

Ventilatie en oxygenatie

I. Welke "onderdelen" in ons lichaam zorgen voor oxygenatie van de weefsels?

- A. Hartpomp
- B. Longweefsel: alveoli
- C. Bloedsomloop
- D. Perifeer vaatbed

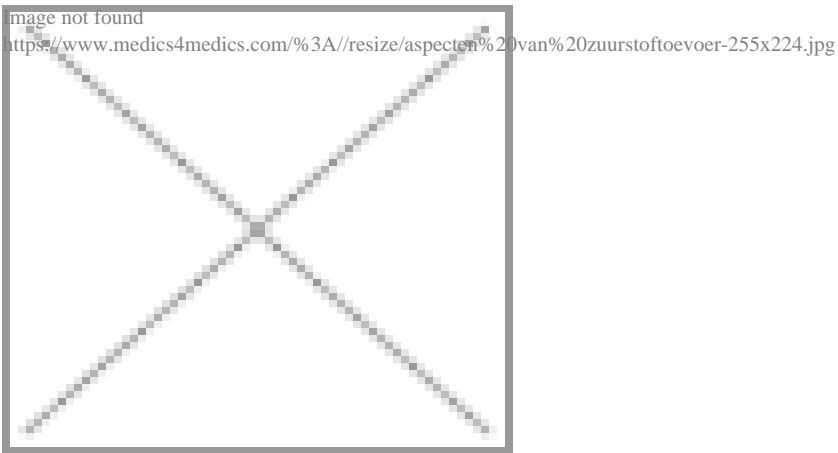


Fig. 1: De onderdelen die nodig zijn voor een goede oxygenatie van de weefsels zijn: De longen, het hart, de bloedsomloop, het perifeer vaatbed

II. Moeder waarom ademen wij?

- A. Weefsel van zuurstof voorzien (oxygenatie)
- B. CO₂ uit te ademen (ventilatie)

III. Oxygenatie

A. De zuurstofbalans

Wat zijn de onderdelen van de zuurstofbalans?

- Zuurstoftoevoer
- Zuurstofconsumptie

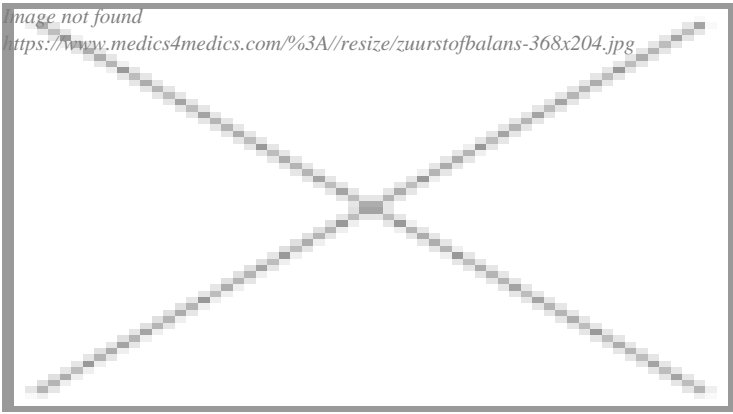


Fig. 2a: De normale zuurstofbalans van weefsels:

Het zuurstofevenwicht thv de weefsels wordt bepaald door de verhouding van de zuurstoftoevoer en de zuurstofbehoefte, zoals aangegeven in figuur 2a. Verhoging van de zuurstoftoevoer in de weefsels kan door hetzij verhogen van het zuurstofgehalte in arterieel bloed, ofwel door toename van de bloedstroom (door verhoging van de cardiac output).

Toename van het zuurstofverbruik zonder toename van de zuurstoftoevoer verlaagt de weefsel zuurstof niveaus. In normale omstandigheden zal bij een toename van de zuurstofbehoefte een evenredige toename van de zuurstoftoevoer ontstaan. Hierdoor blijven de weefsel zuurstof niveaus gehandhaafd in tijden van verhoogde zuurstofbehoefte. De zuurstofbalans is in evenwicht.

Deze toename van de bloedtoevoer en arteriële zuurstofniveaus wordt uitgevoerd door regulerende mechanismen.

Hoe ontstaat onevenwicht in de zuurstofbalans?

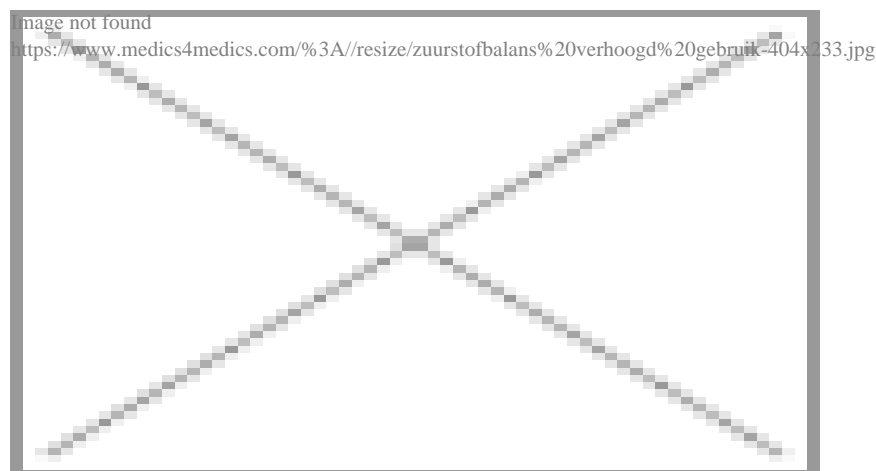


Fig. 2b: De verstoorde zuurstofbalans van weefsels

Figuur 2b toont een verstoorde zuurstofbalans, waarbij het zuurstofaanbod niet voldoet aan de zuurstofconsumptie. Deze verstoorde koppeling tussen zuurstofverbruik en toevoer kan bijvoorbeeld ontstaan bij hartziekte waarbij de cardiac output daalt. Alle andere oorzaken waardoor de opname thv de longen, de transportcapaciteit van het bloed of de afgifte van zuurstof ter hoogte van de weefsels vermindert, verstoren eveneens de zuurstofbalans. Wanneer de zuurstoftoevoer vermindert ten opzichte van de vraag, of wanneer niet aan een verhoogde vraag wordt voldaan door verhoogde toevoer, treedt dan zuurstoftekort ter hoogte van de weefsels of weefselhypoxie op. Hypoxemie betekent een verlaagd zuurstofgehalte in het bloed, terwijl hypoxie betekent dat de weefsels die zuurstof nodig hebben dit onvoldoende krijgen. Hierbij treedt dan anaerobe glycolyse op. Hierbij worden de suikers thv de weefsels niet verbrand, maar opgesplitst, waarbij melkzuur vrijkomt. Dit melkzuur valt uiteen in een negatief geladen lactaat-ion en een positief

geladen waterstof ion (H^+). De ophoping van H^+ veroorzaakt verzuring of acidose. Het lactaat kunnen we meten in het bloed (meestal via een arteriële bloedname) en geeft een idee van de graad van anaerobe glycolyse.

B. Wat zijn de determinanten van zuurstoftoevoer naar de weefsels?

Bloedflow (cardiac output)

Deze is afhankelijk van

Hartritme

Slagvolume: deze is afhankelijk van

Preload: deze is afhankelijk van

Veneuse return

Ventriculaire compliance

Preload beïnvloedt ook de contractiliteit

Afterload

Arterieel bloeddruk

Contractiliteit

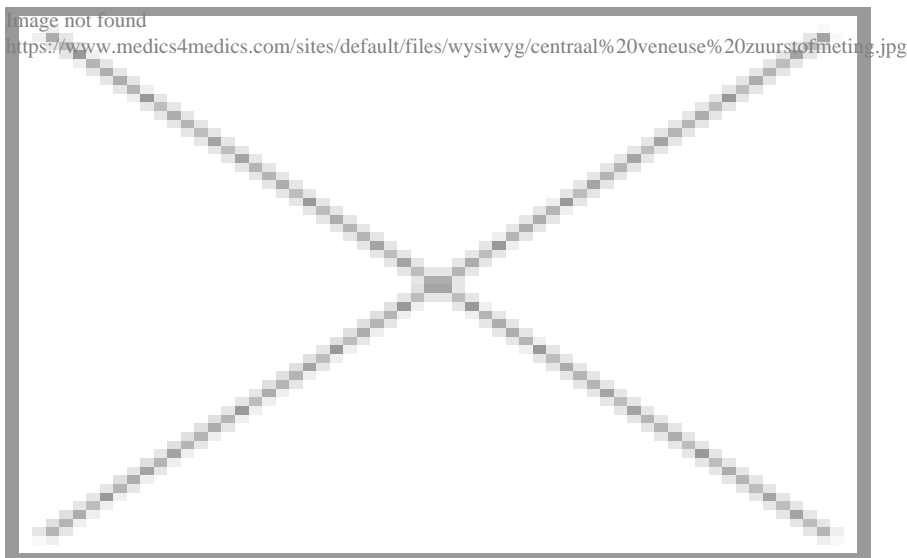


Fig. 3: De determinanten die bepalend zijn voor de oxygenatie van de weefsels.

De arteriële zuurstofconcentratie geeft ons een idee over de hoeveelheid zuurstof dat via de longen in ons bloed terecht komt. De bloedflow wordt bepaald door de cardiac output of het volume bloed dat het hart per minuut rond pompt. Hierbij zijn het slagvolume en de hartfrequentie bepalend. Uiteraard is de vullingstoestand hierbij van belang. De zuurstofconsumptie kan worden geschat door de verhouding van arterieel en gemengd veneus bloed te meten.

Image not found

<https://www.medic4medics.com/sites/default/files/wysiwyg/cardiac%20output.jpg>

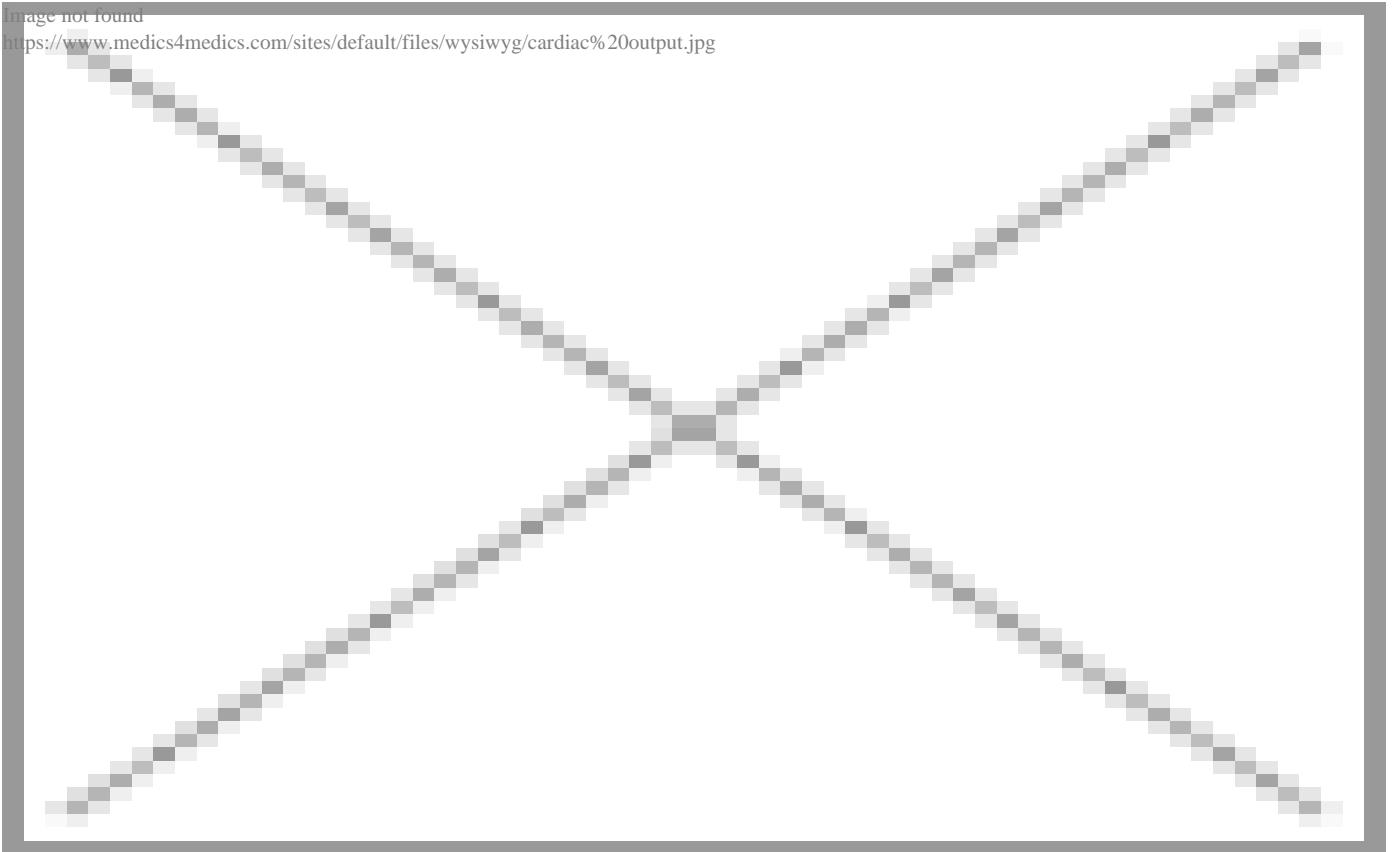


Fig. 4: De cardiac output wordt bepaald door de hartfrequentie x het slagvolume. Het slagvolume is afhankelijk van de preload, de afterload en de contractiliteit van het hart.

De preload wordt enerzijds bepaald door de hoeveelheid bloed dat via de venae cavae wordt aangeboden (veneuze return) en anderzijds door de compliance (elasticiteit) van de rechter ventrikel. Deze laatste kan verminderd zijn door myocardhypertrofie door langdurig hartfalen.

De afterload wordt vooral bepaald door de perifere weerstand waartegen het linkerhart moet pompen. De wordt gemeten in de arteriële bloeddruk (vooral de diastolische bloeddruk of de onderdruk).

Zuurstofconcentratie in arterieel bloed

Hemoglobine

Zuurstofsaturatie van oxyhemoglobine

Arterieel: 95-100%

1.34 ml O₂/g hemoglobine

Veneus: 75%

Image not found

<https://www.medic4medics.com/sites/default/files/wysiwyg/hemoglobine%20werking.jpg>

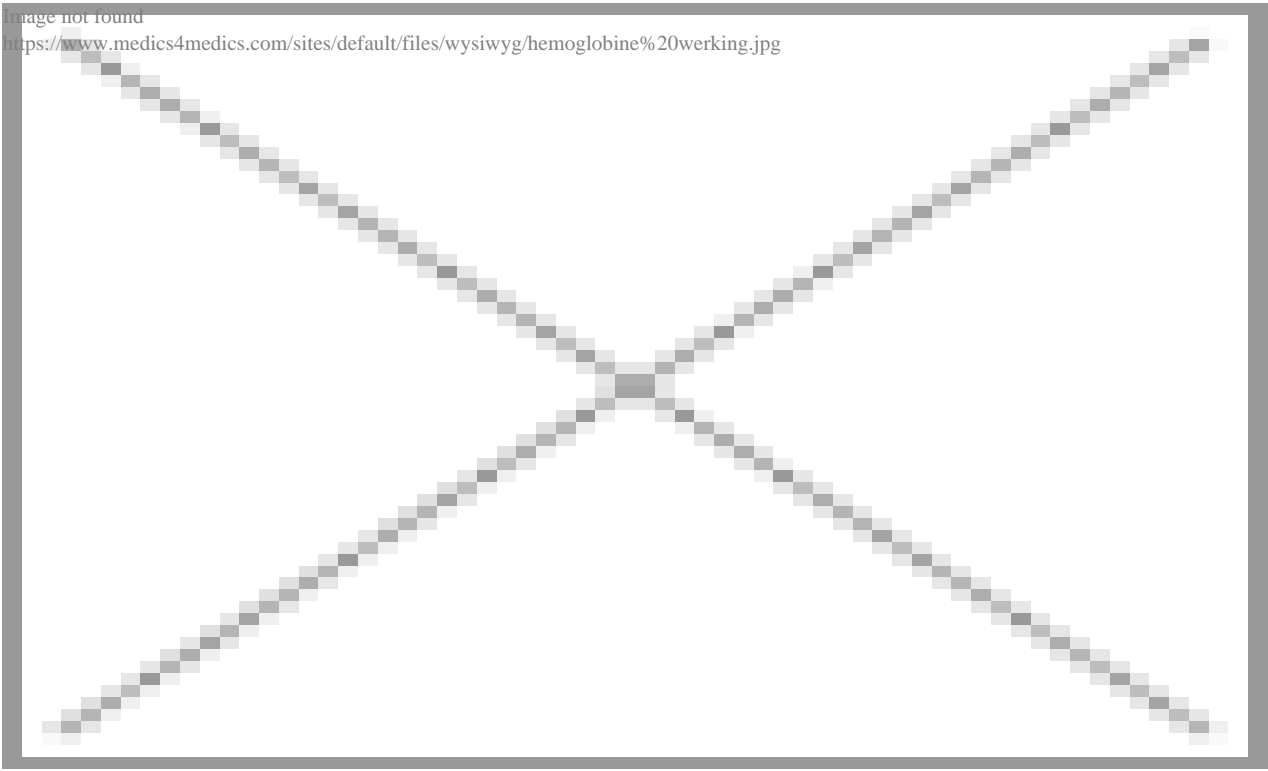


Fig. 5 De werking van hemoglobine. Ter hoogte van de alveolaire circulatie neemt hemoglobine zuurstof op. Hierbij zal het hemoglobine satureren tot 95-100%. Het wordt via de arteriële circulatie naar de perifere weefsels gepompt. Daar staat de zuurstof af. Hierbij daalt de saturatie van hemoglobine tot 75%. Dat wordt via de veneuze circulatie terug naar het rechter hart gepompt en van hieruit terug naar de longen.

De zuurstofsaturatiecurve van de zuurstofreserve

Tussen 100 en 75%: zuurstofopname tijdens normaal metabolisme

75-20%: zuurstofreserves die van het hemoglobine kunnen worden afgehaald bij toegenomen vraag

Image not found

<https://www.medic4medics.com/sites/default/files/wysiwyg/zuurstofsaturatiecurve%20zuurstofreserve.jpg>

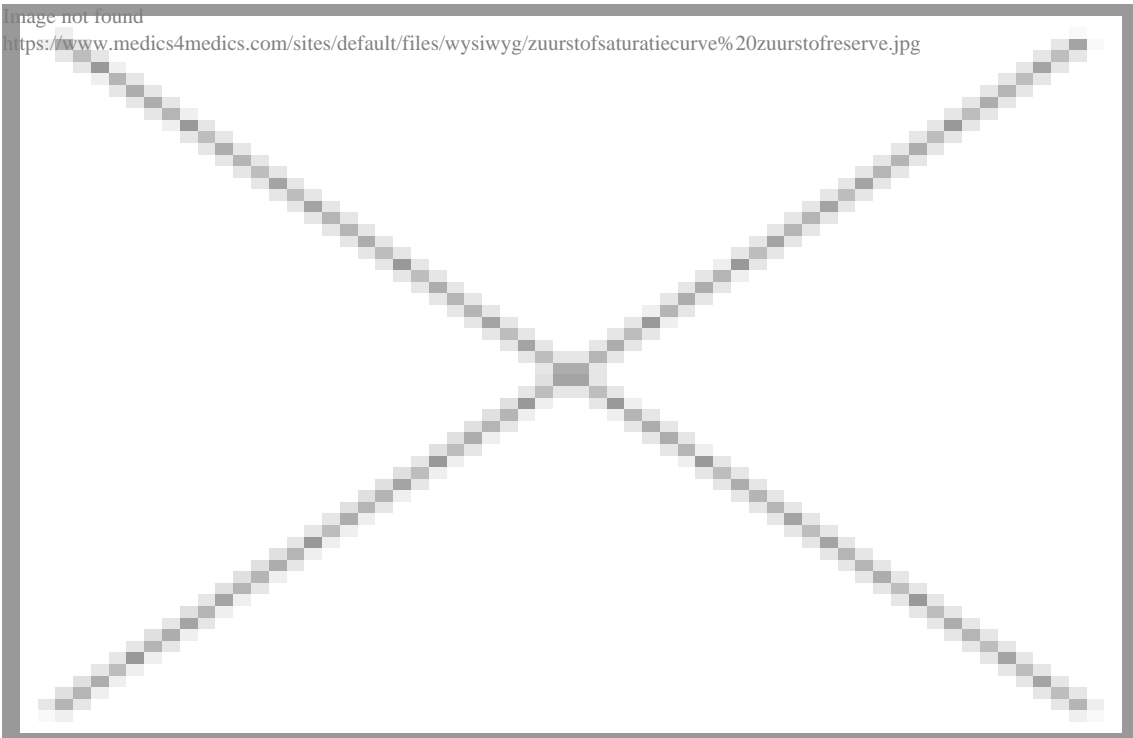


Fig. 6: De zuurstofsaturatiecurve: De hemoglobine zal in de longen worden opgeladen met zuurstof tot een saturatie van 95-100%. Hierdoor ontstaat een partiële zuurstofdruk tot 100 mmHg. In de perifere weefsels staat hemoglobine de zuurstof af, waardoor de partiële zuurstofdruk daalt tot 40 mmHg. De hemoglobine blijft dan ongeveer 75% gesatureerd. De verhouding van de zuurstofsaturatie tot de partiële zuurstofdruk is echter niet lineair. Daling van de saturatie in arterieel bloed lager dan 90% leidt tot een ernstige daling van het reële zuurstofgehalte of de partiële zuurstofdruk. Daarom moet men de zuurstofsaturatie bij een patiënt steeds boven 90-92% houden. Bij lagere saturatie zal de patiënt ernstige hypoxemie krijgen door ernstig verlagen van de partiële zuurstofdruk in het bloed. Indien de zuurstofnood thv de weefsels door inspanning of koorts plots ernstig toeneemt, kan de hemoglobine nog meer zuurstof afgeven, tot een minimale saturatie van 20%. Deze zuurstofreserve vormt onze redding bij acute inspanning, een reanimatie of bij hoge koorts en voorkomt dat de weefsels dan onmiddellijk afsterven. Nochtans is deze werking niet optimaal. Als veneus bloed zich minder dan 75% gesatureerd aanbied aan de longen, zal het niet snel genoeg terug maximaal kunnen satureren tot tegen 100%.

IV. Ventilatie

A. De PaCO_2 is de partiële koolstofdioxidedruk in arterieel bloed.

B. De PaCO_2 komt overeen met de resterende hoeveelheid kooldioxide in het arteriële bloed na verwijdering van koolzuur in de longen.

C. We bespreken ventilatie verder in
de vrije luchtweg en masker-ballonbeademing
beademingsvormen

V. De pathofysiologische vormen van respiratoir falen

A. Hypoxemie: Falen van de oxygenatie

Bij kamerlucht is de verwachte PaO_2 : $\leq 50-60$ mmHg

Aandoeningen die hypoxemie veroorzaken

Pneumonie: Op Rx thorax: frequent infiltraten

Hartfalen met longoedeem

ARDS

Bronchospasmen: COPD, Astma

Trauma: longcontusie, longlaceratie

Andere aandoeningen

Interstitieel longlijden

Longembolie

Longatelectase

Mucoviscidose

Neoplasieën

Pathofysiologische indeling van de oorzaken van hypoxemie

Mismatch in ventilatie/perfise (V/Q)

Shunt effect (links-rechts shunt) : Wel perfusie, geen ventilatie

Ventilatie naar de alveoli is geblokkeerd

Aandoeningen

ARDS

Atelectase

Pneumonie

Longoedeem

Behandeling bij shunt

Zuurstof: Helpt niet in die longdelen waar geen ventilatie is

Opheffen of verkleinen van het shuntgebied

Atelectase opheffen

Longoedeem: diuretica om het water uit te scheiden

Cardiale medicatie

Dode ruimte effect: wel ventilatie; geen perfusie

Er is wel voldoende zuurstof in de alveoli maar problemen in het capillair bed zodat er geen uitwisseling plaats kan vinden

Aandoeningen of oorzaken

Longembolie

Hoge beademingsdrukken

Alveolaire hypoventilatie

Alcohol

Sedativa

Hersenletsel

Neuromusculaire ziekte

Hypercapnie

Verminderde diffusie thv de alveoli (zeldzamer)

Interstitieel oedeem

Inflammatie

Longfibrose

Amyloidose

Hoogte

Therapie bij hypoxemie

Aanpassen van de toegediende zuurstofconcentratie

Toedienen van CPA P: Continuous Positieve Airway Pressure

Bij beademde patiënten: verhogen van de PEEP (Positive end expiratoiy pressure)

B. Hypercapnie: Falen van de ventilatie

$\text{PaCO}_2 \geq 50\text{mmHg}$ met $\text{pH} < 7.36$

Pathofysiologische indeling

Verhoogde CO_2 productie door verhoogd metabolisme

Brandwonden

Hyperthyroïdie

Hardnekkige koorts

Verminderde effectieve alveolaire ventilatie

Centrale ademdepressie

Traumatisch hersenletsel

Sedatieve medicatie

Metabole stoornissen

Falen van de "respiratoire pomp"

Verminderde kracht van de ademhalingspijnen

Neuromusculaire ziekte

Uitputting

Verhoogde mechanische belasting

Verhoogde luchtwegweerstand door bronchoconstrictie

Asthma

COPD

ARDS

Obesitas

Auto-PEEP / hyperinflatie

Toename van de dode ruimte

Longembolie

Gedaalde cardiac output

Hypovolemische shock

Hoge druk in de luchtwegen

Oorzaken die hypercapnie veroorzaken ingedeeld per anatomische groep

Centraal zenuwstelsel

Intoxicaties

Opioiden

Benzodiazepines

Barbituraten

Anesthetica

Vergif

Metabole oorzaken

Hyponatriëmie

Hypocalcemie

Alkalose

Myxoedeem

Neoplasma

Infecties

Meningitis

Encefalitis

Polio

Hersenabces

West Nijl myelitis

Verhoogde intracraniële druk

Andere

Centrale alveolaire hypoventilatie

Slaapapnee

Perifere zenuwen en spieren

Trauma

Ruggemergletsel

Diafragmaletsel

Intoxicatie

Neuromusculaire blokkade

Aminoglycosiden (antibiotica)

Arsenicum

Strychnine

Botulisme

Metabool

Hypokaliemie

Hyperkaliemie

Hypofosfatemie

Hypomagnesemie

Neoplasma

Infecties (o.a. tetanus)

Bovenste luchtweg

Weefselopzetting

Keelontsteking

Hyperplasie

Keeltumoren

Poliepen

Goiter

Infectie

Epiglottitis

Laryngotracheitis

Trauma

Thorax

Trauma

Ribfracturen

Fladderthorax

Escharen van brandwonden

Andere factoren die bijdragen

Pneumothorax

Pleuravochtuitstorting

Liggende positie

Obesitas

Pijn

Ascites

Misvormingen van de thorax

Kyfoskoliose

Spondylitis

Verstijving van de thorax

Op Rx thorax eerder beeld van hyperinflatie

Behandeling kan enkel door de oorzaak te behandelen

Vochttherapie

Verbeteren van de cardiac output

Verminderen van de beademingsdruk

Oplossen van de vaatobstructie (embolen)

C. Mixed: voorbeelden

COPD

Ernstig congestief hartfalen

Multifactorieel bij kritische patient

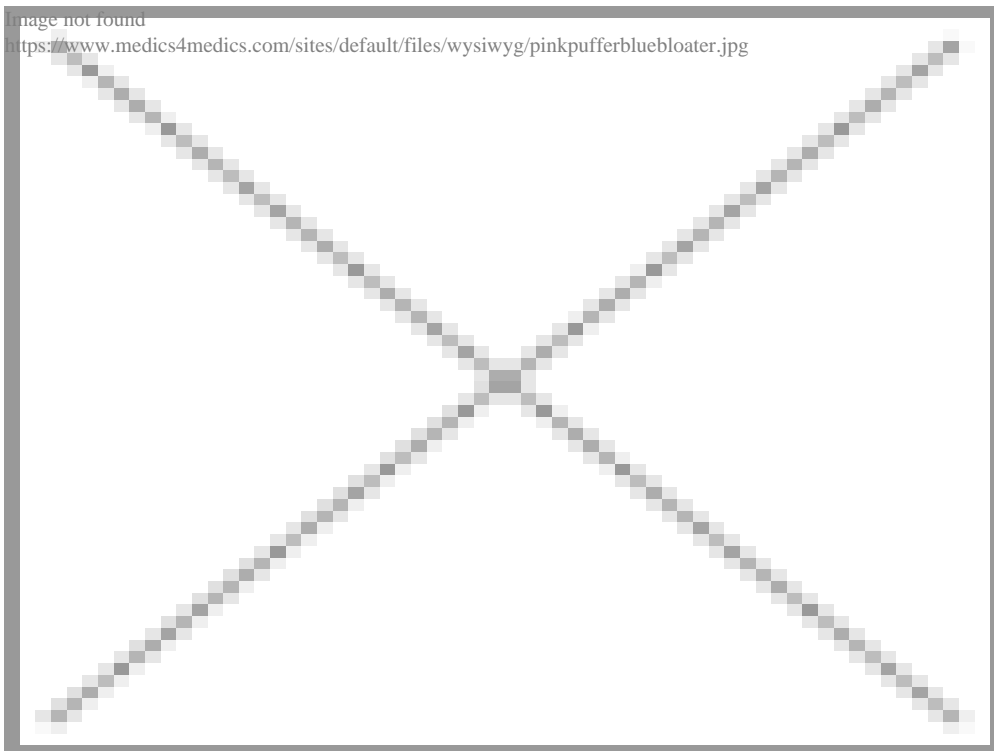


Fig 7. Pink puffer versus blue bloater:

De vergelijking van deze twee patiëntengroepen toont duidelijk de essentie van het verschil tussen ventilatie en oxygenatie. Sommige aandoeningen verstoren vooral de oxygenatie (oa pneumonie en chronische

bronchitis). Hierbij zal de mucusproductie de diffusie van zuurstof verstoren thv de alveoli. Het capillair vaatbed is echter niet beschadigd en de ventilatie voor de CO₂ uitademing niet of minder verstoort. De patiënt is vooral hypoxemisch en zal er cyanotisch uit zien, zich erg moe voelen en eerder opgezet zijn (bloating= zwelling).

Bij de pink puffer zal door longemfyseem de alveoli en het capillair vaatbed thv de alveoli beschadigen. De oxygenatie zal ook dalen. De patiënt zal dit compenseren door te hyperventileren (puffer). Hierdoor stijgt de oxygenatie en zal de patiënt er minder cyanotisch uit zien (pink). Vanwege de gedaalde cardiac output zullen deze personen ernstig vermageren en er cachectisch uit zien.

Voeg een nieuwe reactie toe

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

Bron-URL: <https://www.medics4medics.com/nl/ventilatie-en-oxygenatie>

Links

[1] <https://www.medics4medics.com/nl/user/login?destination=node/%23comment-form>

[2] <https://www.medics4medics.com/nl/user/register?destination=node/%23comment-form>