

## *Het Beademen*

DOOR G. J. VAN WEERDEN, PATHO-FYSIOLOOG AAN HET ZUIDERZIEKENHUIS TE ROTTERDAM

Niet alleen bij de functionele diagnostiek van long- en hartziekten, doch ook op het terrein der beademingstherapie vinden de opvattingen der ademfysiologie een ruime toepassing.

Het is de laatste tijd mogelijk gebleken om tal van patiënten met levensbedreigende ademhalingsmoeilijkheden gedurende lange tijd in leven te houden door hen kunstmatig te ventileren. Daardoor wordt kostbare tijd gewonnen, welke nodig is om de ziekte die de ademhalingsstoornis veroorzaakt, te genezen. Het betreft hierbij niet alleen patiënten met poliomyelitis, doch ook lijders aan andere ziekten, zoals die van Guillain Barré, myastenie, bulbaire encefalitis, hersen- en schedeltraumata, slaapmiddelenintoxicatie, gasvergiftiging, tetanus, e.a.

Voor het toepassen van langdurige kunstmatige ventilatie staan verschillende typen van respiratoren ter beschikking. Men kan ze onderscheiden in toestellen voor indirecte en toestellen voor directe beademing.

Tot de eerste groep behoort onder meer de ijzeren long. De romp van de patiënt is luchtdicht omsloten door een tank, waarin afwisselend over- en onderdruk wordt aangebracht. Deze over- en onderdruk bewerkstelligen passieve adembewegingen van borst en buik. De grootte der drukken, welke door middel van ventielen regelbaar zijn, is bepalend voor de ademdiepte, terwijl het eveneens regelbare toerental van de balg de ademfrequentie bepaalt. De luchtdichte afsluiting wordt verkregen door middel van een rubberpakking welke om hals of schouders wordt aangebracht. Slechts het hoofd steekt vrij naar buiten.

Het ademkuras is een partiële ijzeren long. Alleen borst en buik worden bedekt door een pantser, zodat behalve het hoofd, ook de extremiteiten vrij gehouden worden. In de ruimte tussen het lichaam en het pantser wordt, evenals bij de ijzeren long, afwisselend over- en onderdruk aangebracht.

Het „rocking bed” werkt volgens een geheel ander principe. Dit bed kantelt de patiënt met een regelbare frequentie van de Trendelenburg- in de anti-Trendelenburgpositie. De beweging van de buikinhoud (gevolg van de zwaartekracht), welke bij dit kantelen optreedt, doet beurtelings het diafragma naar boven en naar beneden verplaatsen, waardoor de longen worden geventileerd. De grootte der verstelbare kanteelhoek bepaalt de ademdiepte.

Een andere vorm van indirecte beademing is die waarbij men tracht de ademhalingspijpen of de nervus phrenicus ritmisch te prikkelen. Deze metho-

de heeft vele nadelen en is daardoor in onbruik geraakt.

De directe beademing grijpt aan op de longen zelf: de longen worden via een in de trachea aangebrachte canule opgeblazen en eventueel weer leeggezogen.

De hiertoe beschikbare apparaten verdeelt men in volume-constante en druk-constante toestellen.

Bij volume-constante apparaten worden de longen opgeblazen door een balg waarvan het slagvolume, dat de grootte der ademdiepte bepaalt, verstelbaar is. Het toerental van de balg bepaalt de ademfrequentie. De tijdens het opblazen der longen optredende druk kan op een manometer worden afgelezen. Neemt deze druk in het verloop van de beademing spontaan af, dan wijst dit op een lek in het systeem toestel-longen. Een oplopende druk wijst op een toenemende weerstand in de luchtwegen (secret, spasmus, stenose) of op atelectase. De druk moet dus regelmatig worden gecontroleerd.

Bij druk-constante toestellen worden de longen opgeblazen totdat een zekere, van tevoren ingestelde en regelbare druk wordt bereikt, waarna de respirator naar de expiratiefase omslaat. De grootte van de druk is ten dele bepalend voor de ademdiepte, echter niet geheel, want een deel van de ingestelde beademingsdruk dient om de viskeuze weerstand in de luchtwegen te overwinnen. Dit deel is groter naarmate de beademingssnelheid en dus de frequentie toeneemt. De frequentie wordt geregeld door de gastoevoer naar de respirator te wijzigen. Spontane tempooveranderingen van druk-constante apparaten hebben dezelfde betekenis als spontane drukveranderingen bij volume-constante apparaten. De juiste instelling van deze apparaten en de controle van hun werkwijze veronderstelt een zekere kennis van de dynamica der ademhaling, speciaal van de aërodynamica der luchtwegen.

De constructie der respiratoren moet voldoen aan bepaalde eisen betreffende de verhouding van in- en expiratietijd en verloop der drukcurve.

Het produceren van een voldoende ademminuutvolume alleen waarborgt nog geen efficiënte beademing. Van groot belang is de invloed van de werkwijze van de respirator op de circulatie. Tijdens de inspiratie (overdrukfase) wordt de circulatie door de longen belemmerd (Valsalva-effect). Wil men vermijden dat de cardiac output hierdoor te zeer wordt benadeeld, dan dient tijdens de expiratie te worden gecompenseerd. Dit geschiedt door tijdens de expiratie een onderdrukfase toe te pas-

sen, en de expiratie-tijd ten opzichte van de inspiratie-tijd zodanig te kiezen, dat de gemiddelde beademingsdruk = 0 wordt.

Een grote moeilijkheid bij het kunstmatig ventileren is de juiste dosering van de hoeveelheid ademgas. Het gevaar schuilt hierbij niet zozeer in een anoxie; door het aanbieden van een gasmengsel met een hoge zuurstofconcentratie kan anoxie zelfs worden vermeden bij een onvoldoend ademminuutvolume. Het is echter de CO<sub>2</sub> die tot moeilijkheden aanleiding kan geven.

Bij een te klein ademminuutvolume (hypoventilatie) zal de patiënt zijn CO<sub>2</sub> in onvoldoende mate kunnen kwijtraken. Er zal een stapeling van CO<sub>2</sub> optreden. Teneinde een dreigende respiratoire acidose het hoofd te kunnen bieden en de pH zoveel mogelijk constant te houden, zal ingevolge de formule van Henderson Hasselbach de alkalireserve moeten toenemen. De hogere partiële CO<sub>2</sub>-spanning van het arteriële bloed zal langs hematogene weg en via de chemoreceptoren het vasomotorcentrum en het cardiale centrum tot grotere actie aanzetten, zodat er een hypertensie ontstaat. Deze kan soms, speciaal indien ook het hart is aangedaan, tot levensgevaar leiden.

Bij een hyperventilatie blaast de patiënt teveel CO<sub>2</sub> af, waardoor de partiële CO<sub>2</sub>-spanning van het arteriële bloed onder de norm daalt. De hiervan het gevolg zijnde vasodilatatie, voornamelijk in het splanchnicusgebied, resulteert in een daling van de bloeddruk. De patiënt kan in shock geraken. De alkalireserve neemt af, teneinde de dreigende respiratoire alcalose het hoofd te bieden. Indien deze poging faalt, bestaat de kans op tetanie. Een langdurige respiratoire alcalose bevordert voorts de vorming van nierstenen.

Indien men dus de ventilatie van een patiënt met ademhalingsverlamming op zich neemt, is men gedwongen om ook de regulerende taak van zijn ademcentrum over te nemen. Men moet dus trachten de omvang der kunstmatige ventilatie steeds af te stemmen op de variërende behoefte aan gaswisseling.

Na hetgeen is gezegd over de chemische ademregulatie, zou het voor de hand liggen de ventilatie te doseren op geleide van de partiële CO<sub>2</sub>-spanning van het arteriële bloed, zoals het ademcentrum dit normaliter doet. De bepaling van deze CO<sub>2</sub>-spanning is echter lastig en tijdrovend, zodat men achter de feiten zou aanlopen. Bovendien zou dit vele arteriepuncties vereisen. Hetzelfde geldt ten aanzien van het berekenen van de partiële CO<sub>2</sub>-spanning uit de pH en de alkalireserve in het arteriële bloed.

Gemakkelijker, sneller, en voor de patiënt plezieriger komt men tot zijn doel indien men de laatste porties van de expiratielucht opvangt en deze analyseert op het gehalte aan CO<sub>2</sub>. De aldus opgevangen lucht is alveolairlucht, en het CO<sub>2</sub>-gehalte van deze lucht bepaalt de CO<sub>2</sub>-spanning van het arteriële bloed. De patiënt merkt van deze methode niets; het opvangen en het analyseren, dat automatisch geschiedt (infrarood-analysator, carbovisor), neemt slechts enkele minuten in beslag. Hierdoor is

het mogelijk het effect der kunstmatige ventilatie op de voet te volgen en het aan te passen aan de zich steeds wijzigende omstandigheden. De klinische symptomen van een insufficiënte beademing, zoals onrust, zweten, huidskleurverandering, bloeddrukdaling of bloeddrukstijging kunnen op deze wijze worden voorkomen.

Speciale zorg eist het bronchiaaltoilet. Een toename der secretie enerzijds en een gestoord hoestmechanisme anderzijds, maken dat kunstmatig geventileerde patiënten veel last hebben van secreet dat zich in de luchtwegen opzamelt. Hierdoor neemt de weerstand in de luchtwegen toe, hetgeen de kunstmatige ventilatie sterk bemoeilijkt. Bovendien bestaat dan de kans op het ontstaan van atelectasen en pneumonieën.

Al deze gevaarvolle moeilijkheden kunnen worden voorkomen indien tijdig een doeltreffende fysiotherapie wordt toegepast. Om de 1½ uur worden de patiënten op de andere zijde gekeerd; regelmatig wordt door vibraties en tapotements op de thoraxwand het slijm in de luchtwegen losgetrild. Het zakt dan naar de bifurcatie, waar het moet worden weggezogen. Bij zeer taai secreet wordt „postural drainage” toegepast, en worden de luchtwegen gespoeld met een oplossing van 1,3% bicarbonaat. Een nieuwe en waardevolle aanwinst is de hoestmachine, welke het mogelijk maakt om patiënten met een gestoord hoestmechanisme toch te laten ophoesten.

De ontwenning-fase biedt de behandelende arts vaak bijzondere zorgen. Vóór alles moet ervoor worden gewaakt dat patiënt's spontane ademhaling voldoende is. Voortdurende observatie van de zuurstofverzadiging van het arteriële bloed gedurende de perioden van spontaan ademen is van groot belang. Gebruik van de cycloop volgens Brinkman maakt het verrichten van arteriepuncties overbodig. Het trainingsschema wordt bepaald aan de hand van de regelmatig opgenomen spirogrammen. Alvorens men patiënten met bulbair afwijkingen toestaat, ook des nachts spontaan te ademen, wordt het ademcentrum getest op zijn gevoeligheid voor anoxie en hypercapnie.

Uitgebreide technische voorzieningen (compressoren, persluchtleidingen, reserve-aggregaten, alarminrichtingen enz.) zijn noodzakelijk om onder alle omstandigheden de continuïteit der behandeling te waarborgen. Dit alles eist tevens een grote staf van goed onderlegde assistenten, verpleegsters, heilgymnasten-masseurs, technici, consultants en nog vele andere personen, alsmede een goede organisatie. Vandaar dat een dergelijke behandeling meestal wordt gecentraliseerd. Het beademingscentrum heeft vaak tevens de beschikking over een eigen transportdienst voor patiënten met verlamming van de ademhaling.

Gezien de gunstige resultaten van een op juiste wijze uitgevoerde kunstmatige ventilatie, stemt het tot vreugde dat ons land thans verschillende goed geoutilleerde en goed getrainde beademingscentra bezit.