

## Titel

Beademing van volwassen IC-patiënten

Datum vaststelling: 09-2007

Datum revisie: 09-2009

Verantwoording: Medische protocollencommissie Intensive Care

Brondocument: [Richtlijn Weaning van de beademing NVIC](#)  
Literatuur

## Inleiding

Beademing van IC-patiënten kan worden onderverdeeld in enkele hoofdgroepen. Per hoofdgroep worden aanbevelingen gedaan. Deze groepen zijn:

1. Postoperatieve beademing
2. Beademing van patiënten met ARDS
3. Beademing van patiënten met astma en COPD
4. Noninvasieve beademing (NPPV)
5. Weaning

De [beademing van kinderen](#) wordt in een ander protocol besproken. Vanuit dit protocol zijn links naar andere protocollen en verpleegkundige werkinstructies gemaakt, die feitelijk bij dit protocol horen. Het betreft hier: [opbouwen en vooraf testen van de beademingsmachine](#), [intubatie](#), [tubefixatie](#), [tracheotomie](#), [monitoring cuffdruk](#), [bronchiaaltoilet](#), [bevochtiging](#), [beademing in buikligging en detubatie](#).

## Aanbevelingen

### 1. Postoperative beademing

#### *Patiëntengroep*

Het betreft patiënten met normale longen of op dat moment niet-relevante longpathologie, die postoperatief worden beademd, veelal < 24 uur.

#### *Instellingen*

De beademingsmode van keuze is PRVC bij de Servo 300® en Servo-*i*®, en APV-CMV bij de Galileo. Het streef-Vt is 8 ml/kg ideaalgewicht (formule voor vrouwen:  $0,9 (\text{lengte} - 152) + 45$ , voor mannen:  $+ 5$ ) met een ademfrequentie van 12-14/min, 5 cm H<sub>2</sub>O PEEP en een zo laag mogelijke FiO<sub>2</sub> waarbij nog een SpO<sub>2</sub> > 95% bestaat. De I:E-ratio is 1:2 (inspiratietijd 33%). De trigger wordt ingesteld op flowtrigger: op de grens van de rode en groene markering bij de Servo 300®, op 7% bij de Servo-*i*® en op 1,5 L/min bij de Galileo.

Zodra de patiënt wakker wordt en triggert, wordt overgegaan naar de mode PS (Servo's) of SPONT (Galileo). Vrijwel altijd kan worden geweand door het

afbouwen van de PS tot 8-10 cm H<sub>2</sub>O (soms afhankelijk van de tubeweerstand). Voor meer complexe weaning zie punt 5. Weaning.

## 2. Beademing van patiënten met ARDS

### *Patiëntengroep*

Het betreft patiënten met ARDS volgens de definitie van de ATS:

- Nieuwe, bilaterale infiltratieve afwijkingen op de X-thorax, compatibel met longoedeem, doch in afwezigheid van linker ventrikelfalen (PCWP < 18 mmHg);
- Een hoge zuurstofbehoefte: PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>-ratio < 26 kPa (200 mmHg);
- Er is sprake van een afgenomen compliantie van de longen.

### *Instellingen*

Beademingsmode: Pressure Control (PC op Servo-i® of P-CMV de Galileo®), dus een tijdgestuurde, drukbegrensde beademingsmode (VC is niet bewezen beter of slechter). De druk wordt zo ingesteld, dat een Vt van 4-7 ml/kg ideaalgewicht bereikt wordt: een klein Vt (Level A). De plateaudruk wordt < 30 cm H<sub>2</sub>O gehouden en bij de meest ernstige vormen van ARDS nog lager. De ademfrequentie wordt ingesteld op geleide van de PaCO<sub>2</sub> c.q. de pH, waarbij vaker hogere frequenties nodig zijn. Hierbij moet enerzijds rekening worden gehouden met het risico op het ontstaan van auto-PEEP, anderzijds hoeft de PaCO<sub>2</sub> niet normaal te zijn. Een hogere PaCO<sub>2</sub> kan worden geaccepteerd tot een pH van 7,2 (Permissive Hypercapnia Ventilation, PHV, Level A).

De PEEP kan meestal in de range van 10-20 cm H<sub>2</sub>O worden ingesteld. Slechts zelden is een PEEP-waarde > 20 cm H<sub>2</sub>O nodig of zinvol (Level B). Met afbouwen van de PEEP kan pas worden begonnen als de FiO<sub>2</sub> < 60% is (Level D).

Soms kan een I:E van 1:1 bijdragen tot een iets hogere SaO<sub>2</sub> (Level C).

Recruteermanoeuvres zijn wat de uitkomst betreft niet bewezen effectief, hoewel soms de oxygenatie er wel mee kan worden verbeterd. Een vaker onderzochte recruteermanoeuvre is de “sustained inflation-manoeuvre”, waarbij gedurende 40 seconden een mean airway pressure van 40 cm H<sub>2</sub>O wordt gehandhaafd door middel van 40 cm H<sub>2</sub>O CPAP, hetgeen alleen bij goed gesedeerde patiënten uitvoerbaar is (Level B).

Bij atelectase(s) zal na falen van intensief bronchiaaltoilet en eventueel wisselgigging een afzuigbronchoscopie moeten plaatsvinden (Level D).

Bij verwachte langdurige beademing en een PEEP < 10 cm H<sub>2</sub>O kan een tracheostoma worden overwogen (Level B). Zie [protocol tracheotomie](#).

Voor weaning zie punt 5. Weaning.

### *Beademing in buikligging*

Bij een PEEP-waarde > 15 cm H<sub>2</sub>O en een FiO<sub>2</sub> > 60% moet beademing in buikligging sterk worden overwogen (Level B), waarvoor de patiënt in een Triadyne Proventa-bed® wordt gelegd. De verpleging is speciaal getraind in het draaien van de patiënt en de daarbij passende verzorging (afplakken ogen en wegleiden tube, lijnen en sondes). Een arts die het luchtwegmanagement beheerst, is aanwezig tijdens het draaien van de patiënt. Beademen in

buikligging kan de oxygenatie verbeteren, maar heeft weinig invloed op de mortaliteit (Level B). Er zijn meerdere mechanismen beschreven die het positieve effect van beademing in buikligging kunnen verklaren. De meest genoemde zijn een verbetering van de ventilatie/perfusieverhoudingen, en het wegvallen van het effect van de zwaartekracht van het hart op de longen. Er wordt onderscheid gemaakt tussen vroege (minuten-uren) en late (24-48 uur) responders. Veelal kan een patiënt 24-72 uur op de buik blijven liggen bij goed effect. Bij een PEEP-waarde < 15 cm H<sub>2</sub>O en een FiO<sub>2</sub> < 60% gedurende > 12 uur, kan de patiënt weer worden teruggedraaid op de rug. Afwisselend op de rug of buik draaien is matig onderzocht en wordt niet toegepast. Indien buikligging onmogelijk is door een fixateur externe, een HALO-vest of vergelijkbare reden, kan kinetische therapie worden overwogen: rotatietherapie voorbij een hoek van 40° (Level C). Dit kan alleen met een Triadyne Proventa-bed®. Zie verder de [Werkinstructie Beademing in buikligging](#) voor de verpleegkundigen.

#### *NO-beademing*

Indien alle bovengenoemde maatregelen geen effect hebben, kan Nitric Oxide-beademing worden overwogen (Level B). NO is een gas met vasodilaterende werking. Op die plaatsen waar de alveoli open zijn, zal dit aan de inademingslucht toegevoegde gas (uitgedrukt in parts per million, ppm) vasodilatatie geven, waardoor de ventilatie/perfusieverhouding zal verbeteren. NO-beademing geschiedt met speciale apparatuur (Servo met extra ombouw en afzuiginstallatie) die (na overleg) bij de IC voor kinderhartchirurgie beschikbaar is. De uitgeademde NO wordt direct geoxideerd tot NO<sub>2</sub>, waar omstanders hoofdpijn van kunnen krijgen. Daarom wordt het uitgeademde gasmengsel afgezogen. Eénmaal per verpleegkundige dienst moet het methemoglobinegehalte worden bepaald (normaalwaarde: < 3%). Bij aanvang moet een dosis-respons-curve worden gemaakt: bij 1 ppm wordt een bloedgas afgenomen; vervolgens wordt NO met 1 ppm verhoogd, en weer een bloedgas afgenomen. De streefinstelling is de NO-stand bij de hoogst gehaalde PaO<sub>2</sub> in de bloedgas. Deze dosis-respons-curve moet dagelijks worden herhaald en genoteerd. Bij het afbouwen van NO zijn de laatste ppm's (0-3 ppm) het meest precair.

#### *Extracorporele membraanoxygenatie (ECMO of Novalung®)*

In zeer zeldzame gevallen kan ECMO of een Novalung® worden overwogen, na overleg in het MDO en met het hoofd van de afdeling. Bij ECMO maakt een thoraxchirurg canuleverbindingen van de kleine circulatie naar een kunstlong, waar het volledig gehepariniseerde bloed met een pomp doorheen wordt geleid. ECMO moet worden beschouwd als een tijdelijke maatregel (maximaal 3-4 dagen) om een herstellend probleem te overbruggen (Level C).

### **3. Beademing van patiënten met astma of COPD**

#### *Patiëntengroep*

Bij astma gaat het om patiënten met aanvalsgewijze dyspneu op basis van hyperreactiviteit en bronchoconstrictie, waardoor een uitademingsbelemmering ontstaat. Tussen de aanvallen door is er in principe een normale longfunctie.

In de Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) is een werkbare definitie van COPD beschreven: COPD is een aandoening die gekarakteriseerd is door luchtwegobstructie die niet geheel reversibel is. Deze luchtwegobstructie is meestal progressief en wordt veroorzaakt door een combinatie van small airway disease (chronische bronchitis) en parenchymobstructie (emfyseem).

### *Instellingen*

Bij beide aandoeningen zijn de volgende aandachtspunten belangrijk:

- de inspiratie moet kort zijn, en de expiratie lang, dus de instelling “einde inspiratoire cyclus” (Servo-*i*) of Expiratory Trigger Sensitivity, ETS (Galileo) moet hoog zijn (30-50%) (Level C)
- de inspiratoire flow moet hoog zijn, en de rise time 0% (Servo-*i*) of ramp 50 ms (Galileo) (Level B)
- bij volledige sedatie en gecontroleerde beademing wordt geen PEEP gegeven (Level B)
- bij pressure support wordt PEEP gegeven ( $\approx$  autoPEEP) (Level B)
- bij de mode VC kan het eindinspiratoire volume (V<sub>ei</sub>) worden berekend:  $V_{ei} = (P_{plat} \times V_t) / (P_{plat} - PEEP_i)(BW)$ ; om complicaties van hyperinflatie (haemodynamisch en respiratoir) te voorkomen, moet de V<sub>ei</sub> < 20 ml/kg zijn (Level C)
- intensief vernevelen (ieder uur) met ipatropiumbromide en salbutamol door middel van Metered Dose Inhalation (MDI) (Level B) en eventueel intraveneus salbutamol 3-20 µg/min = 0,18-1,2 mg/uur (cave kalium en polsfrequentie). Een ampul salbutamol bevat 0,5 mg/ml; een perfusor met 0,1 mg/ml salbutamol geeft de minste aanleiding tot doseerfouten.

### *Astma*

Bij een klassieke astma-aanval moet de patiënt diep worden gesedeerd en worden verslapt (door middel van bolussen rocuroniumbromide, geen perfusor). De initiële ademfrequentie moet laag zijn (4-10/min). Naast corticosteroïden zijn alle bovengenoemde instellingen van groot belang. Dagelijks dient het CK te worden vervolgd i.v.m. de vroege detectie van rhabdomyolyse door de combinatie van spierverslapping met corticosteroïden.

Voor weaning zie punt 5. Weaning.

### *COPD*

Bij COPD hangt het van de ernst van de longafwijkingen af, of alle bovengenoemde instellingen nodig zijn.

Voor weaning zie punt 5. Weaning.

## **4. Noninvasieve beademing (NPPV)**

### *Patiëntengroep*

Alle patiënten die haemodynamisch stabiel zijn, hun eigen luchtweg vrij kunnen houden en coöperatief zijn, komen in principe in aanmerking voor beademing door middel van een masker: Noninvasive Positive Pressure Ventilation, NPPV (Level A). Van groot belang is dat NPPV niet langer dan 2 uur geprobeerd wordt:

binnen die tijd moet de beademing succesvol zijn, anders moet de patiënt alsnog worden geïntubeerd. NPPV is vooral geschikt voor patiënten met milde respiratoire insufficiëntie, COPDers en immuungecompromitteerde patiënten (Level A). Contra-indicaties zijn (Level A):

- haemodynamische instabiliteit en/of hartritmestoornissen
- eigen luchtweg niet vrij kunnen houden (hoest- en/of slikproblemen)
- niet-coöperatief zijn (delier, oncorrigeerbare motorische onrust)
- te verwachten ernstige progressie van de respiratoire insufficiëntie
- oesophaguschirurgie
- fracturen in het aangezicht

### *Instellingen*

NPPV geschiedt op onze IC door middel van de BiPAP Vision®. De Servo en Galileo zijn voor eenvoudige NPPV (“NIV”) wel geschikt, maar de BiPAP Vision is er speciaal voor ontworpen: betere correctie voor lekkage en betere triggering (Level D).

De mode is S/T (Spontaneous triggered/Time triggered), lees: PS met PEEP. De startinstelling is IPAP 10 cm H<sub>2</sub>O en EPAP 4 cm H<sub>2</sub>O en FiO<sub>2</sub> 100%. Hierbij geldt: IPAP – EPAP = PS, dus bij de startinstelling wordt 6 cm H<sub>2</sub>O PS gegeven. Na enige gewenning bij de patiënt (10-15 minuten) kunnen de drukken worden opgevoerd. Bij een IPAP > 40 cm H<sub>2</sub>O ontstaat vaak toenemend lekkage. Lekkage is acceptabel tot ongeveer 60 L/min (Level D); daarboven ontstaan vaak triggerproblemen. De IPAP-instelling bepaalt het ademminuutvolume en de EPAP beïnvloedt de oxygenatie. Zet bij COPDen astma de rise time zo laag mogelijk (0,05) (Level A). Sommige alarmen kunnen tegenstrijdig worden ingesteld, dus moet ervoor worden gewaakt dat dit niet gebeurt. Er is een NPPV-flowchart van de Beademingscommissie IC bij iedere BiPAP Vision beschikbaar.

### *Maskerkeuze*

Bij voorkeur wordt gebruik gemaakt van het Total Face Mask, ofwel het aangezichtsmasker. Hiervan is maar één universele maat beschikbaar. Bij patiënten met een zeer smal gelaat of bij dyscomfort kan worden gekozen voor een Full Face Mask, ofwel een mond-neusmasker. Hiervan zijn meerdere maten beschikbaar in de NPPV-kar. Het aanmeten hiervan is cruciaal voor het slagen van de NPPV; de verpleegkundigen zijn hierin speciaal getraind.

## **5. Weaning**

Van alle beademde patiënten kan 66% vrij probleemloos worden geëxtubeerd, als de reden van de respiratoire insufficiëntie voorbij is, de patiënt wakker is, hoest en slikt (Level A). Voor de resterende patiënten is bewezen dat een groot deel kan worden geweand door de pressure support geleidelijk af te bouwen, of door CPAP te geven bij aanwijsbare redenen om PEEP toe te passen (bijvoorbeeld bij auto-PEEP, hoge abdominale druk, of neiging tot atelectasevorming). Voor een kleine restgroep patiënten is bewezen dat een weaningsprotocol de beademingsduur met meerdere dagen kan bekorten (Level A).

In een evidence based protocol is weaning is in twee stappen te verdelen:

- A. Beoordeling van de ontwenningcriteria;
- B. Een trial spontaan ademen (TSA).

#### *A. Beoordeling van de ontwenningcriteria*

De beoordeling van de ontwenningcriteria vindt plaats aan de hand van zes factoren (Level A). Er moet aan alle zes de criteria voldaan zijn om naar stap B te mogen overgaan. Als niet aan alle zes de criteria is voldaan, stopt de beoordeling, en moet de patiënt de volgende dag opnieuw worden beoordeeld.

Deze zes criteria zijn:

1. een  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ -ratio  $\geq 26$  kPa (200 mmHg);
2. PEEP  $\leq 5$  cm  $\text{H}_2\text{O}$  (of hoger bij aanwezigheid van auto-PEEP);
3. aanwezige adem prikkel;
4. adequaat spontaan hoesten en liefst ook slikken (veelal EMV-score  $\geq 8$ );
5. lage dosis inotropica ( $\leq 5$   $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ ) of vasopressoren ( $\leq 0,1$   $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ );
6. rapid shallow breathing index (RSBI = ademfrequentie/ $V_t$  in L)  $\leq 105$ .

#### *B. Een trial spontaan ademen.*

Als aan alle zes criteria onder A genoemd is voldaan, is een trial spontaan ademen de volgende stap. Hierbij wordt de patiënt gedurende een half uur met PS beademd, met een lage druk (6-8 cm  $\text{H}_2\text{O}$ ) en zonder PEEP (tenzij auto-PEEP wordt vermoed). In dat halve uur worden zes parameters geobserveerd, die ieder voor zich reden kunnen zijn de TSA af te breken. De TSA is dan mislukt, en dus kan de patiënt niet geëntubeerd worden. Dan moet de TSA een dag later herhaald worden. De parameters zijn:

1. ademfrequentie  $> 30/\text{min}$  (soms hoger, rekening houdend met reeds bestaande hoge ademfrequentie)
2.  $\text{SpO}_2 < 90\%$
3. meer dan 20% toename van de hartfrequentie
4. meer dan 20% toe- of afname van de bloeddruk
5. gebruik van hulpademhalingspijpen
6. onrust, angst, agitatie, sufheid of coma

Als geen van deze afbreekcriteria optreedt, kan de patiënt geëntubeerd worden. Indien dit niet kan, omdat één of meer van de afbreekcriteria optraden tijdens de TSA, kan zorgvuldige observatie tijdens weer opnieuw beademden met voldoende pressure support de oorzaak hiervan aan het licht brengen.

Bij ernstige spierzwakte (Critical Illness Polyneuro(myo)patie) zal veel meer tijd nodig zijn. Bij problemen met het luchtwegmanagement (hoest- en/of slikproblemen, dan wel zeer frequente noodzaak tot bronchiaaltoilet), kan een bedside tracheotomie uitkomst bieden (Level B, zie [Protocol Tracheotomie](#)).

Voor medicamenteuze stimulatie bij weaningsproblemen is geen wetenschappelijk bewijs geleverd. Dit geldt bijvoorbeeld voor de volgende middelen: theofylline, doxapram, geconjugeerde oestrogenen, anabole steroïden, methylfenidaat en acetazolamide.

## Literatuur

1. The ARDS Network. Ventilation with Lower Tidal Volumes as Compared with Traditional Tidal Volumes for Acute Lung Injury and Acute Respiratory Distress Syndrome. *N Engl J Med* 2000;342:1301-8
2. The National Heart, Lung and Blood Institute and the ARDS Clinical Trials Network. High versus Low Positive End-expiratory Pressures in Patients with the Acute Respiratory Distress Syndrome. *N Engl J Med* 2004;351:327-36
3. Hickling KG. Low mortality rate in adult respiratory distress syndrome using low-volume, pressure-limited ventilation with permissive hypercapnia: a prospective study. *Crit Care Med* 1994;22:1568-78
4. Girard TD, Bernard GR. Mechanical Ventilation in ARDS. A State-of-the-Art Review. *Chest* 2007;131:921-9
5. Hemmila MR and Napolitano LM. Severe respiratory failure: Advanced treatment options. *Crit Care Med* 2006;34:S278-S290
6. Gattinoni L, Tognoni G, Pesenti A et al. Effect of Prone Positioning on the Survival of Patients with Acute Lung Injury. *N Engl J Med* 2001;345:568-73
7. Staudinger T, Kofler J, Müllner M et al. Comparison of Prone Positioning and Continuous Rotation of Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome: Results of a Pilot Study. *Crit Care Med* 2001;29:51-6
8. Corbridge TC, Hall JB. The assessment and management of adults with status asthmaticus. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;151:1296-316
9. Marik P, Hogan J, Krikorian J et al. A Comparison of Bronchodilator Therapy Delivered by Nebulization and Metered-Dose Inhaler in Mechanically Ventilated Patients. *Chest* 1999;115:1653-7
10. Evans TW. International Consensus Conferences in Intensive Care Medicine: Non-invasive positive pressure ventilation in acute respiratory failure. *Intensive Care Med* 2001; 27: 166-78
11. Antonelli M et al. A comparison of noninvasive positive-pressure ventilation and conventional mechanical ventilation in patients with acute respiratory failure. *N Engl J Med* 1998; 339: 429-35
12. Elliott MW. Non-invasive ventilation in acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease: a new gold standard? *Intensive Care Med* 2002; 28: 1691-4
13. Nava S et al. Time of non-invasive ventilation. *Intensive Care Med* 2006; 32: 361-70
14. Brochard L, Rauss A, Benito S et al. Comparison of three methods of gradual withdrawal from ventilatory support during weaning from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 1994;150:896-903
15. Ely EW, Baker AM, Dunnagan DP et al. Effect on the Duration of Mechanical Ventilation of Identifying Patients Capable of Breathing Spontaneously. *N Engl J Med* 1996;335:1864-9
16. Esteban A, Alia I, Tobin MJ et al. Effect of Spontaneous Breathing Trial Duration on Outcome of Attempts to Discontinue Mechanical Ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;159:512-8
17. Meade M, Guyatt G, Griffith L et al. Section II. Systematic Reviews of the Evidence Base for Ventilator Weaning. *Chest* 2001;120:396S-9S

## Niveau aanbevelingen

- A. Ondersteund door tenminste twee grote prospectief gerandomiseerde gecontroleerde klinische onderzoeken of een meta-analyse met een kleine kans op een vals positief of een vals negatief resultaat
- B. Ondersteund door één groot prospectief gerandomiseerd gecontroleerd klinisch onderzoek met een kleine kans op een vals positief of een vals negatief resultaat
- C. Ondersteund door één of meerdere kleine prospectief gerandomiseerde gecontroleerde klinische onderzoeken of een meta-analyse met een matige tot grote kans op een vals positief of een vals negatief resultaat
- D. Ondersteund door alleen een niet-gerandomiseerd maar wel gecontroleerd klinisch onderzoek, een cohort studie of een patiënt-controle onderzoek
- E. Ondersteund door alleen niet-vergelijkend onderzoek, historische controles, case reports of de mening van deskundigen