

Hyperbare geneeskunde; achtergronden en toepassingen

Mieke Bruyn, namens de afdeling Hyperbare Geneeskunde, Academisch Medisch Centrum, Amsterdam

De definitie van hyperbare geneeskunde luidt als volgt: de hyperbare geneeskunde betreft het behandelen van patiënten met 100% zuurstof bij een druk die hoger is dan de normale 1 atmosfeer waarin we leven. Verder worden in de hyperbare geneeskunde de invloeden van drukken, zowel onder- als bovendruk, op het menselijk organisme onderzocht.

De werking van hyperbare zuurstof therapie berust op de Wet van Henry. Deze zegt dat "de oplosbaarheid van een gas in een vloeistof recht evenredig is met de druk van dat gas boven deze vloeistof". Wat betekent dit nu in de praktijk?

De lucht die wij inademen bestaat voor 20,94% (21%) uit zuurstof en voor 78,8% (79%) uit stikstof. Door de omgevingsdruk te verhogen naar 3 atmosfeer (i.p.v. de 1 atmosfeer waarin wij leven) m.b.v. een hoge drukkamer waarin de patiënt zich bevindt en hierbij de hoeveelheid in te ademen zuurstof met factor 5 te vermenigvuldigen naar 100% zal de totale hoeveelheid zuurstof in het bloed theoretisch 15x zo hoog worden.

Tabel 1 laat duidelijk de toename van de diverse pO_2 -waarden onder normo- en hyperbare omstandigheden zien.

Om nu te zeggen dat hiermee het hele effect van de hyperbarie is uitgelegd, zou wat te eenvoudig zijn, want de pO_2 mag dan wel gestegen zijn, dat wil nog niet zeggen dat alle zuurstof ook daadwerkelijk in de weefsels terecht komt.

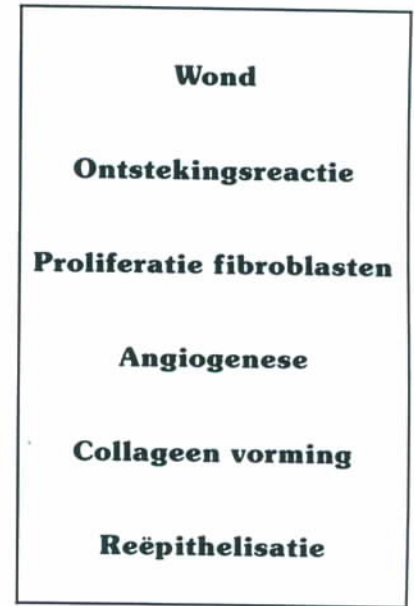
Er zijn diverse factoren die het transport van de zuurstof vanuit de longen naar de periferie kunnen beïnvloeden. nl.:

- Longfunctie
 - Cardiac Output
 - Circulerend volume
 - Weefselperfusie
 - De hoeveelheid O_2 die het bloed kan vervoeren
 - Plaatselijk O_2 verbruik
- Enmaal in de periferie aangekomen bepaalt de zuurstof gradiënt weer de hoeveelheid O_2 die daadwerkelijk naar en in de cel diffundeert. Deze O_2 -gradiënt wordt weer bepaald door de volgende factoren:
- arteriële O_2 -spanning
 - type weefsel
 - afstand tussen de capillairen
 - intensiteit van het celmetabolisme

Vooraf op de intercapillaire afstand wil ik iets dieper ingaan.

Indien een capillair wordt afgesloten door geactiveerde leucocyten (bij ontstekingen) en/of door trombocyten (bij trauma) zal de afstand tussen de omliggende nog doorgankelijke capillairen groter worden en de weefsel pO_2 dus lager. Ditzelfde effect zien we bij oedeemvorming, doordat vocht zich ophoopt tussen de weefsels en op deze wijze ook de intercapillaire afstand vergroot.

Bij elke wond die optreedt, ongeacht de oorzaak, zal een genezingsproces op gang worden gebracht zoals die is weergegeven in figuur 1.



Figuur 1

Indien er niet genoeg O_2 aanwezig is zal de ontstekingsreactie worden verstoord en het normale genezingsproces niet plaatsvinden. Doelen van de hyperbare zuurstof therapie zijn:

- A. Verbetering van de weefsel pO_2 , nodig voor een normale wondgenezing.
- B. Verbetering van de fagocytair functie door het stimuleren van de zuurstof-afhankelijke uitschakelings mechanismen, zowel direct als indirect.
- C. Het verminderen van oedeem en het verbeteren van de circulatie in het aangetaste gebied. Dit kan grofweg worden samengevat als een stimulering van de afweermechanismen en mogelijkheden tot weefsel herstel van de gastheer.

DRUK (Bar)	1,0	1,0	3,0	
FiO_2 (vol%)	20,9%	100%	100%	
Veneuze pO_2	36 +/- 4	60 +/- 9	101 +/- 36	mmHg
$TcpO_2$	69 +/- 95	-----	mmHg	
Spier pO_2	29 +/- 3	59 +/- 13	221 +/- 72	mmHg

Tabel 1

Indicaties

Alhoewel er een lange lijst met indicaties bestaat voor toepassing van hyperbare zuurstof therapie wil ik in dit artikel ingaan op twee voor u van belang zijnde ziektebeelden.

Gasgangreen

Gasgangreen is een acute, zeer snel progressieve, niet pyogene, necrotiserende gasvormende infectie van spieren, huid en subcutis, veroorzaakt door een anaërobe, sporenvormende bacterie van de Clostridium-groep. Meestal betreft het de Clostridium Welchii of perfringens. De besmetting vindt plaats d.m.v. sporen en de oorzaak is exo- of endogeen.

Exogene infecties worden vooral gezien na straatongevallen, waarbij sprake is van gecompliceerde fracturen en/of weke delen letsels.

Er zijn echter ook gevallen bekend waarbij de infectie plaatsvindt na een "steriele" ingreep, een intra-musculaire injectie of na een abortus.

Endogene infecties ontstaan na besmetting vanuit een reeds in het lichaam aanwezige Clostridiumhaard (bij. na operaties aan gal- of urinewegen). Clostridia komen namelijk in grote hoeveelheden voor in faeces van mens en dier.

Gasgangreen heeft een zeer kenmerkend verloop. Eén van de



Foto 2

Tank bij de afdeling Hyperbare Geneeskunde van het A.M.C.

eerste symptomen is pijn in het wondgebied zonder dat er nog afwijkingen aan de wond worden gezien, gevolgd door forse zwelling, een strak gespannen glanzende en bleke huid. In de wond vindt men een waterdun, rood-bruin exsudaat. In de volgende fase zal de huid rood-bruin verkleuren (koper/bronskleurig). Deze verkleuring is snel progressief en breidt zich centripetaal uit. De rood-bruine kleur is rondom de wond het donkerst en de wondranden zullen bruin-zwart worden t.g.v. necrose. Als men het weefsel palpeert zal een knisperend geluid waarneembaar zijn (zoals het lopen door verse sneeuw). Op de röntgenfoto zal gas veervormig tussen de spiervezels waarneembaar zijn (zie foto 1).

Als laatste symptoom ontstaan er blauw-zwarte bullae, gevuld met een heldere serosanguinolente vloeistof. Bovendien heeft de wond een zeer kenmerkende, weezoete geur. Als men deze geur eenmaal heeft geroken, zal men een gasgangreen altijd aan die geur kunnen herkennen. Uiteraard zal de patiënt ook alle verschijnselen vertonen die optreden bij een gewone grote infectie (snel stijgende en hoog oplopende temperatuur, lage RR, hoge polsfrequentie en alle verdere tekenen van een ernstige septische shock). De patiënt zal suf en verward worden en kan zelfs in coma raken. De noodzaak bestaat nu om zo snel mogelijk met hyperbare zuurstof therapie te starten. Zodra de weefsel pO_2 250 mmHg is, stopt de productie van het lethale alpha-toxine en wordt verdere groei van de bacteriën geremd. Reeds bij het stellen van de diagnose en tijdens het vervoer naar het AMC zou men al met toediening van 8 liter zuurstof per neus-mondmasker moeten starten, evenals met de toediening van 8-10 miljoen E penicilline per 24 uur.

De HBO-therapie voor gasgangreen bestaat uit 7 zittingen, te weten 3 zittingen in de eerste 24 uur en daarna nog 4 keer, om de 12 uur. Er is gebleken dat als een patiënt de eerste 4 zittingen "haalt" hij/zij in ieder geval niet aan het gasgangreen zal overlijden.



Foto 1

Gas veervormig tussen spiervezels welke typisch is bij gasgangreen

Over het algemeen behoeft men niet eerder dan na deze 4e zitting chirurgisch in te grijpen. Onze ervaring is namelijk dat;

- 1 Veel extremiteiten behouden kunnen blijven, die anders bij opname geamputeerd zouden zijn.
- 2 Er later na de vierde zitting een kleinere ingreep nodig is bij een patiënt in een klinisch betere conditie.
- 3 Hyperbare zuurstof therapie de demarkatie bevordert tussen dood en levend weefsel.

De klinische toestand van de patiënt hoeft geen beletsel te zijn om hem te behandelen in de hyperpressiekamer. Deze is groot genoeg om zelfs een IC-patiënt (eventueel met beademing) te behandelen (foto 2). Het spreekt vanzelf dat indien de conditie van de patiënt dit vereist er altijd medische begeleiding aanwezig is in de kamer tijdens de behandeling.

Casus:

Een 51-jarige man wordt na een val van een ladder elders opgenomen met een zeer ernstige communitieve fractuur van de distale tibia rechts. Hij krijgt een externe fixateur en een wondtoilet. Twee dagen post-operatief klaagt hij over hevige pijn in de kuit en is er sprake van sterke temperatuurstijging. De wond ruikt weëg zoet, maar er is geen crepitatie. De wond aan de laterale zijde van het distale onderbeen is necrotisch en bovendien is er sprake van een Hb-daling. De röntgenfoto laat gasvorming zien en in het grampreparaat worden grampositieve staven aangetoond. Patiënt wordt dezelfde avond nog overgeplaatst naar het AMC en er wordt direct gestart met HBO volgens schema. Het gasgangreen had zich inmiddels tot in de lies uitgebreid. Helaas was de necrose toch nog zo ver gevorderd dat er uiteindelijk een onderbeensamputatie gedaan moest worden (zie foto 3 a + b). De genezing verloopt voorspoedig en de patiënt wordt teruggeplaatst naar elders. Een jaar later wordt hij weer hier opgenomen voor een stompcorrectie. Binnen 24 uur kreeg hij wederom een

sterke temperatuurstijging. Voordat de diagnose kon worden gesteld vertelde hij zelf al dat dit gasgangreen was. Hij herkende de pijn. Een röntgenfoto liet inderdaad gasvorming zien tussen de spiervezels en binnen het uur kon worden gestart met de HBO-therapie. De toestand verbeterde hierop snel en op deze wijze kon verdere amputatie worden voorkomen.

Necrotiserende fasciïtis

Gezien het progressieve beeld wordt deze infectie nog wel eens verward met gasgangreen. Deze infectie ontstaat na een trauma of een chirurgische ingreep. Vroeger werd het ook wel het ulcus van Meleney genoemd. Onder necrotiserende fasciïtis wordt een snel voortschrijdende necrose van de diepe fascie

verstaan, met een hierop volgende necrose van de bovenliggende subcutis en huid door thrombose van de subcutane bloedvaten.

Necrotiserende fasciïtis komt over het algemeen vaker voor bij DM-patiënten, waarschijnlijk omdat deze gevoeliger zijn voor het ontstaan van infecties, vanwege de slechte doorbloeding voornamelijk aan de onderste extremiteiten.

Wondkweken tonen vaak een menginfectie aan van aërobe en anaërobe bacteriën. Kweken van fasciebiopten tonen een hemolitische streptococ. Kenmerken van de necrotiserende fasciïtis zijn (in volgorde van optreden): lichte roodheid, zwelling en oedeem rondom de wondrand of infectieplaats, livide-blauw verkleuring, blaarvorming en

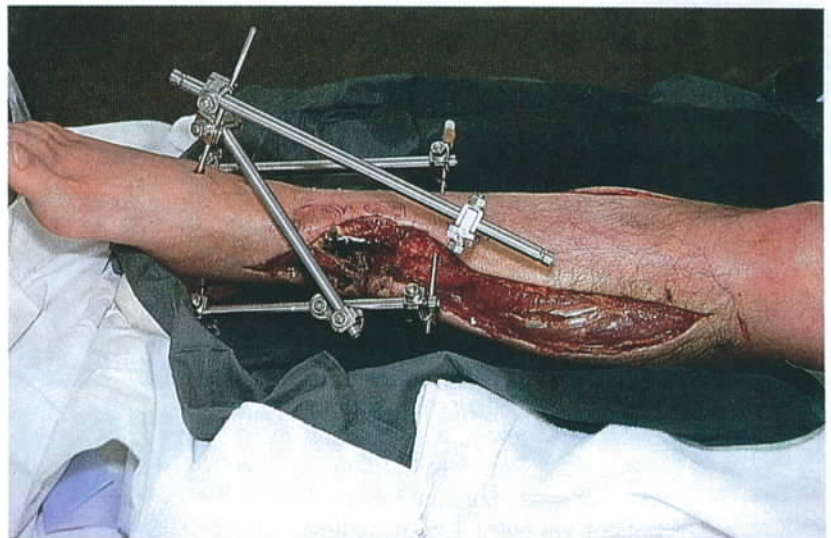


Foto 3a Situatie bij binnenkomst.



Foto 3b Situatie na drie dagen.

gangreen. De pijn die in het begin nog wel aanwezig is, zal verdwijnen doordat de huidzenuwen bij het infectie- en necroseproces worden betrokken. Bij in- en excisie van het necrotisch weefsel treft men een geel-groen glazig aspect van de necrotische fascie aan (foto 4).



Foto 4
Het geel-groen glazig aspect van de necrotiserende fascie.

In tegenstelling tot het gasgangreen, waar de hyperbare zuurstof de eerst aangewezen therapie is, staat chirurgisch ingrijpen bij deze infectieziekte voorop, gevolgd door antibiotica. Hyperbare zuurstof therapie zal dan als ondersteunende therapie worden toegevoegd. Afhankelijk van de ernst van de infectie en de conditie van de patiënt zal hij/zij 1 of twee keer per dag gedurende 2 uur in de hyperpressiekamer behandeld worden.

De belangrijkste werking van de hyperbare zuurstof bij deze infecties is eigenlijk het weer herstellen van de normaal aanwezig afweer- en reparatiemechanismen van het menselijk lichaam.

Literatuur

- Bakker D.J.: The use of hyperbaric oxygen in the treatment of certain infectious diseases especially gas gangrene and acute dermal gangrene. Proefschrift Universiteit van Amsterdam, 1984.
- Bakker D.J.: Clostridial myonecrosis. In: J.C. Davis, T.K. Hunt eds. Problem wounds, the role of oxygen; 1988, Elsevier Science Publ. Company, Inc. New York, Amsterdam, p. 153-172.
- Mader J.T.: Mixed anaerobic and aerobic soft tissue infections. In: J.C. Davis, T.K. Hunt eds. Problem wounds, the role of oxygen; 1988, Elsevier Science Publ. Company, Inc. New York, Amsterdam, p. 173-186.