

Vernevelen

Door: Jan van de Rakt. *

■ Inleiding

Zoals bekend is de luchtvochtigheid van invloed op het functioneren van de mens. Iedereen weet dat er irritatie kan optreden van huid, ogen, neusslijmvlies, mond (de lippen vooral) en de mondholte als in de winter de luchtvochtigheid daalt ten gevolge van vorst. Bij patiënten met longaandoeningen komt daar nog benauwdheid bij omdat het resterende longweefsel is aangetast of minder goed functioneert.

Aangezien er in verpleeghuizen veel patiënten verblijven die direct of indirect een verminderde long- functie hebben is onderzoek naar de relatieve vochtigheid en het verloop daarvan belangrijk.

Vanaf 1990 tot 1993 heb ik wekelijks de relatieve vochtigheid op de verschillende afdelingen van ons verpleeghuis gemeten en ben tot de conclusie gekomen dat deze ongelooflijk veel variatie vertoonde.

Samen met de staf heb ik geprobeerd effectief grip te verkrijgen op deze relatieve vochtigheid door het plaatsen van vernevelaars op de afdelingen.

Tegelijkertijd zijn wij op zoek gegaan naar apparatuur voor individuele verneveling, die in staat zou zijn om in een korte tijd effectief iets aan de te lage relatieve luchtvochtigheid in en rond het long- weefsel te doen.

■ Fysiologie

De luchtverplaatsing in het long- weefsel is hoorbaar. Het beluisteren en palperen van de longen is een belangrijk onderdeel van het onderzoek bij patiënten met longpathologie. Natuurlijk is dit niet het enige diagnosticum maar het is redelijk effectief als het gaat om de eerste indruk en het geeft een indicatie hoe de klachten fysiotherapeutisch te behandelen zijn.

Vaak ga je op zoek naar ingedikt sputum. Het is belangrijk om na je behandeling, met bij voorbeeld vernevelen, vast te kunnen stellen of het gewenste effect ook inderdaad heeft plaatsgevonden. Herkennen van pathologie en verandering daarin, middels palpatie of door luisteren met een stethoscoop, is dus essentieel om effectief bezig te kunnen zijn met longpathologie.

We kunnen onder andere de volgende longgeluiden onderscheiden (Gaskell en Webber 1980):

- Crepitaties: dikwijls beperkt tot de inspiratie, je hoort of voelt de explosieve egalisatie van de gasdruk en het borrelen van secret in de luchtwegen. Crepitaties treden op bij ziekten als bronchitis, bronchiectasieën en longoedeem. Ze verdwijnen bij hoesten of verplaatsen zich.
- Pleurawrijven: is gelokaliseerd en verdwijnt niet bij hoesten.
- Wheezes, muzikale longgeluiden:
het betreft hier lucht die door vernauwde luchtwegen gaat die op het punt staan te collabereren. Het eerst te horen gedurende de inspiratie als de luchtwegen rauwer en korter worden.
- Stridor: luid muzikaal geluid in de larynx of trachea, hetgeen wijst op een obstructie in dit gebied.
- Geen geluid: zou kunnen betekenen dat dit gedeelte niet deel neemt aan de luchtstroom, dus dat er sprake is van een atelectase.

Mucus

De gasuitwisseling tussen de lucht en het bloed vindt plaats ter hoogte van de alveoli. De uitwisselingsfunctie kan echter sterk beperkt raken als er aanslag of slijm op de alveoli ligt.

We moeten dus weten wat dat slijm (mucus) is (1) en hoe het longweefsel dit onder controle houdt (2).

1) Mucus is een macroscopisch heterogene substantie. Na centrifugatie verkrijgt men een vloeibare bovenlaag, welke bedekt is met schuim, en een waterige onderlaag. De bovenlaag is rijk aan surfactant. Het onderste gedeelte van de bovenlaag bestaat voornamelijk uit een fibrillaire geleachtige laag.

In de waterige onderlaag worden proteïnen en glucoproteïnen uit capillaire transudatie aangetroffen.

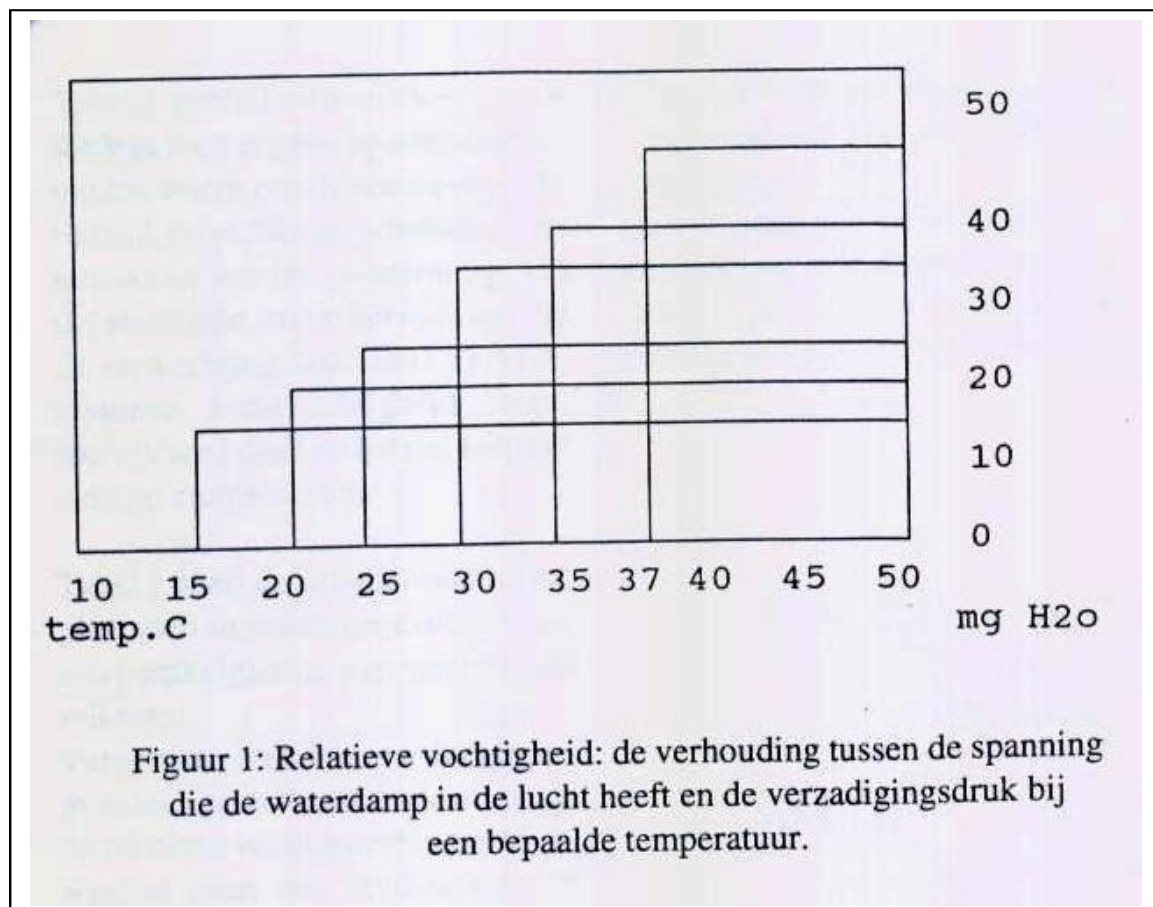
Mucus wordt geproduceerd door de tracheo- bronchiale klieren, de kelkvormige cellen en verschillende andere mechanismes zoals transudatie en celafbraak.

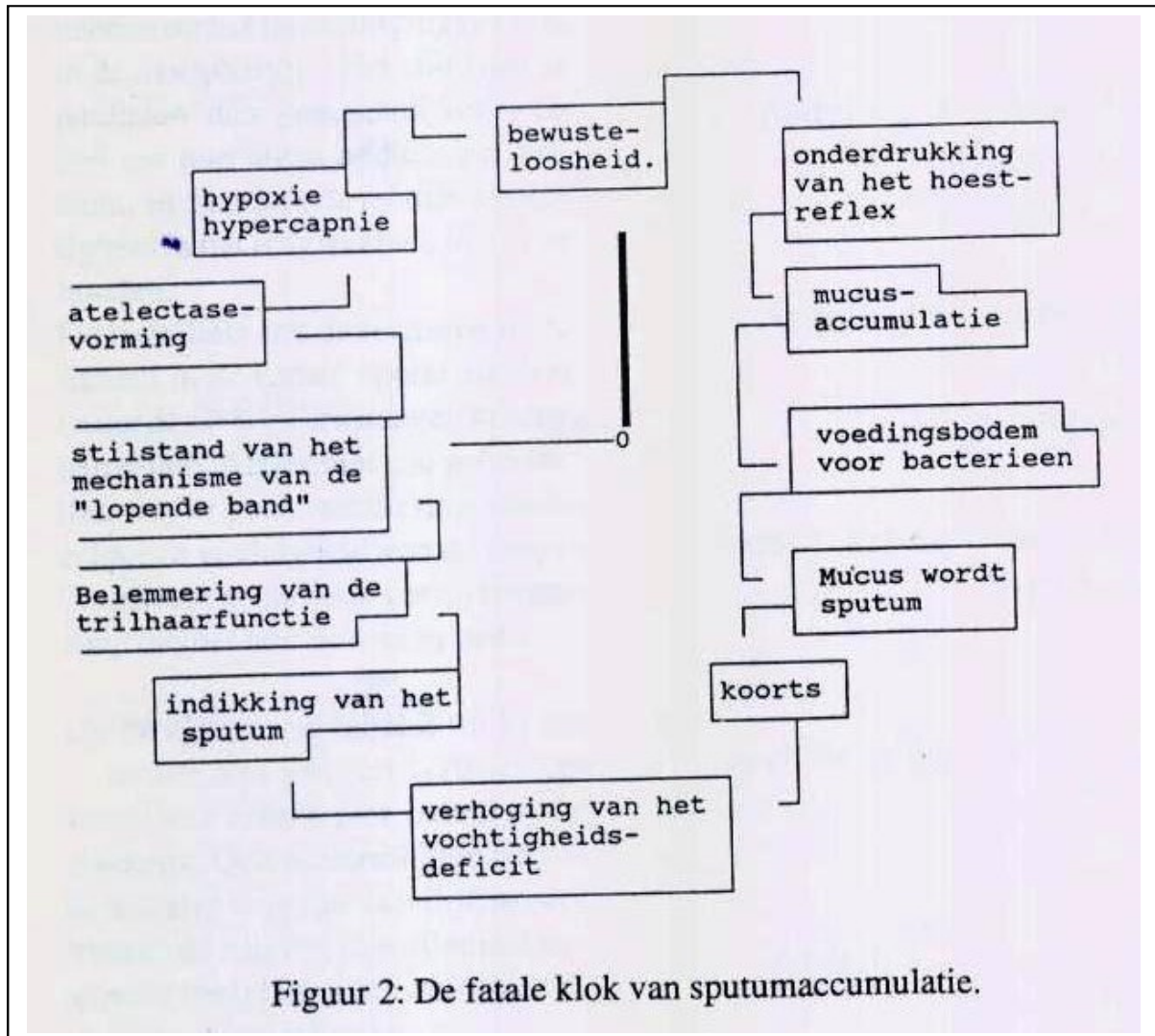
2) Normaal kan een volwassene onder fysiologische omstandigheden ongeveer 100-150 ml. mucus per dag ophoesten.

Belangrijk hierbij is de vochtigheid.

Relatieve vochtigheid

Ingeademde lucht bevat bij een temperatuur van 20 graden C buiten de mond/neusholte gemiddeld 10-25 mg/l waterdamp. Bij inademing via de neus wordt dit ter hoogte van de larynx verhoogd tot een temperatuur van 32-34 graden C en een watergehalte van 33mgfl. Bij inademing via de mond is dat respectievelijk 31 graden C en 26 mgJl. Als de lucht tenslotte de alveoli bereikt, dan bedraagt de temperatuur 37 graden C en is het watergehalte 43,4 mgJl (zie figuur 1).





Additionele gebied

Het additionele water wordt toegevoegd in de tracheo- bronciaalboom. Bij uitademing vindt een waterverlies plaats van 28 -33 mgfl.

Essentieel blijkt hier de functie van de tracheo- bronchiaal boom (additionele gebied) om de lucht te bevochtigen (Bruins-Stassen 1987). Een gezond persoon kan via dit mechanisme enorme verschillen in vochtigheid compenseren. Als echter de normale drainage van de bronchi vermindert, wordt ook het vermogen van de long om een deficit aan longvocht te compenseren sterk verlaagd.

Wat dan ontstaat is door Prof. Z. Kalenda beschreven als de fatale klok van sputumaccumulatie (Fig. 2) (Kalenda 1980).

Gevolgen van een te lage relatieve vochtigheid van de long

Als er een vochtigheidsdefecit in de longen ontstaat zal de mucus indikken (zie figuur 2). Dit kan leiden tot afsluiting van alveoli of erger. Profesor Kalenda wees echter nog op een ander belangrijk punt: als de relatieve vochtigheid in de buitenlucht onder 70% daalt en het additionele water is niet voorhanden, dan daalt de vochtigheid in het long- weefsel zo dramatisch dat naast het indikken van de mucus ook het vervoersysteem stopt met zijn werking. Met andere woorden: als de vochtigheid in het longweesel te laag is dan zal het trilhaarepitheel ophouden met bewegen en verstarren. Dit legt een groot gedeelte van het transportsysteem lam.

Gaskell en Webber geven aan dat een relatieve vochtigheid onder 50% een verlies van trilhaarfunctie geeft van 50%. Bij aanwezigheid van longpathologie is het dus essentieel om te proberen de relatieve vochtigheid van de omgeving tussen 50 en 70% te houden. Besef dat een relatieve vochtigheid boven de 70% fantastisch lijkt maar ook een prima voedingsbodem voor micro- organismen kan zijn (Welling 1993).

Samenvattend

Onder normale omstandigheden zorgen de nasopharynx (75%) en de larynx(25%) voor het additioneel water. Is dit gebied niet in staat hierin te voorzien dan zal dit water van buiten moeten komen.

Als de relatieve vochtigheid van de buitenlucht te laag is dan komen deze patiënten in grote problemen door indikldng van de mucus en door verlies van trilhaarfunctie.

■ Effect van ruimtevernevelaars

Gedurende drie jaar werd met een geijkte hydrometer op vier verschillende afdelingen de relatieve vochtigheid gemeten.

Afdeling 1	onder 50%: 17 weken
	boven 70%: 6 weken
	De laagste waarde was in februari: 31%
Afdeling 2	onder 50%: 26 weken
	boven 70%: 3 weken
	De laagste waarde was in februari: 29%
Afdeling 3	onder 50%: 33 weken
	boven 70%: 1 week
	De laagste waarde was in februari: 28%
Afdeling 4	onder 50%: 26 weken
	boven 70%: -
	De laagste waarde was in februari: 37%

Tabel 1: Relatieve vochtigheid in weken. De afdelingen liggen etagegewijs boven elkaar.

Tabel 1 geeft de situatie weer zoals die was toen er geen aparte voorzieningen waren om de relatieve vochtigheid te verbeteren, behalve waterbakken aan de verwarming. Uit de tabel blijkt dat op het moment dat de verwarming maximaal werkt

de relatieve luchtvochtigheid ongelooflijk snel daalt en herstel laat dan lang op zich wachten

Afdeling 1	onder 50 %: 22 weken
	boven 70 %: 6 weken
	De laagste waarde was in januari: 28%
Afdeling 2	onder 50% :29 weken
	boven 70% : -
	De laagste waarde was in januari: 25%
Afdeling 3	onder 50%: 35 weken
	boven 70%: 1 week
	De laagste waarde was in januari: 23%
Afdeling 4	onder 50%: 29 weken
	boven 70%: -
	De laagste waarde was in januari: 27%

Tabel 2: Relatieve vochtigheid in weken na het plaatsen van vernevelaars op de afdelingen. De vernevelaars werden afgezet als de waarden rond de 70 % lagen.

Tabel 2 geeft de situatie weer na het plaatsen van watervernevelaars met een partikelgrootte van meer dan 40 mikron.

Vernevelen met deze partikelgrootte oefent geen direct invloed uit op de relatieve vochtigheid in het long- weefsel maar zou invloed kunnen hebben op het bevochtigingssysteem in de nasopharynx. Het zou voor de patiënten dan gemakkelijker worden om hun eigen additioneel systeem, en daardoor de relatieve vochtigheid in heongweefse1, op peil te houden.

De installatie zou de relatieve vochtigheid in de kamer vooral als deze onder de 40% kwam moeten kunnen aanvullen. Als dit niet zou gebeuren dan was er geen verbetering van de relatieve vochtigheid van de omgevingslucht en dus ook geen verbetering van het additioneel systeem.

Uit de cijfers van tabel 2 blijkt dat er sprake was van een verbetering. Deze was echter niet overal even duidelijk. Ook de verschillen per afdeling zijn voor ons moeilijk te verklaren: de ruimtes zijn allemaal nagenoeg hetzelfde en er werd dezelfde apparatuur gebruikt.

Toen het jaar daarop de ruimtes vergroot werden, was het effect van de vernevelaars nihil.

Samenvattend:

Er is in instituten een vrij grote periode waarin de centrale verwarming brandt. In deze periode kan de relatieve vochtigheid ongelooflijk snel en langdurig dalen. Het duurt vrij lang voor de relatieve vochtigheid zich weer herstelt. Deze periode valt juist als de patiënten toch al een grote gevoeligheid hebben voor ziekten (of moet ik de relatieve vochtigheidsdaling als een van de redenen voor de weerstandsdaling zien?).

Beïnvloeden van de relatieve luchtvochtigheid met apparatuur is mogelijk maar dit moet goed berekend worden anders is het rendement zeer mager.

■ Veranderingen in de long- fysiotherapie

De laatste tien jaar is er nogal wat veranderd in de longfysiotherapie. Was het tien jaar geleden vooral tapotage met houdingsdrainage en ademhalingstechnieken, tegenwoordig ligt de nadruk op het versterken van de uitademing waardoor het longweefsel zijn optimale clearance verkrijgt.

Tapotage wordt eigenlijk niet meer direct toegepast omdat bewezen is dat het nut hiervan minimaal is en het zelfs gecontraïndiceerd blijkt te zijn. Als indirecte therapie om de borstkas te ontspannen en zo beter te kunnen ademen heeft het nog een beperkte toepassingsmogelijkheid. Dat deze wijziging plaats heeft kunnen vinden heeft vooral te maken met de ontdekking van de alternatieve luchtcirculatie, bestaande uit de verbindingen van Martin en Lambert en de poriën van Cohn. Deze alternatieve verbindingen zullen zich alleen openen als de druk in de long veel hoger wordt dan de normale longdruk. Via technieken als positieve expiratory pressure (P.E.P) is het dan mogelijk om achter de slijmprop te komen en zo, via de ademhaling, de longen te "cleanen" (Verboon en Sterk, Tonessen en Strovring 1987). Tevens kwam aan de orde dat slijm zodanig qua samenstelling moet zijn dat het transportabel is en dat het eigen vervoersysteem dient te functioneren. Als aan deze voorwaarden niet wordt voldaan zal de klacht steeds recidiveren.

Ook hier blijkt dus dat de relatieve vochtigheid een wezenlijk item is om de longclearance te kunnen bereiken.

■ Individueel vernevelen

Als we niet in staat zijn om de ruimte waarin de patiënten moeten leven zodanig te maken dat de relatieve vochtigheid optimaal is en de patiënt is niet in staat dit te compenseren dan loopt de longfunctie gevaar. Maar zelfs als we in staat zijn om de ruimte qua relatieve vochtigheid optimaal te maken, dan nog loopt de longfunctie gevaar als de patiënt niet in staat is de lucht optimaal 'vochtig te houden. Steeds zal een onvoldoende relatieve vochtigheid in de longen tot gevolg hebben dat de longfunctie gevaar loopt omdat het slijm indikt en het transportsysteem (trilhaarepitheel) lam gelegd wordt. Individueel vernevelen kan in zo'n situatie geïndiceerd zijn.

Indicaties

Individueel vernevelen heeft een zeer brede indicatie:

- Het stimuleren van herstel van het nasopharyngealeflaryngeale gebied, zodat de patiënt in staat is zelf de binnenkomende lucht te voorzien van voldoende vocht. Hierbij kunnen we denken aan de patiënten die geïntubeerd zijn of een sonde dragen. Deze patiënten zijn niet in staat om genoeg vocht vast te houden doordat de open mond hun keel uit- droogt of omdat ze niet kunnen slikken en zo onvoldoende vocht binnen krijgen.
- Als de relatieve vochtigheid in de omgevingslucht onvoldoende is en de patiënt kan

dit niet middels zijn additioneel systeem compenseren.

- Bij periodes van sterke temperatuurstijging van de patiënt (koorts). Koorts heeft een negatieve invloed op het vermogen om de binnenkomende lucht optimaal te bevochtigen.

- Om therapie ter bevordering van sputum evacuatie kans van slagen te geven. Het kan zijn dat door het vernevelen de slijm massa weer beweeglijk wordt en door het lichaam zelf verwijderd kan worden (hoesten). Ook technieken om achter de slijmprop te komen (F.E.T, P.L.B, P.E.P) kunnen met meer succes gebruikt worden als de slijmprop beweeglijk is en het trilhaarepitheel functioneert.

- Bij patiënten met longaandoeningen, zeker als deze langdurig beademd worden. Ook al wordt de zuurstof bevochtigd, toch verliezen deze mensen veel vermogen om de lucht adequaat op het juiste vochtigheidsniveau te houden.

- Bij patiënten met een slechte vochtbalans. Deze zijn niet in staat om de lucht adequaat te bevochtigen.

- Bij patiënten met een hoge flow. Als er namelijk een flow is die hoger is dan 20 l/m dan wordt de contact tijd om warmte en vocht uit te wisselen te klein.

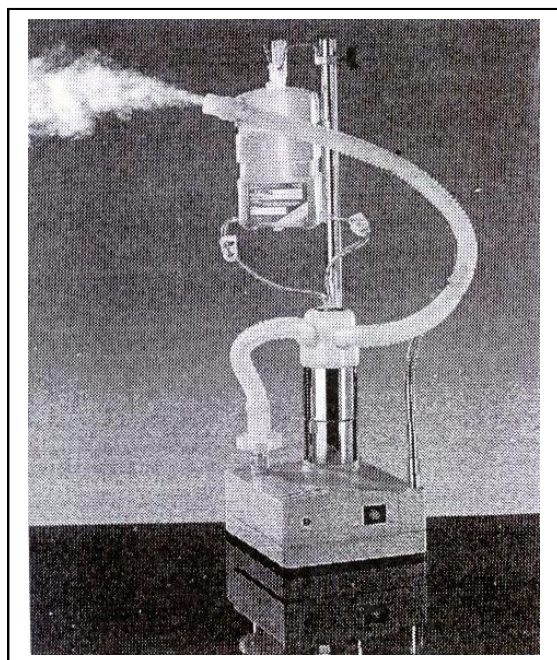


Foto 1; Ultra sonore vernevelaar, partikelgrootte rond de 1 micron , waarbij er geen luchtverwarming optreedt van lucht.

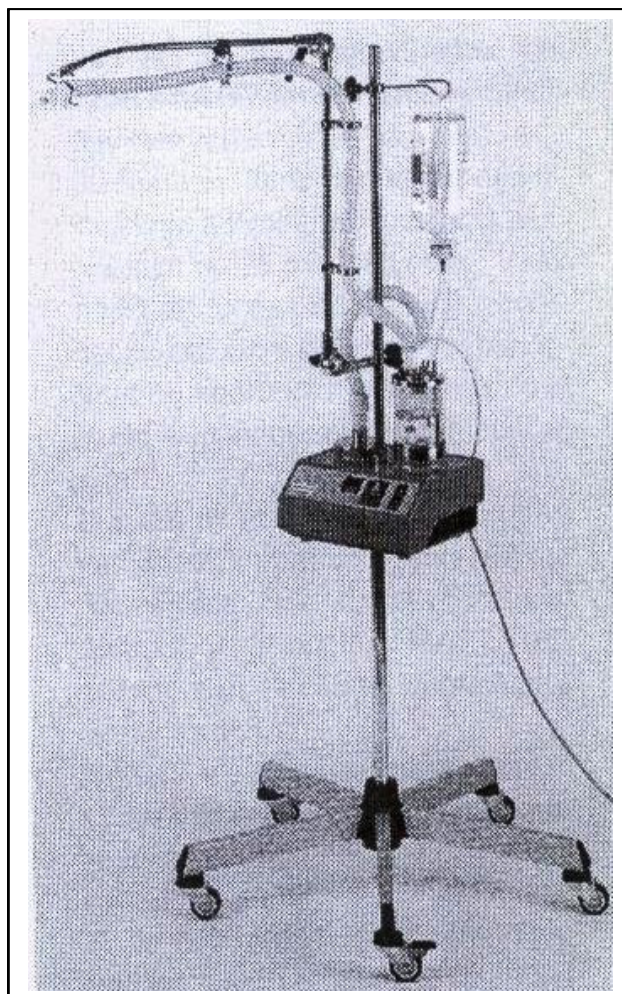


Foto 2; Ultra sonore vernevelaar; ook hier is de partikelgrootte rond de 1 micron, maar wordt de lucht verwarmd. Dit leidt tot grote verzadiging van de lucht met H₂O (zie tabel 1)

Partikelgrootte

Belangrijk is nu te weten welke vernevelaar het beste ingezet kan worden. Essentieel is daarbij de partikelgrootte die de vernevelaar produceert. Deze grootte bepaalt welk gedeelte van het longweefsel effectief verneveld wordt.

- Zijn we alleen van plan om effectief te zijn in het additionele gedeelte dan mag de partikelgrootte meer dan 40 mikron zijn.
- Als we op trachea niveau willen inwerken dan moet de partikelgrootte rond de 35 micron (1/1000mm) liggen.
- Moeten we effectief zijn in het bronchus gebied dan moet de partikelgrootte ongeveer liggen rond 2-3 micron. Willen we sputum effectief en snel qua viscositeit verbeteren dan is deze grootte effectief.
- Willen we op alveolus niveau actief zijn dan moet de partikelgrootte rond 1 micron liggen. Om deze laatste partikel grootten te kunnen halen, hebben we een ultra sonore vernevelaar nodig.

Verwarmd vernevelen

Verwarmd vernevelen heeft als voordeel dat de lucht qua temperatuur gelijk is aan het longweefsel. Hierdoor is het mogelijk om meer vocht toe te dienen dan bij onverwarmd vernevelen.

Als we onverwarmd vernevelen zal er, bij uitval van het additionele systeem, een verval optreden in de relatieve vochtigheid. Zoals blijkt uit tabel 1 kan warme lucht meer vocht bevatten dan koude lucht. Als er bij 20 graden C 100% relatieve vochtigheid is, dan is dit, als er geen extra vocht wordt toegevoegd door het additionele systeem, gedaald tot 65% bij 37 graden C.

Het voordeel van verwarmd vernevelen is dus dat de effectiviteit van het vernevelen vergroot wordt.

Hoe lang vernevelen

Over de vraag hoe lang je moet vernevelen verschillen de meningen. In ieder geval speelt de indicatie een belangrijke rol.

Uit onderzoek (Gaskell en Webber 1980, Kalenda 1980, Bruins-Stassen 1987, afdeling fysiotherapie verpleeghuis "Waelwick" 1987) blijkt dat als iemand 25-30 minuten verneveld wordt, waarbij de vernevelmond een 10-tal cm van de mond staat, het additionele water in het nasopharygeale- en laryngeale gebied stabiel is. Dit wil zeggen dat het additionele systeem zo gestimuleerd wordt dat het de relatieve vochtigheid gedurende enige uren (sommige onderzoekers vermelden zelfs een halve dag) redelijk stabiel kan houden, mits de patiënt zelf kan doorademen zonder continu extra zuurstof te gebruiken.

Dit zijn gegevens die gelden voor onverwarmd vernevelen bij stimulatie van het pre-trachea / trachea gebied. Verwarmd vernevelen zou de tijden kunnen reduceren tot 15/20 minuten.

Is de behandeling erop gericht om bij voorbeeld het sputum in de bronchus te beïnvloeden, dan moeten we rekening houden met het vermogen van de patiënt om te zorgen voor additioneel water. Ook het vermogen om de lucht te verwarmen is belangrijk: heeft de patiënt een snelle oppervlakkige ademhaling dan zal het, zelfs bij een juiste partikelgrootte, lang duren voordat de relatieve luchtvochtigheid in het long- weefsel op peil is.

Willen we effectief de viscositeit van het sputum beïnvloeden dan vereist dat bij onverwarmd vernevelen een verneveltijd van tenminste 30 minuten. Is er een snelle

oppervlakkige ademhaling dan moet men rekenen op 15 minuten extra. Vaak blijkt dit in de praktijk nog onvoldoende en moet de gehele behandeling, bij voorbeeld 's middags, herhaald worden om alsnog effectief te zijn.

Is naast de inadequate verwarming van de lucht door de oppervlakkige ademhaling ook de bevochtiging door het additionele gebied onvoldoende dan wordt de verneveltijd ongeveer 1 uur.

Hebben we een verwarmde vernevelaar dan daalt de behandeltijd ongeveer met 2/3. Toch nog een laatste opmerking over het lange vernevelen. Besef dat als een patiënt continu een heel uur lang voor een vernevelaar ligt, de effectiviteit geringer zal zijn dan in de onderzoeken aangegeven wordt. Er is onderzocht hoelang het duurde voor de relatieve vochtigheid zich bij behandeling met vernevelen normaliseerde. Daarbij ging men uit van een snelle luchtflow en werd er zonder toevoeging van extra verwarming of bevochtiging verneveld.

Maar in de praktijk zal geen enkele patiënt, of althans heel weinigen, een uur lang continu mee- ademen met de vernevelflow. Er gaat dus een heleboel verloren en de effectiviteit is dus onvoldoende. Daarom wordt in de praktijk liever gewerkt met 3 sessies per ochtend van 20 minuten. Dit blijkt de effectiviteit aanzienlijk te verhogen. Als regel kun je stellen dat 30 minuten vernevelen optimaal is voor pretrachea / trachea gebied. Als we dieper gelegen structuren willen beïnvloeden kost dit veelal meer tijd. Dit is echter sterker afhankelijk van de ademsnelheid en intact zijn van eigen verwarming/bevochtigingapparaat dan van de lengte van af te leggen weg.

Sneller laten ademen om sneller te bevochtigen is onzin.

Samenvattend

Vernevelen heeft pas optimaal zin als je in de gaten houdt welke structuur je wilt bereiken en als je de partikelgrootte daaraan aanpast. De indicaties zijn legio vooral als er sprake is van problemen met het eigen bevochtigingssysteem. Men moet geen extreme vernevelingstijden hanteren want het effect is optimaal na 25-30 minuten en wordt niet beter door langer te vernevelen.

■ Literatuur.

- 1. Gaskell B.V. en Webber B.A..** Longziekten, The Brompton Hospital, Guide to Chest Physiotherapy. Oxford Blackwell Scientific Publications 1980.
- 2. Kalenda Z.,** Acute posttraumatische respiratoire insufficiëntie, Kon. Ned. Genootschap voor Fysiotherapie, Nr. 5 mei 1980 (vol. 90) pag. 158-177
- 3. Verboon J.M.L. en Sterk P.J.** Positieve Expiratory Pressure, Kon. Ned. Genootschap voor Fysiotherapie, Nr 2 febr. 1987. (vol.97) pag. 32-35
- 4. Andersen J.B.,Grist J. en Kalm T.,** Recruiting collapsed lung trough collateral channels with positive end-expiratory pressure. Scand. Journal 1979, Pag.260-266
- 5. Bruins-Strassen M.J.P..** Het gebruik van luchtbevochtigers, Intensive care Review, Vol.2 Jan.1987 pag.21
- 6. Welling J..** Tel.Info hygiene rel.vochtigheid. Rijnstate ziekenhuis, Arnhem 1993
- 7. Tonissen P. en Stovring.** Positive expiratory pressure as lung physiotherapy in cystic fibrosis;a pilot study, Europ. ourna1 Respir., 1984, 65, pag. 4 19-422.
- 8. Literatuur onderzoek 1987,** Onderzoek naar de rel.vochtigheid in de huiskamer,

1990-1993. Afd.Fysiol.herapie, Verpleeghuis "Waelwick" te Ewijk.

9. Fotomateriaal, Huisman Mediap, Marconi rraat 4,4004 JM Tiel 03440-12508.

-- Jan van de Rakt is fysiotherapeut in Verpleeghuis 'Waelwick in Ewijk.