomial Outbreak of Pseudomonas cepacia Respiratory Infection in Immunocompromised Patients Associated with Contaminated Nebulizer Devices*. Kansenshogaku Zasshi, 1993. **67**(11): p. 1115-25.
16. Mastro, T.D., B.S. Fields, and R.F. Breiman, *Nosocomial Legionnaires' Disease and Use of Medication Nebulizers*. The Journal of Inf Diseases, 1991. **163**: p. 667-671.
17. Woo, A.H., A. Goetz, and V.L. Yu, *Transmission of Legionella by Respiratory Equipment and Aerosol Generating Devices*. Chest, 1992. **102**: p. 1586-90.
18. Kaan, M.J.A., A.M. Simoons-Smit, and D.M. MacLaren, *Another source of aerosol causing nosocomial legionnaires' disease*. Journal of Infection, 1985. **11**: p. 145-148.
19. Arnow, P.M., T. Chou, and D. Weil, *Nosocomial Legionnaires' Disease Caused by Aerosolized Tap Water from Respiratory Devices*. The Journal of Inf Diseases, 1982. **146**(4): p. 460-467.
20. Moffet, H.L. and D. Allan, *Colonization of Infants Exposed to Bacterially Contaminated Mists*. Amer J Dis Child, 1967. **114**: p. 21-25.
21. Joly, J.R., P. Déry, and L. Gauvreau, *Legionnaires' disease caused by Legionella dumoffii in distilled water*. CMAJ, 1986. **135**: p. 1274-1277.