

Mechanische ventilatie

A Doelstellingen

A.1 Niet invasieve beademing (NPPV)

A.1.1 Indicaties

A.1.2 Technieken

A.2 Beschrijving van de verschillende beademingsmodi

A.3 De settings en monitoring voor het opstarten van kunstmatige beademing

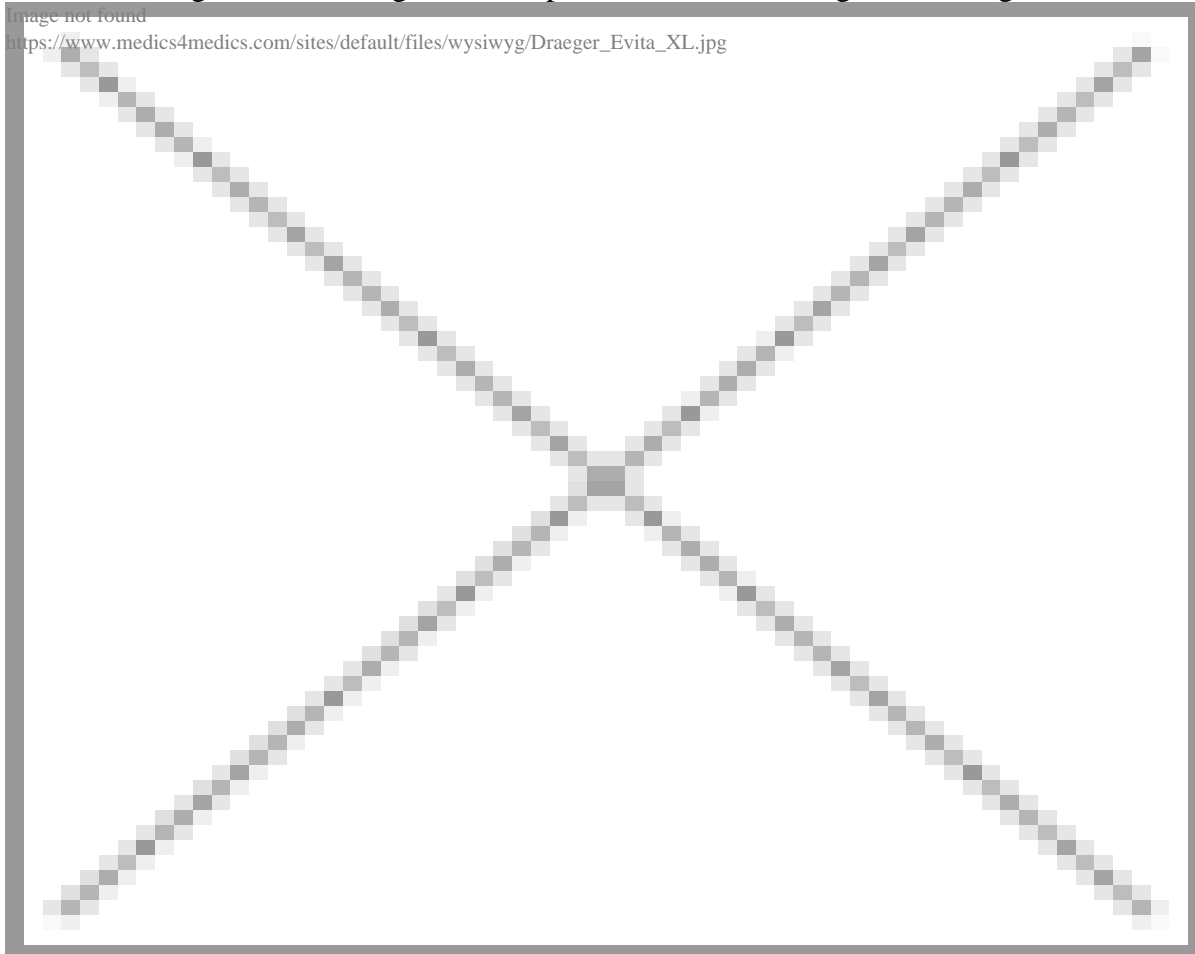


Fig 1: Voorbeeld van een moder mechanisch ventilatietoestel voor intensieve zorgen

B Principes van beademing

B.1 Normaal ademen we doordat de ademhalingspijpen een negatieve thoracale druk opbouwen

B.2 Bij kunstmatige beademing gaan we lucht inblazen = een positieve thoracale druk opbouwen

B.3 Dat heeft verschillende consequenties

Druk op de Vena Cava: de veneuze bloedtoevoer naar het hart vermindert

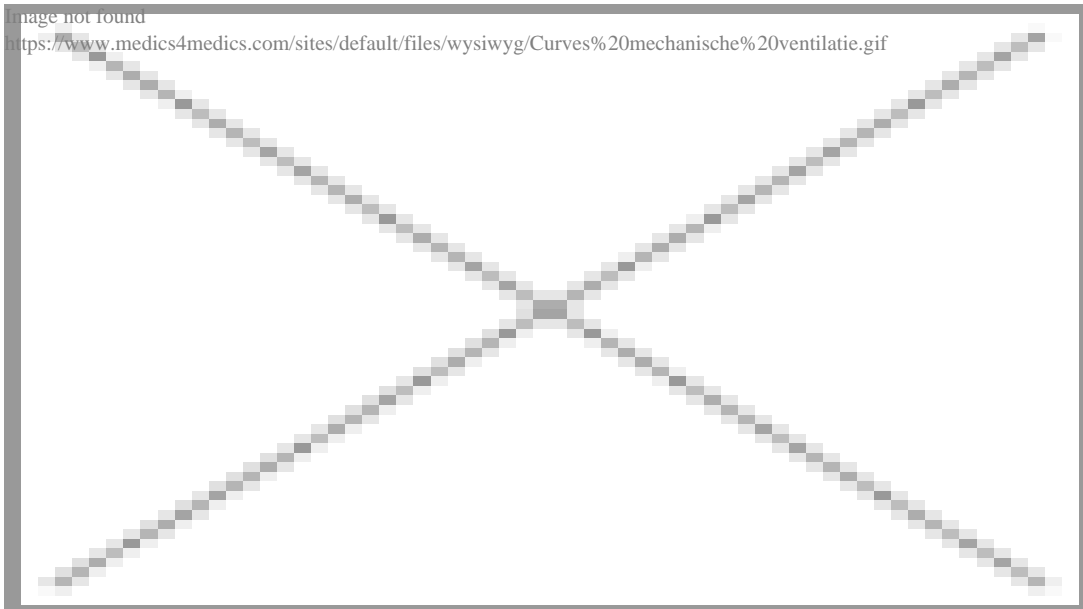
Verslapping van de ademhalingspijpen: ze moeten minder arbeid leveren

Eenvoudiger mechanisme dan kunstmatige negatieve druk beademing (ijzeren long)

B.4 De ademhaling bestaat uit een flow component en uit een drukcomponent

Door de drukverschillen ontstaat er een luchtflow

In de longen
Uit de longen
Als er flow is, is er ook een drukverschil tussen de
Buitenlucht
Alveoli
Zowel de flow als de druk als de volume curve kunnen we meten
Flowcurve
Drukcurve
Volumecurve



Figuur 2: Bij mechanische ventilatie kunnen we volgende curves onderscheiden: drukcurve, volumecurve, flow-curve

C Wat zijn de indicaties voor positieve druk beademing?

C.1 Ventilatieproblemen

Dysfunctie van de ademhalingspijpen

Vermoeidheid van de ademhalingspijpen

Afwijkingen van de thoraxwand

Neuromusculaire ziekten

Verminderde drive van de ademhaling

Toegenomen weerstand of obstructie van de ademwegen

C.2 Oxygenatieproblemen

Excessieve ademarbeid

Nood aan positieve eindexpiratoire druk

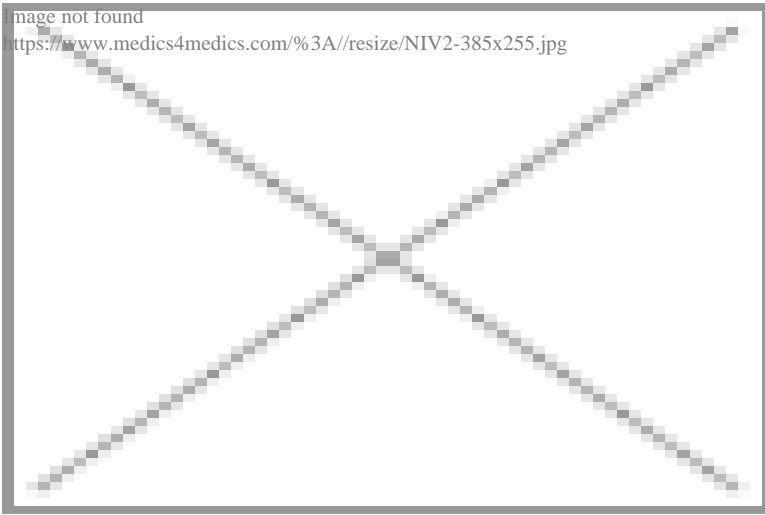
C.3 Nood aan sedatie en/of neuromusculaire blokkade

C.4 Nood aan verminderen van het zuurstofverbruik

C.5 Nood aan hyperventilatie om intracraniale overdruk tegen te gaan

C.6 Preventie van atelectase

D NPPV: Noninvasive Positive Pressure ventilation



Figuur 3: Niet invasieve positieve druk beademing (NIV of NPPV): Een moderne vorm van bifasische drukgestuurde ademhalingsondersteuning

D.1 NPPV is geen echte beademing maar een ademhaling ondersteuning

De patiënt moet zelfstandig ademen!

D.2 Wat zijn goede kandidaten voor NPPV?

Ademhalingsproblemen waarbij men verwacht dat ze verbeteren binnen 48-72 uren

COPD opstoot

Longoedeem

Alerte en coöperatieve patiënt

Hemodynamisch stabiel

In staat om secreties op te hoesten

In staat om de ademhaling af te stemmen op het beademingstoestel

Geen tegenindicaties aanwezig

D.3 Tegenindicaties van NPPV

Hartstilstand of ademhalingsstilstand

Hemodynamische instabiliteit

Myocardischemie of ritmestoornissen

Niet coöperatieve patiënt

Onmogelijkheid om een vrije luchtweg te vrijwaren

Hoog risico op aspiratie

Hoge gastro- intestinale bloeding

Ernstige hypoxemie

Ernstige encefalopathie

Faciaal trauma, ingreep of brandwonden

Ernstige agitatie

D.4 Welke vormen van respiratoir falen komen in aanmerking voor NPPV?

Hypoxemisch respiratoir falen

Cardiogeen longoedeem, hemodynamisch stabiel

Respiratoir falen tgv pneumocystische pneumonie

Respiratoir falen bij immunogecompromiteerde patiënten

Hematologische aandoeningen

Transplantpatiënten

Hypercapnisch respiratoir falen

COPD opstoot

Asthma-opstoot

Mucoviscidose

D.5 Wat zijn de voordelen van het gebruik van NPPV?

Vermijden van complicaties van intubatie

Trauma van de bovenste luchtwegen

Nosocomiale sinusitis

Pneumonie

Behouden van de luchtwegreflexen

Verbeteren van het comfort van de patiënt

Minder nood tot sedatie

Kortere ziekenhuisopname

Verbetering van de overleving

D.6 Wat zijn de nadelen van het gebruik van NPPV

Een angstige patiënt kan nog angstiger worden (claustrofobie)

Meer kans op lucht in de maag

Arbeidsintensief

Voor de patiënt: toename van de belasting

Voor de verpleging

Er is een risico voor het oplopen van letsels door druk op

De neus

Het gelaat

Het laat geen diepe bronchiale lavage toe

Risico op

Oedemen van de armen

Trombose van de V axillaris

Tympane dysfunctie

Veel geluid bij gebruik van helm

Er kan neiging bestaan om het te gebruiken ter uitstel van intubatie waarvan duidelijk is dat die toch noodzakelijk is

D.7 Welke settings moeten worden ingesteld voor NPPV

Zuurstof 100%

Toenemende IPAP 10 cmH₂O

Initieel EPAP 5 cmH₂O

D.8 De doelstellingen voor NPPV kunnen zijn

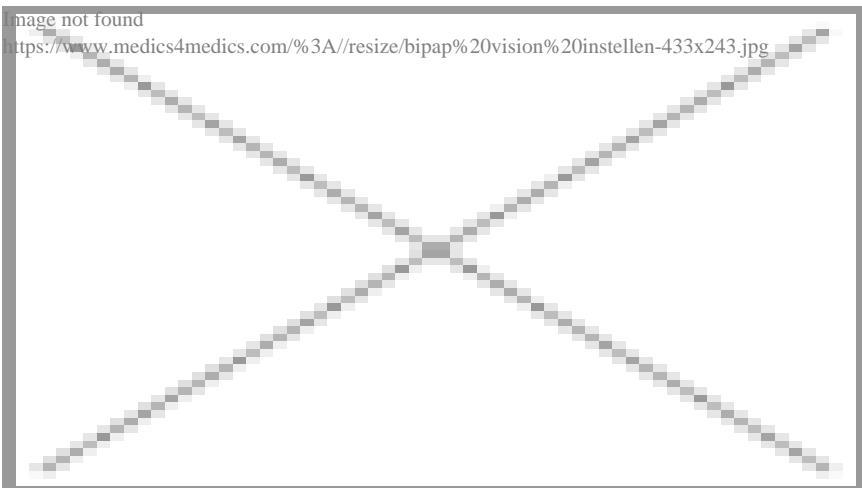
Resp. Rate < 30/min

Vt (tidal volume) 6-8 mL/kg

Verbeterde gasuitwisselingen

Patiëntencomfort

D.9 Opstarten van NPPV



Figuur 4: instellen van een niet inasieve drukbeademing dient op voorhand te gebeuren. Daarna kan men op regelmatige tijdstippen aanpassingen doorvoeren in functie van wat de patient verdraagt en wat het behaalde minuutvolume is.

Gebruik geen NPPV bij een patiënt die toch moet worden geïntubeerd om de intubatie uit te stellen.

Neem een arterieel bloedstaal voor bloedgasanalyse alvorens op te starten

Leg de procedure uit

Zet het bed halfzittend in 45°

Meet en bezorg de juiste maat van masker

Plaats het masker gewoon op het gezicht alvorens het vast te spannen met de riempjes

Zet bij de start volgende instellingen in:

Spontane modus

Trigger: hoogste gevoeligheid

FiO₂ 1.00 (100% zuurstof)

EPAP (PEEP) 4-5 cm H₂O

IPAP: 10-15 cm H₂O

Back-up frequentie: 6/min

Verhoog de EPAP met max. 2 cmH₂O per keer als u de oxygenatie wilt verhogen

Verhoog de IPAP telkens met evenveel om hetzelfde tidal volume te behouden

Als u assist-control gebruikt: Stel het initieel Tidal volume (teugvolume) in op 6-8 mL/kg

Pas zo nodig elke 15 minuten de instellingen aan om een optimale druk, volume en FiO₂ te krijgen

Volg de vitale parameters, pulse oximetrie, bewustzijn en herhaal regelmatig de arteriële bloedgassen

Binnen 1-2 uren moet er een verbetering zijn en na 4-6 uren moeten de doelen gehaald zijn om verder te

kunnen gaan met NPPV

E Kunstmatige beademing

E.1 Enkele begripsomschrijvingen

Tidal Volume

Is het luchtvolume dat we per ademhaling inademen of uitademen

Bij jonge gezonde volwassenen is dit 7 mL/kg lichaamsgewicht

Ongeveer 500ml

Bij beademing spreken we in de Nederlandstalige literatuur soms ook van

Teugvolume

Blaasvolume

Bij kunstmatige beademing kan men dit aanpassen in functie van de fysiologie en de aandoening (pathofysiologie)

6-8 mL/kg voor opstarten

10-10 regel voor ernstige COPD:

10mL/kg

Aan een frequentie van 10x/min

Inspiratoire tijd

Is de tijd waarin een bepaalde hoeveelheid lucht wordt ingeblazen

Uitgedrukt in

Tijdseenheid

Verhouding inspiratoire versus expiratoire tijd (I:E)

Voorbeeld

Als een patiënt een inspiratoire tijd heeft van 1.5 seconde

En de expiratoire tijd 4.5 seconde is

Spreken we van een I:E ratio van 1,5 over 4,5 of 1:3

PEEP

Positieve Eind-Expiratoire Druk

Is de druk in de longen (alveolair) boven de atmosferische druk (buiten het lichaam) op het einde van de uitademing

De twee soorten zijn

Extrinsieke PEEP

Deze wordt veroorzaakt door het beademingstoestel

Heeft als doel de alveolaire collaps te verminderen

Meestal is deze laag (3-5 cmH₂O)

Intrinsieke PEEP (auto-PEEP)

Deze wordt veroorzaakt door niet-volledige uitademing

Hierdoor ontstaat progressieve air trapping (hyperinflatie)

Oorzaken van auto-PEEP zijn vaak

Hoge minuutventilatie (hyperventilatie): Vooral bij drukgestuurde beademingsvormen

Uitademingsbelemmering in de luchtwegen (tumor, kleine maat tube)

Expiratoire weerstand in de kleine luchtwegen

Verhoogde bronchiale tonus (astma)

P_{Insp}

Inspiratoire luchtdruk bovenop de PEEP

Is de druk die een beademingstoestel genereert tijdens de inspiratie om lucht in de longen in te blazen

PIP

Piek Inspiratoire druk

Is de hoogste druk die in de longen voorkomt tijdens inspiratie

Is de som van de PEEP en de P_{Insp}

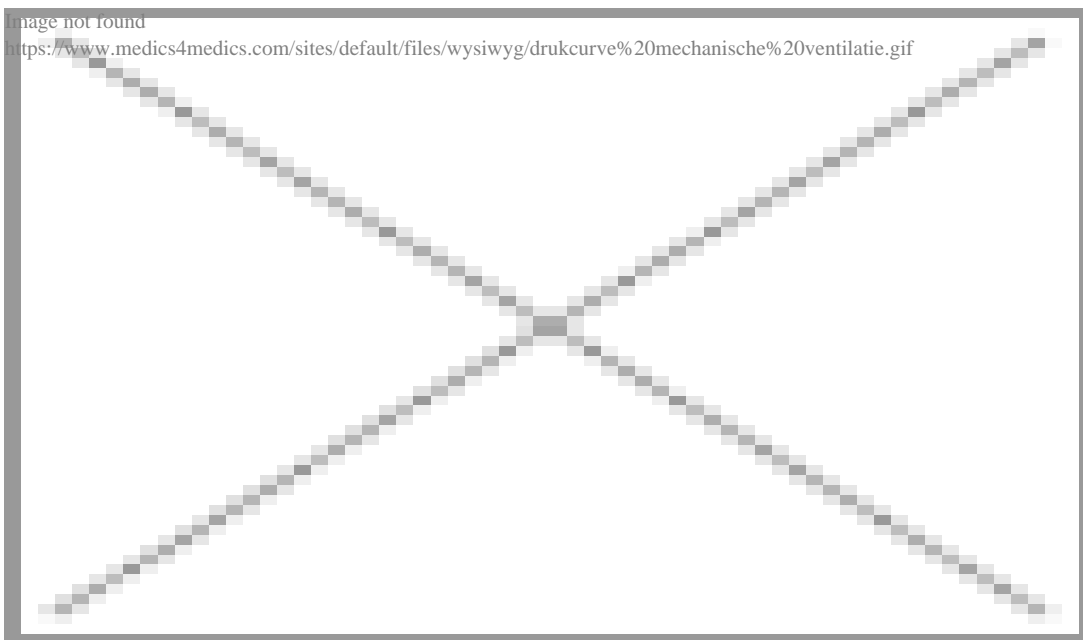
Men zal steeds een alarm instellen voor maximale PIP om te voorkomen dat de Alveoli beschadigen

IPAP

Inspiratory Positive airway pressure

Is de inspiratoire druk aan het einde van de inspiratie

Wordt bij volumegestuurde beademing ook de plateaudruk genoemd



Figuur 5: De verschillende drukken kan men terugvinden in de drukgrafiek

Trigger

De trigger is de stimulus van de patiënt die ontstaat door een inademing waarbij het beademingstoestel start met blazen van lucht

Deze trigger kan, afhankelijk van de beademingsmodus, bestaan uit

Drukverschil: Het toestel voelt een negatieve druk

Flowverschil: Het toestel voelt een bepaalde hoeveelheid lucht die richting patiënt vloeit.

CPAP

Continues Positive Airway Pressure

Dat is een blijvend PEEP niveau waarboven de patiënt kan blijven ademen

Deze kan worden geleverd door een masker van Boussignac of door een beademingstoestel



Figuur 6: CPAP kan worden gegeven met een masker volgens Boussignac. Het is een continue positieve druk die de oxygenatie kan verbeteren. Het is minder geschikt voor ventilatoir falen.

NIV

Non-Invasive Ventilation

Niet invasieve beademing of maskerbeademing

Is eigenlijk geen echte beademing maar een ademhalingsondersteuning

Een andere benaming is NPPV: Noninvasive Positive Pressure Ventilation

E.2 Indeling van de beademingsvormen

Invasieve vs. niet-invasieve beademing

Niet invasieve is eigenlijk geen echte "beademing" in de strikte zin.

Positieve vs. negatieve drukbeademing

Negatieve bestaat uit de ijzeren long en is grotendeels verlaten

Druk versus volumegestuurde ventilatievormen

Drukgestuurde beademingsvormen

Pressure control

SIMV pressure control

Pressure support/CPAP

BIPAP

Bilevel

Smartcare

NIV

Volumegestuurde beademingsvormen

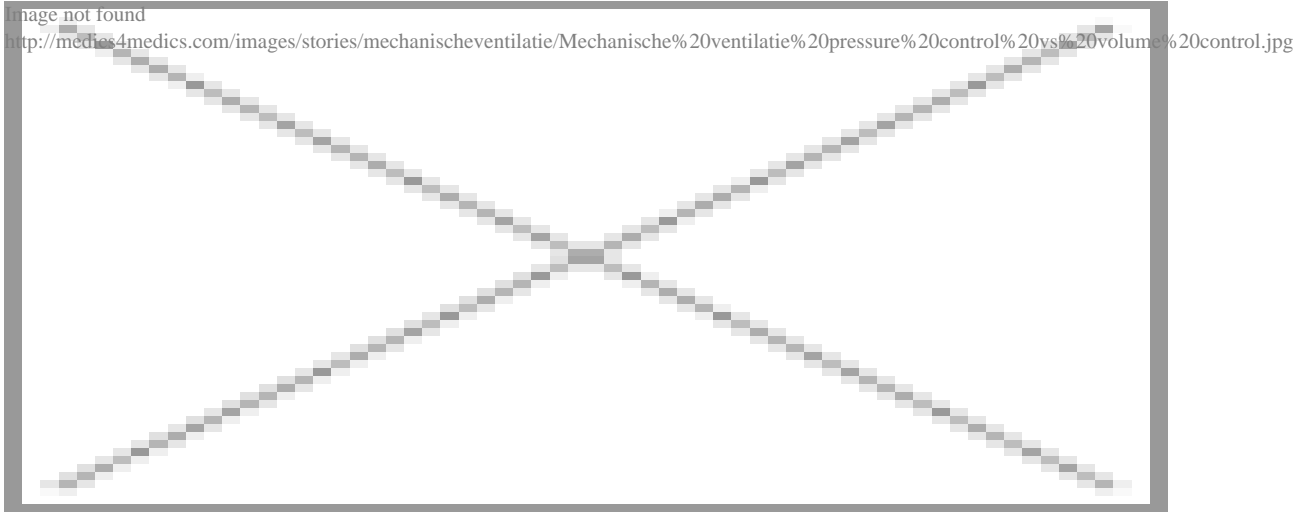
Volume control

SIMV volume control

Volume support

IPPV

PRVC



Figuur 7: Bij volumegestuurde beademing zal de flow constant zijn tot er een bepaald volume is ingeblazen. Bij de drukgestuurde beademing zal een bepaalde plateaudruk gedurende een bepaalde tijd zorgen voor influx (flow en volume) van lucht.

Conventionele vs. hoogfrequente beademing

Hoogfrequente beademing gaat minstens 2x de normale frequentie bedragen

Bij pasgeborenen: >120/min

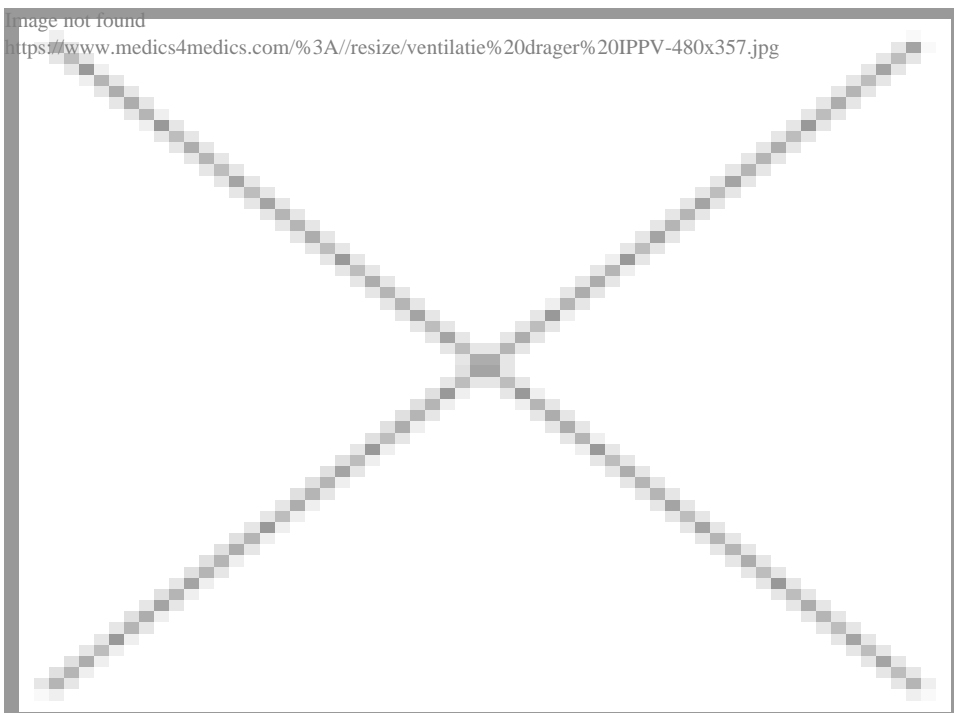
Teugvolumes zijn veel kleiner (soms kleiner dan de dode ruimte)

Gecontroleerde vs. geassisteerde beademing

Gecontroleerde:

De ventilator doet alles

De patiënt doet niets



Figuur 8: Gecontroleerde beademing. De patient doet niets. De ventilator zal de ademhaling volledig overnemen.

De twee hoofdvormen van gecontroleerde beademing

Volumegecontroleerd: CMV (Controlled Mechanical Ventilation)

Welke instellingen worden manueel aangepast?

Tidal volume (blaasvolume of teugvolume)

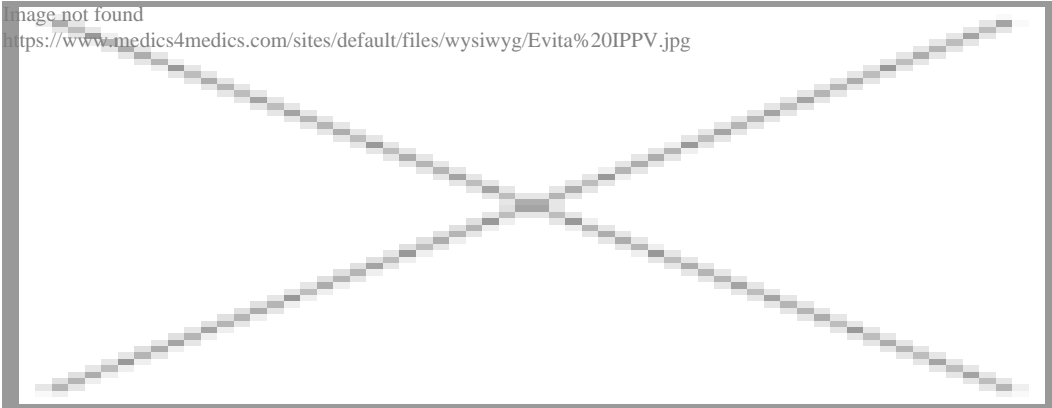
Ademfrequentie

Inspiratoire tijd

Per merk gebruikt men verschillende namen

Bij Dräger toestellen: IPPV (intermittent positive pressure ventilation)

Bij Servo-i: Volume Control



Figuur 9: Mogelijke instellingen bij volumegestuurde beademing (hier: IPPV)

De inspiratoire drukken worden bepaald door

Het tidal volume

De compliance (elasticiteit) van de longen

De flow (piekdruk)

De luchtwegweerstand (plateaudruk)

Drukgecontroleerd: PCV (Pressure controlled ventilation)

Welke instellingen worden manueel aangepast?

De inspiratoire drukken

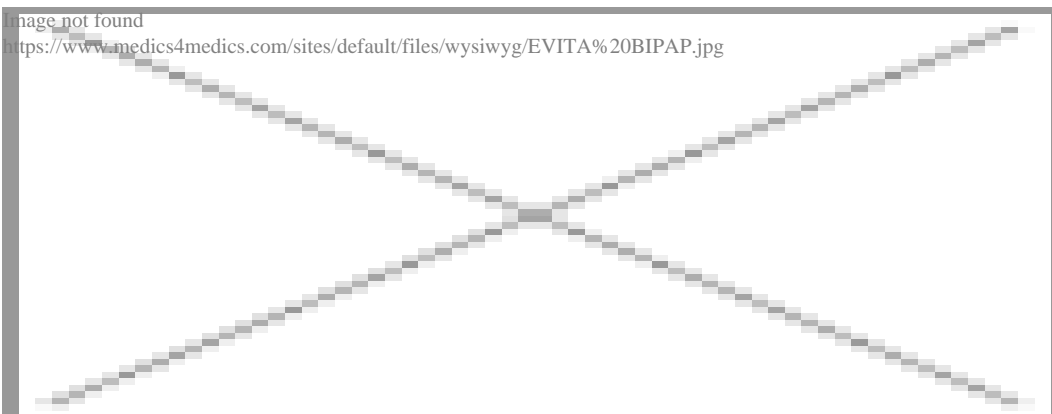
PEEP: positieve eindexpiratoire druk

P insp: Positieve inspiratoire druk: Is de druk bovenop de PEEP

PIP (Peak Inspiratory Pressure) = P_{ins} + PEEP

De frequentie

De inspiratoire tijd



Figuur 10: Mogelijke instellingen bij drukgestuurde beademing (hier: BIPAP)

Het tidal volume en de flow worden bepaald door

De longcompliance

De luchtwegweerstand

Per merk worden verschillende namen gebruikt

Dräger: Geen zuivere drukgecontroleerde beademing: Wel mengvorm: BIPAP

Servo-i: Pressure Control

Geassisteerde beademing

De patiënt ademt spontaan

Tijdens inspiratie verhoogt de druk in het circuit, waardoor de ademarheid afneemt

De ventilator detecteert het begin van de inspiratie door een trigger

Druktrigger (PEEP - 1-2 cmH₂O)

Flowtrigger (1-5 liter/minuut)

Er bestaan verschillende geassisteerde beademingsvormen

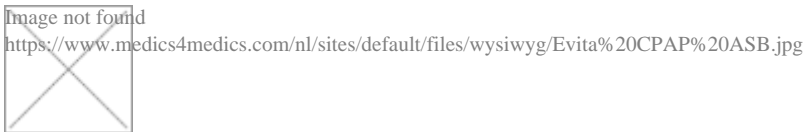
PSV (Pressure Support Ventilation)

Flow-gereguleerd of pressure support beademing

De patiënt triggert zelf de inspiratie

Een vooraf ingestelde druk wordt toegediend

De druk wordt manueel aangepast (getitreerd) op basis van het tidal volume dat de patiënt ermee haalt.



Figuur 11: Mogelijke instellingen bij drukgestuurde ademhalingsondersteuning (hier: BIPAP-ASB)

Men kan de druk aanpassen in functie van de behaalde resultaten betreffende

Tidal volume van 6-8 mL/kg

Vertraging van de ademfrequentie

Het gewenste ademminuutvolume

De inspiratoire golf decelereert

De patiënt bepaalt de duur van inhalatie

Het is hierbij essentieel om alarmen in te stellen alsook backup ventilatie als de patiënt onvoldoende ademt.

Voordelen zijn de hoge tolerantie door patiënten

Welke parameters worden manueel ingesteld?

De drukken

PEEP (Positieve Eind-Expiratoire druk)

Pinsp (Positieve Inspiratoire druk = de druk bovenop de PEEP)

De triggergevoeligheid (flow-trigger)

Het tidal volume wordt bepaald door

De hoeveelheid van inspanning vd patiënt

De rigiditeit van de thorax

De compliance (elasticiteit) van de longen

Andere: Niet te kennen

PAV: Proportional Assist Ventilation (Dräger: PPS)

NAVA: Neurally Adjusted Ventilatory Assist: Trigger door EMG meting van het diafragma

Enkele overgangsvormen

Assist-control ventilation

Gecontroleerde beademing waarbij de patiënt zelf kan triggeren

Bij triggeren krijgt de patiënt een volume- of drukgecontroleerde teug

Volume cycli of volume-assist controll

Geeft een vooraf ingestelde tidal volume

Men verandert de lengte van de inademing door aanpassing van

Piek inspiratory flow rate

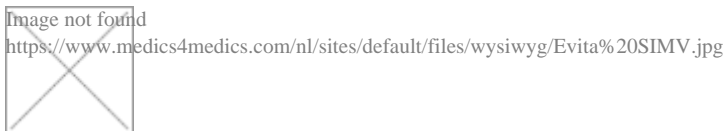
Keuze van inspiratory waveform

Vierkant

Sinusaal
 Decelererend
 Per merk verschillende namen
 Dräger: IPPV-assist
 Servo-i: Volume Control
 Time-cycli of pressure-assist controll (PCV)
 Geeft een constante druk gedurende een ingestelde tijd
 Flow en tidal volume zijn variabel en afhankelijk van weerstand
 Long compliance
 Thoraxwand rigiditeit
 De patiënt kan de beademingsfrequentie verhogen tot boven de ingestelde frequentie
 Per merk verschillende namen
 Dräger: BIPAP-assist
 Servo-i: Pressure Control

Synchronized intermittent mandatory (SIMV)

Volumegereguleerde cycli
 Tijdgereguleerde cycli
 Het (minimum) aantal ademcycli per minuut is op voorhand ingesteld
 Tussen de verplichte ademhalingen kan een patiënt zelf inhaleren
 SIMV wordt dikwijls opgestart om volledige beademing te geven en kan worden afgebouwd als de patiënt spontaan begint te ademen.
 Als de patiënt voldoende inhalaties triggert zullen er geen extra inhalaties voorkomen. Op die manier is er een synchrone manier van beademen mogelijk.
 Als er geen extra pressure support wordt voorzien zullen extra inhalaties een negatieve thoracale druk geven. Dit kan de cardiovasculaire functie verbeteren door verhoogde veneuze return.
 Een nadeel hiervan is dat zonder pressure support de ademarbeid potentieel zwaar wordt waardoor weaning moeizaam verloopt.



Figuur 12: Mogelijke instellingen bij volumegestuurde SIMV

BIPAP: Biphaseic Positive Airway Pressure

Wat wordt er vast ingesteld?

P_{Insp}

PEEP

T_{Insp}

Frequentie

Het lijkt op PCV, maar

Het circuit staat altijd open

De patiënt mag vrij door de opgelegde drukken heen ademen

De spontane ademhaling wordt ermee ondersteunt

Per merk

Dräger: BIPAP of APRV (Airway Pressure Release Ventilation)

Servo-i: Bi-Vent

E.3 Wat zijn de beste startsettings?

Wat is de beste modus? Daar waar men het meeste ervaring mee heeft

Wat is het optimale tidal volume? 6-8 ml/kg

Wat is de beste instelling voor de ademfrequentie?

In functie van de noden

Kijk hiervoor vooral naar de pH (vermijden acidose) en minder naar de PCO₂

Wat is de beste zuurstofconcentratie bij de start?

100% of Fio₂ = 1.0

Erna verminderen tot SpO₂ 92-94%

PEEP om de oxygenatie te ondersteunen

PEEP kan de piek inspiratoire druk verhogen. Dat is ongewenst bij ARDS

Start PEEP op 5 cm H₂O

Maximale PEEP is 15cmHg (voor NIV 10cmH₂O)

Vraag hulp aan een arts van intensieve zorgen

E.4 Wat moet men nakijken na het opstarten van kunstmatige beademing?

Rx thorax

Vitale parameters

O₂ saturatie

Synchroniseert de patiënt met de beademing?

Arteriële bloedgasname

Inademingsdrukken

I:E ratio

Auto-PEEP

Instelling van de alarmen van het beademingstoestel

Let op: Bij acute beademingsproblemen, koppel de patient los van het beademingstoestel en beadem via een ballon. Zo ontsnapt eventuele opgehoopte lucht (auto-PEEP) en kan je voelen of de luchtweg goed doorgankelijk is en of de thoraxweerstand toeneemt. Je kan ook de luchtweg aspireren via de tube.

E.5 Inspiratoire drukken

Piekdruk: P_{peak} of Peak inspiratoire druk

Inspiratoire plateaudruk

Is een indicator van de alveolaire distentie

<= 30 cm H₂O

Hoe kan je de plateaudruk verlagen?

De PEEP verlagen

Verminder het tidal volume

Verminder de auto-PEEP

E.6 Auto-PEEP

Auto-PEEP ontstaat wanneer de expiratoire flow niet terug naar 0 komt voor de inspiratoire flow start.

Diagnose

Meting

Analyse van de golfcurve

Gevolgen van auto-PEEP

Oplopen van de inspiratoire drukken

Interventies om auto-PEEP te verlagen

Verminderen van de ademfrequentie

Door de patiënt te sederen

Door de settings aan te passen

Verminderen van het tidal volume

Verhogen van de flow rate: Heeft minder impact

Veranderen van de golfvorm van decelererend naar constant (door pressure support modus te kiezen)

F Samenvatting

F.1 De doelen van kunstmatige ventilatie zijn

Ondersteunen van de oxygenatie: verhoging oxygenatie doe je door verhogen van:

-O₂ concentratie

-PEEP

Ondersteuning van de ventilatie: Verbetering ventilatie doe je door verhogen van:

-Tidal volume

-Ademfrequentie

Reductie in de ademarbeid

F.2 NPPV kan best worden gebruikt bij een alerte, coöperatieve patiënt waarbij men verbetering verwacht binnen 48-72 uur

F.3 Overweeg de voor- en nadelen van de verschillende modi bij het instellen van de beademing

F.4 Gebruik guidelines bij de start van beademing en pas later aan in functie van de monitoring

F.5 Begrijpen en kunnen herkennen van autopeep

F.6 De verschillende beademingsmodi begrijpen en de voor- en nadelen begrijpen van de verschillende modi. (Pressure support, Volume control en pressure control)

Voeg een nieuwe reactie toe

[Login](#) [1] of [registreer](#) [2] om te kunnen reageren

Bron-URL: <https://medicsformedics.nl/nl/advanced-life-support/mechanische-ventilatie>

Links

[1] <https://medicsformedics.nl/nl/user/login?destination=node/%23comment-form>

[2] <https://medicsformedics.nl/nl/user/register?destination=node/%23comment-form>