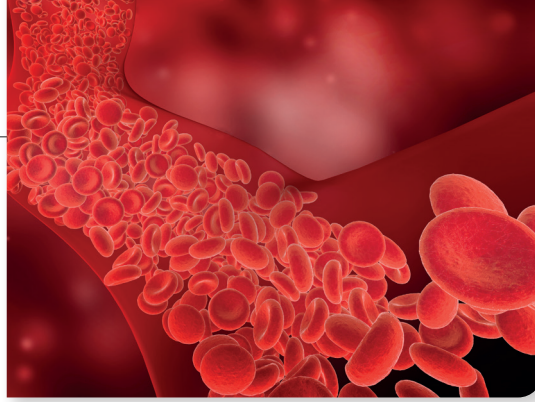


Topicale zuurstoftherapie en de *meerwaarde* bij gecompliceerde wonden

✓ *Drs. Ron Legerstee, Consultant Wound Healing & Tissue Repair Pe@r Review en
Ton Lassing, redacteur Nederlands Tijdschrift voor Wondzorg*



Afbeelding: Bloedvat van de huid. Een ingekleurde Scanning Electronen Microscoop afbeelding.

» “Doe maar een Hb-tje” is een gevleugelde uitspraak onder artsen en verpleegkundigen. Iedere behandelaar weet direct dat het dan gaat om hemoglobine. Het klinkt als een kleinigheid maar we hebben het hier over het zuurstof in het bloed waarvan iedereen weet dat dit essentieel is voor je lichaam en het leven. Want zonder de juiste hoeveelheid zuurstof die bij iedere ademteug je systeem wordt binnengeleid kun je je erg moe voelen, kortademig of duizelig zijn en het gevoel hebben dat je flauwvalt. Inmiddels is bekend dat zuurstofgebrek één van de meest voorkomende oorzaken is van een verstoord genezingsproces bij gecompliceerde wonden. Een goede macro- en microcirculatie in de patiënt zijn essentiële voorwaarden voor wondgenezing. Daarbij speelt zuurstof een belangrijke rol. Zuurstof is dus van cruciale betekenis voor het herstellen en vernieuwen van bloedvaten en bindweefsel, maar ook voor alle processen binnen de lichaamscellen, zoals de aanmaak van eiwitten en de productie van energie.^{1,2,3}

1. DIAGNOSE

De genezing van een gecompliceerde wond kan door verschillende oorzaken verstoord raken. Deze oorzaken zijn afhankelijk van de patiënt, de betreffende wond en een aantal factoren van bio-fysiologische aard. Om vast te kunnen stellen dat de wondgenezing stagneert, moeten de wond zelf, de omgeving van de wond en het onderliggend lijden van de patiënt nauwkeurig worden beoordeeld, zodat mogelijke beperkende factoren tijdig kunnen worden opgemerkt en weggenomen.

2. VERSTORING WONDGENEZING

Het meest kwetsbaar zijn patiënten met onderliggend lijden. Het jaren- of zelfs of decennia lang bestaan van aandoeningen van het afweersysteem, of van comorbiditeiten als nierfalen, hoge bloeddruk en suikerziekte zijn van grote negatieve invloed op het normale beloop van

het proces van wondgenezing.⁴ Het zijn dan ook deze patiënten die het snelst last hebben van een verstoorde wondgenezing. Vasculaire insufficiëntie is een veel voorkomende oorzaak is van arteriële, diabetische, en veneuze ulceraties, waarbij met name de onderste extremiteiten van het lichaam zijn aangedaan. Van patiënten met diabetes mellitus is bekend dat zij vaak last hebben van een verstoorde wondgenezing en gemakkelijk een zogenaamd diabetische voetulcus (DFU) ontwikkelen. Verschillende mechanismen, waaronder onvoldoende celgroei en plaatselijke nieuwvorming van bloedvaten, maar ook gebrekkige prikkeling die endotheelcellen in het beenmerg aanzet tot deling en verplaatsing naar weefsels in ‘ademnood’, leiden tot het zuurstoftekort op cel- en weefselniveau waardoor de wondgenezing verder wordt belemmerd.^{5,6,7} Gebrek aan zuurstof in de weefsels (hypoxie) of het bloed (hypoxemie); de brandstof voor »



*Het ontbreken van een goede voeding kan de genezing van een wond **belemmeren**, waardoor de **genezingsduur** toeneemt.*

» alle levensprocessen in het wondgenezingsproces maar ook dat van alle cellen zelf, verhoogt het risico van een vertraagde wondgenezing en kan leiden tot infectie en sepsis, tot amputatie van één of meerdere ledematen van de patiënt, of zelfs diens ontijdig overlijden.^{8,9}

3. LEEFTIJD

De leeftijd van een patiënt kan het genezingsproces nadelig beïnvloeden. Oudere patiënten hebben doorgaans meerdere comorbiditeiten die het risico van huidschade vergroten en het genezingsproces verstoren, zoals een slecht voedingspatroon, een veranderde hormonale response en problemen met de immuniteit, bloedsomloop of ademhaling. In ieder stadium van het genezingsproces zijn de verschillen te zien tussen oudere en jongere patiënten. Bij de oudere mens zien we een vertraagde infiltratie door macrofagen en lymfocyten, een vertraagde reepithelialisatie en een verminderde remodelering van collageen.

Ook keuzes op het gebied van leefstijl spelen een rol in het wondgenezingsproces. Denk hierbij aan een slecht voedingspatroon, roken of overmatig gebruik van alcohol, die de wondgenezing nadelig beïnvloeden. Voor een goede wondgenezing is een gezond voedingspatroon van groot belang. Het ontbreken van een goede voeding kan de genezing van een wond belemmeren, waardoor de genezingsduur toeneemt. Een patiënt met sterk overgewicht (obesitas) kan te maken krijgen met een verstoorde wondgenezing doordat de bloedtoevoer door het vetweefsel bemoeilijkt is of doordat de voeding te weinig eiwitten bevat, terwijl patiënten die sterk vermagerd zijn, te weinig zuurstof en voedingsstoffen

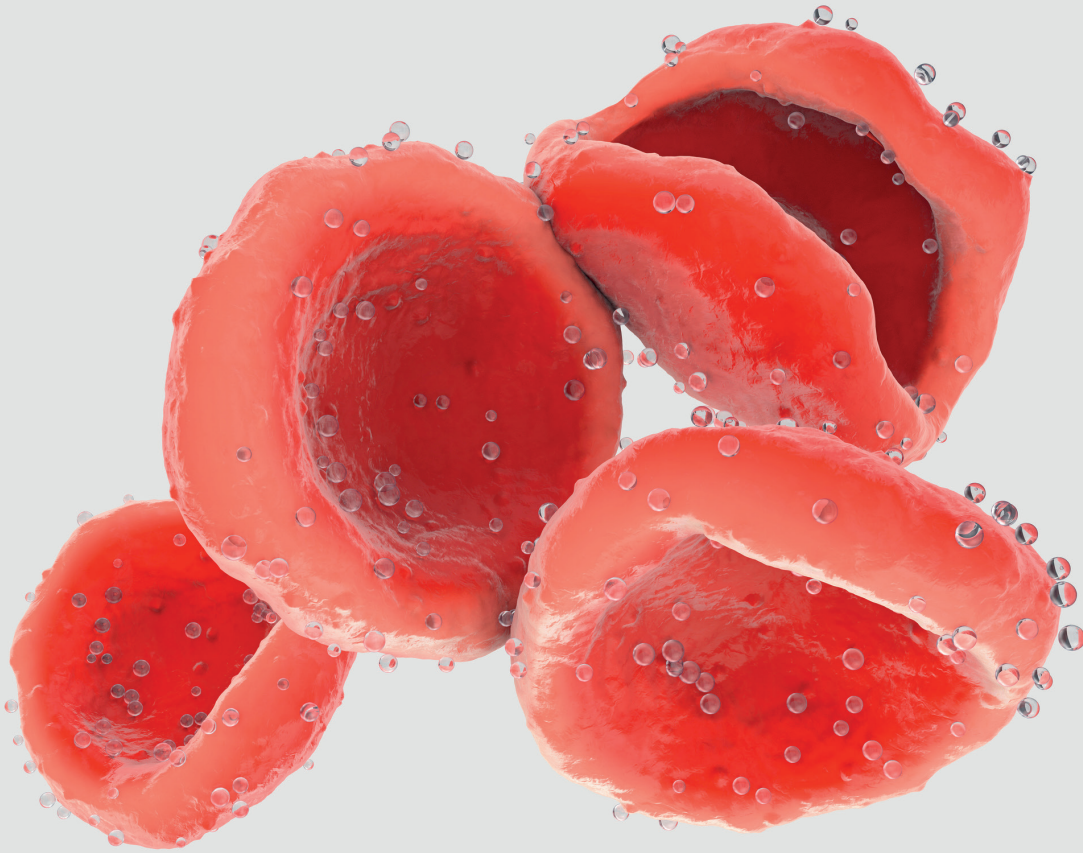
hebben voor een normale wondgenezing. Steeds meer werk onderbouwt het belang van het vaststellen van de voedingsstatus van een patiënt, om er zeker van te zijn dat, ondanks de schijn van overvoeding, deze patiënten niet toch óndervoed zijn.

4. LEEFSTIJL

Roken



Roken kan weer hypoxemie veroorzaken. De combinatie van nicotine, koolmonoxyde en waterstofcyanide (en vele honderden andere toxische substanties) wordt beschouwd als de veroorzaker van de schadelijke effecten. Nicotine behoort tot de vaatvernauwende stoffen, die zorgen voor het sterker vastkleven van trombocyten aan de vaatwand en vergroot de kans op trombose en ischemie. Koolmonoxyde bindt zich aan hemoglobine, waardoor het aantal beschikbare zuurstofdragers afneemt. Hierdoor neemt de saturatie van zuurstof af. Mensen met koolmonoxide vergiftiging hebben vaak een »



Rode bloedcellen met daaraan vastzittende zuurstof

» kersenrode kleur op de wangen; het lijkt alsof ze gezond zijn maar lijden in feite aan een sterke zuurstofnood! Waterstofcyanide remt de enzymssystemen die noodzakelijk zijn voor oxydatie, metabolisme en het transport van zuurstof via de cellen.

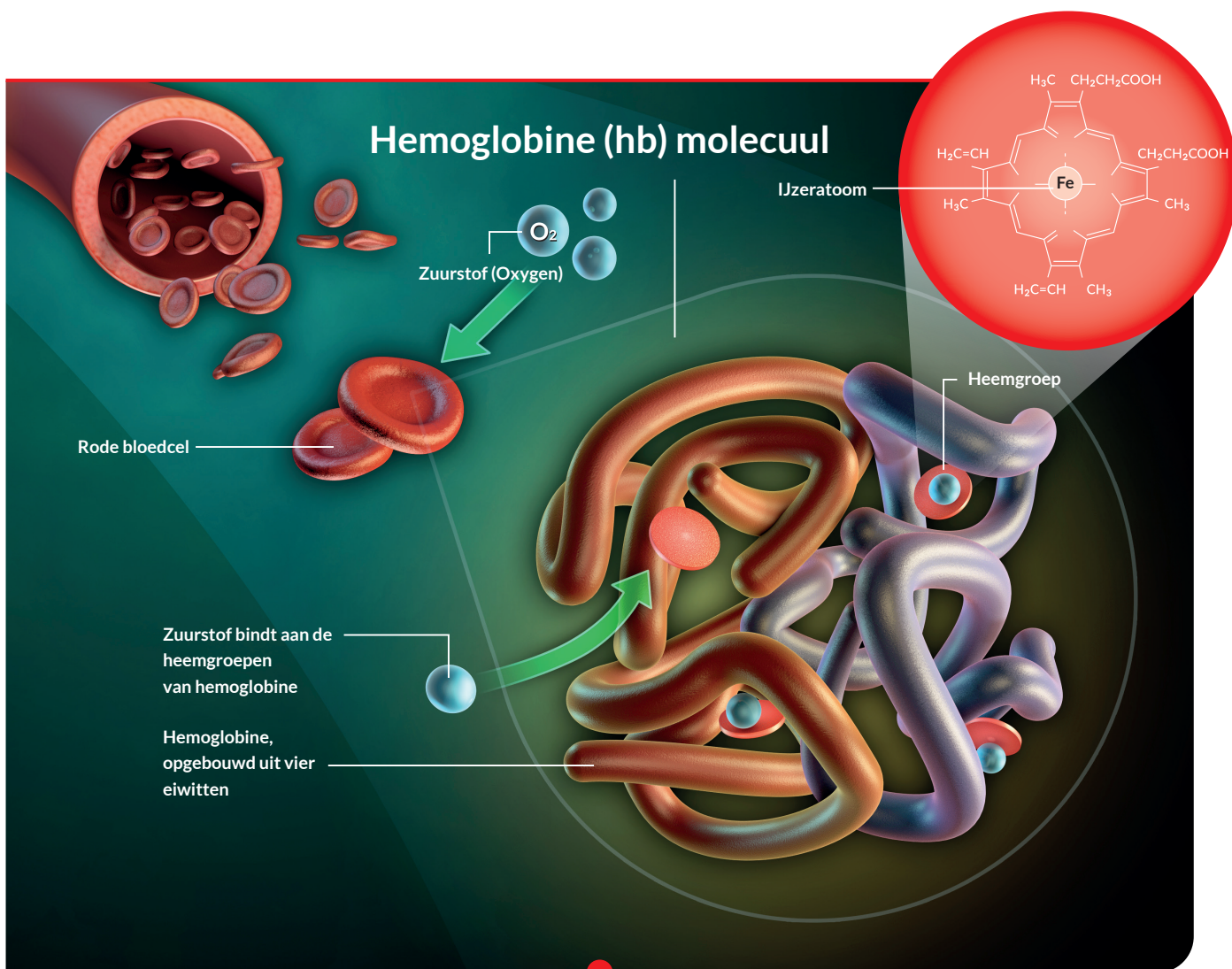
Alcoholgebruik

Een overzicht van de effecten van alcoholgebruik op het afweermecanisme laat zien dat alcoholgebruik op de korte termijn leidt tot een onderdrukte afgifte van pro-inflammatoire cytokinen. Daarbij komt nog dat er een verband bestaat tussen het vaker voorkomen van infecties bij patiënten die kort tevoren alcohol hebben gedronken en een verminderde aanmaak van neutrofielen en een verminderde 'slagvaardigheid' van fagocyten.

5. ZUURSTOFTRANSPORT

Maar laten we eerst eens kijken hoe zuurstoftransport werkt. Zuurstof wordt via het bloed getransporteerd.

Plasma, het vloeibare gedeelte van het bloed, is maar beperkt in staat om opgeloste zuurstof te vervoeren (zo'n 3 milliliter per liter plasma, te weinig voor zelfs maar de meest basale stofwisselingsprocessen). Gelukkig bevat het bloed van veel gewervelde (én ongewervelde) dieren vele soorten moleculen die in staat zijn zuurstof op te pikken waar de zuurstofspanning (PO_2) hoog is en af te geven waar deze laag is. Voor een gewervelde als de mens is dit het molecuul hemoglobine (Hb), een eiwit dat bestaat uit vier verschillende kleinere eenheden (polypeptiden) met in elk daarvan een zogenaamde heem-groep. Aan deze heem-groepen wordt zuurstof gebonden en afgestaan. Hemoglobine bevindt zich in de rode bloedlichaampjes (erythrocyten). Ongeveer een kwart van het gewicht van rode lichaampjes wordt gebruikt door het eiwit hemoglobine. Omdat zuurstoftransport zo'n belangrijke functie is, hebben deze kleine cellen andere organellen en zelfs mitochondria verloren »



Werking molecuul hemoglobine: Plasma is het vloeibare gedeelte van het bloed zonder bloedcellen en -plaatjes. Wij gebruiken het molecuul hemoglobine (Hb), een eiwit dat bestaat uit vier verschillende kleinere eenheden (polypeptiden) met in elk daarvan een heemgroep met daarin een ijzeratoom. In deze heemgroepen wordt zuurstof gebonden en afgestaan. Hemoglobine bevindt zich in de rode bloedlichaampjes (erythrocyten). Een gedeelte van rode lichaampjes wordt gebruikt door het eiwit hemoglobine. Elk hemoglobine molecuul kan vier zuurstofmoleculen dragen, transporteren en afgeven. Er is sprake van samenwerking tussen de vier heemgroepen in het hemoglobine. Door het hemoglobine kunnen wij 60x meer zuurstof transporteren.

» al voor ze door het beenmerg aan het bloed worden afgegeven (met zo'n 2 miljoen ervan per seconde). Elk hemoglobine molecuul kan vier zuurstofmoleculen dragen, transporteren en afgeven. Er is sprake van een zekere samenwerking tussen de vier heem-groepen in het hemoglobine. Elke binding van een zuurstofmolecuul aan één van de heem-groepen maakt dat de volgende heem-groep sneller een zuurstofmolecuul aan zich bindt dan de vorige, etcetera. Dit gebeurt ook bij de afgifte van zuurstofmoleculen. Door het hemoglobine kan de mens 60x meer zuurstof transporteren dan mogelijk zou zijn in oplossing. Hierdoor is een veel efficiëntere stofwisseling mogelijk.¹⁰

Hemoglobine

Hemoglobine speelt een zeer belangrijke rol in het lichaam, want het is verantwoordelijk voor het transport van zuurstof door het bloed.

Tussen de vier ketens, waar hemoglobine uit is opgebouwd (**zie afbeelding**), vindt een soort automatische beweging plaats waardoor zuurstofuitwisseling mogelijk is. Zo kan het ingeademde zuurstof zich in de longen binden aan het hemoglobine. Bloed wordt door het hart rondgepompt en waar nodig laat het zuurstof los. Het weefsel gebruikt zuurstof voor de aanmaak van energie. Het restproduct dat tijdens deze stofwisseling ontstaat heet koolstofdioxide (CO₂). Koolstofdioxide is een afval- »

» stof en moet afgevoerd worden. Het hemoglobine in de rode bloedcellen zorgt hiervoor. Via de afvoerende bloedvaten komt het terecht in de longen, waar we het vervolgens als koolstofdioxide uitademen.

Maar hemoglobine doet meer. Het is een belangrijke buffer die mee helpt bij het op peil houden van de zuurgraad (pH) in ons lichaam. Die zuurgraad moet continue binnen erg nauwe grenzen constant worden gehouden. Dit doet het lichaam met het zogenaamde zuur-base-evenwicht. Heeft het lichaam te veel zuur dan zal het proberen het zuur kwijt te raken. Dit gebeurt bijvoorbeeld door het ademhalingscentrum te prikkelen tot snellere ademhaling. Ook de bloeddruk en de uitscheiding via de nieren zijn betrokken bij dit proces. Een rode bloedcel meet zo'n 7 à 8 micrometer. Da's niet toevallig ook precies de afmeting van de binnenkant van de aller-kleinste bloedvaatjes, de capillairen. Rode bloedlichaampjes kunnen de capillairnetwerken alleen passeren door zich er als het ware doorheen te wurmen; hierdoor vindt de gaswisseling alleen maar nóg intensiever plaatst. Een rood bloedlichaampje heeft een levensduur van circa vier maanden. Om nieuwe rode bloedcellen van voldoende hemoglobine te voorzien wordt iedere vier maanden circa een kilogram hemoglobine (Hb) eiwit aangemaakt.

IJzer

IJzer is een van de belangrijkste onderdelen van het bloed. Ongeveer 70 procent van het ijzer in het lichaam wordt aangetroffen in de rode bloedcellen van het bloed en in spiercellen waar het myoglobine worden genoemd. Hemoglobine is essentieel voor het overbrengen van zuurstof in het bloed van de longen naar de weefsels. Myoglobine, in de spiercellen, accepteert ook zuurstof; slaat het op, en kan ook zuurstof afstaan, zei het minder gemakkelijk dan hemoglobine. Door deze eigenschappen gebruiken onze lichaamsspieren myoglobine als reserve-opslag voor zuurstof.¹⁰ Ongeveer 6 procent van het lichaamsijzer is een onderdeel van bepaalde eiwitten, essentieel voor de ademhaling en het energiestofwisseling, en als onderdeel van enzymen die betrokken zijn bij de synthese van collageen en sommige neurotransmitters. IJzer is ook nodig voor een goede immuunfunctie.⁶ Ongeveer 25 procent van het ijzer in het lichaam wordt opgeslagen als ferritine dat weer zorgt voor de binding van ijzer aan de rode bloedcellen. De gemiddelde

volwassen man heeft ongeveer 1.000 mg opgeslagen ijzer (genoeg voor ongeveer drie jaar), terwijl vrouwen gemiddeld slechts ongeveer 300 mg hebben (genoeg voor ongeveer zes maanden). Wanneer de ijzerinname constant laag is, kan de voorraad opraken, waardoor het hemoglobinegehalte afneemt: anemie of bloedarmoede. Bloedverlies (zoals bijvoorbeeld bij menstruatie) is de meest voorkomende oorzaak van ijzertekort.

Zuurstofmoleculen: de levensadem

Een verminderde oxygenatie en perfusie uit zich in het algemeen als een slechte wondgenezing bij de patiënt. Gebrek aan moleculaire zuurstof resulteert in vertraagde aanmaak van collageen en bij minder dan 20 mm Hg druk in het weefsel, stopt de aanmaak van collageen zelfs volledig.¹¹ Klinisch uit zich dat in een verslechtering van de situatie van de wond of bijvoorbeeld door wonddehiscentie (loslaten van de wondranden). Ook zorgt hypoxie ervoor dat witte bloedlichaampjes in hun functie van fagocytose worden beperkt. Polymorphonucleaire leucocyten ('neutrofielen') of macrofagen gebruiken veel zuurstof om vreemd/dood materiaal en micro-organismen in zich op te nemen en te verteren. Gebrek aan zuurstof vertraagt deze activiteit en kan leiden tot overmatige groei van micro-organismen.¹² Om te begrijpen welke rol een slechte zuurstofvoorziening speelt bij vertraagde wondgenezing, is het belangrijk om het verschil te begrijpen tussen hypoxie (waarbij weefsels in het lichaam als geheel of in een bepaald deel van het lichaam niet voorzien worden van voldoende zuurstof) en hypoxemie (tekort aan zuurstof in het bloed). Of de zuurstofnood nu door bloedarmoede wordt veroorzaakt; of een acute bloeding, of indirect door bijvoorbeeld grote weefseldruk door oedeem; in alle gevallen zullen de cellen en dus het weefsel waarin de cellen uitvoering geven aan het wondgenezingsproces, te lijden hebben onder het zuurstoftekort. In wonden waarbij weefselverlies is opgetreden (de definitie van wond) zal het verloren gegane weefsel moeten worden vervangen. Het vervangen gebeurt door de aanmaak van nieuw weefsel: granulatiweefsel. Bindweefselcellen (fibroblasten) maken dit weefsel. Dit weefsel wordt ook wel extracellulaire matrix (ECM) genoemd en dient als 'steiger' voor nog meer weefsel en ook nieuwe bloedvaten. Het gewonde weefsel zorgt zelf voor het vrijmaken van grote hoeveelheden stoffen die het lichaam aansturen om alle benodigde materialen en cellen aan te voeren. »

Voor een gezond persoon wordt een saturatie waarde van **95% of hoger** als normaal gezien.



» Dat gebeurt met wondexsudaat. Nieuwe bloedvatcellen (endotheelcellen) worden niet alleen ter plaatse geprikkeld tot het vormen van nieuwe bloedvaten (angiogenese). De signalen van groeifactoren en andere eiwitten bereiken op grote afstand het beenmerg en zetten daar nieuwe endotheelcellen aan om de reis naar het wondbed te aanvaarden. De productie, verspreiding en beoogde effecten van al deze signaalstoffen zijn in hoge mate afhankelijk van de beschikbaarheid van voldoende zuurstof in het bloed, het plasma en de weefsels.

6. SATURATIE

De hoeveelheid zuurstof in het bloed wordt in een percentage aangeduid, ook wel (zuurstof)saturatie genoemd. Saturatie geeft een waarde aan waaruit blijkt met welk percentage (SpO_2) het hemoglobine in de rode bloedcellen de zuurstof heeft gebonden. Voor een gezond persoon wordt een saturatie waarde van 95% of hoger als normaal gezien. Bij een waarde van 90% of lager is er sprake van een tekort, ook wel desaturatie genoemd. Een eenvoudige manier om het zuurstofgehalte in het bloed te meten is met behulp van een saturatiemeter, ook wel pulsoxymeter genoemd. Door deze op de wijsvinger te plaatsen is binnen enkele seconden een uitslag af te lezen. Toch is deze meting minder nauwkeurig, omdat metingen door beweging, koude vingers, bloedarmoede, nagellak/kunstnagels en een onregelmatig hartritme kunnen afwijken.

Beter is met een bloedgasonderzoek in kaart te brengen hoe goed de longen zuurstof aan het bloed toevoegen en kooldioxide uit het bloed verwijderen. Deze meting vindt altijd plaats met bloed uit de slagader. Hoewel deze meting meer betrouwbaar is, is de afname niet altijd mogelijk.

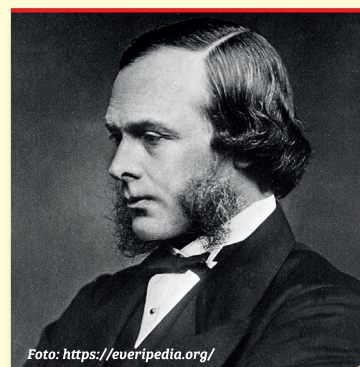


Foto: <https://everipedia.org/>

100 jaar Joseph Lister

Dat het verhogen van de zuurstofconcentratie in hypoxische weefsels kan leiden tot een verbetering van de kansen op wondgenezing is genoegzaam bekend. In een symposiumverslag dat ter gelegenheid van 100 jaar *Joseph Lister* in Glasgow is opgetekend in 1965 wordt door de beroemde Nederlandse chirurg professor *Ite Boerema* (1902-1980) een casusserie gepresenteerd ($n=50$). In het Amsterdam van de jarig zestig werden enkele patiënten met een zeer ernstige infectie door gasgangreen (een strikt anaerobe bacil) onder druk gebracht in wat later de 'tank van Boerema' zou gaan heten. De acuut levensbedreigende situatie van deze patiënten werd in slechts enkele uren van hyperbarie tenietgedaan en kon volledige genezing worden bereikt. Vanuit heel Nederland werden soortgelijke (moribunde) patiënten naar Amsterdam vervoerd; allen met succes behandeld en tot genezing gebracht.¹³ »

» 7. TOEDIENEN VAN ZUURSTOF

Ook alweer ruim veertig jaar lang doen Barnikol en Pötzschke¹⁴ onderzoek naar grote, in plasma opgeloste, moleculen die effectief zuurstof kunnen vervoeren los van rode bloedlichaampjes. Dit soort moleculen wordt aangetroffen in alle zoogdieren maar ook bij 'lagere' dieren als aardwormen. Alle onderzoek van deze pioniers heeft geleid tot de ontwikkeling van zogenaamde hemoglobine-hyperpolymeren (HP₃Hb). Lokale toediening van hemoglobine is nu mogelijk door middel van een spray direct in het wondbed. Een veelheid aan fundamenteel wetenschappelijk onderzoek^{15,16,17,18} alsook in vitro en in vivo dierexperimenteel^{19,20} en klinisch onderzoek bij diabetische voetulceraties^{21,22,23}; veneuze beenulceraties^{24,25,26,27}; decubitus letsels^{28,29}; en acute wondtypen^{30,31} ondersteunt de gedachte dat het ook mogelijk is om lokaal (topicaal) de zuurstofconcentratie in weefsels significant te doen toenemen zodat een gunstig therapeutisch effect wordt bereikt op de genezingsneiging van die weefsels.^{32,33,34} Afhankelijk van het wondtype en de gestelde doelen van het klinische werk werden snellere reductie van het wondoppervlak gezien; kortere genezingsduur; minder pijn en minder beslag en exsudaat tijdens het wondgenezingsproces. Van wondexsudaat is bekend dat deze een vlotte diffusie van zuurstof in de weg staat; de vermenging van het hemoglobine met exsudaat en zuurstof uit de omgeving maakt dat de diffusie van zuurstof in het wondbed juist wordt vergemakkelijkt; een effect dat langere tijd aanhoudt. De toediening van de hemoglobinespray wordt gecombineerd met het toepassen van een vochtig wondmilieu. ■

Referenties:

1. Stacey, M. Why don't wounds heal, *Wound International*, 2016. 7:14-21.
2. Hamm RL. Why isn't this wound healing? In: Shiffman MA & Low M (eds) *Chronic wounds, wound dressings and wound healing*, 2021. Springer Nature. Cham, Switzerland.
3. Cope, G, *E-cigarettes and wound healing* *Wounds UK*, 2020. 16:34-37.
4. Robson MC, Steed DL, Franz MG. Wound healing: Biologic features and approaches to maximize healing trajectories. *Curr Prob Surg* 2001;38:1-140.
5. Liu Z-J, Velazquez OC. Angiogenesis in wound healing: the role of oxygen. *Advances in Wound Care*, 2010;(1):328-334.
6. Castilla DM, Liu Z-J, Velazquez OC. Oxygen: implications for wound healing. *Advances in Wound Care*, 2012;1(6):225-230.
7. Schremel S, Szeimies RM, Prantl L, Karrer S, Landthaler M, Barillas P. Oxygen in acute and chronic wound healing. *Br J Dermatol*, 2010;163:257-268.
8. Gottrup F. Oxygen in woundhealing and infection. *World J Surg* 2004; 28(3):312-315.
9. Ninikoski J, Gottrup F, Hunt T, The role of oxygen in woundrepair. In: Janssen H, Rooman R, Robertson JIS(eds) *Woundhealing*. Oxford Blackwell Scientific Publications; 1991.
10. Sadava DE, Hillis DM, Heller HG, Hacker SD. *Life - The science of Biology*. 11th ed. Sunderland MA: Sinauer Associates Inc.; 2017.
11. Siddiqui A, Galiano RD, Connors D, Gruskin E, Wu L, Mustoe TA. Differential effects of oxygen on human dermal fibroblasts: acute versus chronic hypoxia. *Wound Repair Regen*, 1996;4:211-218.
12. Allen DB, Maguire JJ, Mahdavian M, et al. Wound hypoxia and acidosis limit neutrophil bacterial killing mechanisms. *Arch Surg*. 1997;132:991-996.
13. Boerema I. Is hyperbaric oxygen an antiseptic?. In: Illingworth C (ed) *Wound Healing. A symposium based upon The Lister Centenary Scientific Meeting. Glasgow, September 1965*. J&A Churchill Ltd. London 1966. pp 101-106.
14. Barnikol WKR Pötzschke H. Haemoglobin Hyperpolymers, a New Type of Artificial Oxygen Carrier - The Concept and Current State of Development *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2005; 40: 46-58.
15. Hu J, Guo S, Hu H, Sun J. Systematic review of the efficacy of topical haemoglobin therapy for wound healing. *Int Wound J*. 2020;1-8.
16. Babadagi-Hardt Z, Engels P, Kanya S. Wound management with compression therapy and topical hemoglobin solution in a patient with Budd-Chiari Syndrome. *J Dermatol Case Rep* 2014 Mar 31;8(1):20-23.
17. Hunt S. Topical oxygenation therapy in wound care: are patients getting enough? *Br J Nurs*. 2017 Aug 10;26(15):S28-S36.
18. Dissemond J, Kröger K, Storck M, Risse A, Engels P. Topical oxygen wound therapies for chronic wounds: a review. *J Wound Care*. 2015 Feb;24(2):53-63.
19. Xie P, Jia S, Tye R, Xu W, Zhong A, Hong SJ, Galiano RD, Mustoe TA. Topical administration of oxygenated haemoglobin improved wound healing in an ischemic rabbit ear model. *Plast Reconstr Surg* 2016;137(2):534-543.
20. Rao C, Xiao L, Liu H, Li S, Lu J, Li J, Gu S. Effects of topical oxygen therapy in ischemic wound healing. *J Phys Ther Sci* 2016;28:118-123.
21. Bateman SD. Use of topical haemoglobin on sloughy wounds in the community setting. *Br J Community Nurs* 2015;20 Suppl 9:S32-S39.
22. Hunt SD, Elg F. Clinical effectiveness of hemoglobin spray (Granulox®) as adjunctive therapy in the treatment of chronic diabetic foot ulcers. *Diabetic Foot & Ankle* 2016;7:33101.
23. Haycocks S, McCardle J, Findlow AH, Guttormsen K. Evaluating the effect of a haemoglobin spray on size reduction in chronic DFUs. *Br J Nurs* 2016;25(6 Suppl):S54-S62.
24. Arenbergerova M, Engels P, Gkalpakiotis S, et al. Topical hemoglobin promotes wound healing of patients with venous leg ulcers. *Hautarzt* 2013;64(3):180-186.
25. Arenberger P, Elg F, Petyt J, Cutting K. Expected outcomes from topical haemoglobin spray in non-healing and worsening venous leg ulcers. *J Wound Care*. 2015 May;24(5): 228-36.
26. Petri M, Stoffels I, Leyh J, Jose J, Dissemond J, Schadendorf D, Klode J. Photoacoustic imaging of real-time oxygen changes in chronic leg ulcers after topical application of a haemoglobin spray: a pilot study. *JWC*. 2016 Feb.; 25 NO. 2, p.87-90.
27. Norris R. A topical haemoglobin spray for oxygenating chronic venous leg ulcers: a pilot study. *Br J Nurs* 2014;23 Suppl 20:S48-S53.
28. Tickle J, Bateman SD. Use of a topical haemoglobin spray for oxygenating pressure ulcers: healing outcomes. *Br J Community Nurs* 2015;20 Suppl 12:S14-S21.
29. Tickle J. A topical haemoglobin spray for oxygenating pressure ulcers: a pilot study. *Br J Community Nurs* 2015;Suppl Wound Care:S12, S14-S18.
30. Mustafi N, Engels P. Post-surgical wound management of pilonidal cysts with a haemoglobin spray: a case series. *J Wound Care* 2016;25(4):191-198.
31. Marinović M, Spanjol J, Fumić N, Bakota B, Pin M, Cukelj F. Use of new materials in the treatment of chronic post-traumatic wounds. *Acta Med Croatica*. 2014 Oct;68 Suppl 1:75-80.
32. Barnikol WKR, Pötzschke H. Complete healing of chronic wounds of a lower leg with haemoglobin spray and regeneration of an accompanying severe dermatoliposclerosis with intermittent normobaric oxygen inhalation (INBOI): a case report. *German Medical science GMS*. 2011(9):1-20.
33. Arenberger P, Engels P, Arenbergerova M, et al. Clinical results of the application of a hemoglobinspray to promote healing of chronic wounds. *GMS Krankenhhyg Interdiszip* 2011;6(1):Doc05.
34. Hunt S, Elg F. The clinical effectiveness of haemoglobin spray as adjunctive therapy in the treatment of chronic wounds. *J Wound Care* 2017 Sep 2;26(9):558-568.

Granulox®

Wondoxygenatie

Topische zuurstoftoediening voor een versnelde wondgenezing

- ✓ De genezingstijd van diabetische voetulcera is 50% korter ten opzichte van de standaardbehandeling¹
- ✓ Dubbel zoveel chronische wonden genezen na 8-16 weken vergeleken met de standaardbehandeling^{1,2,3}
- ✓ Meer dan 70% lagere gemiddelde pijnscores na vier weken ten opzichte van de standaardbehandeling van chronische wonden³
- ✓ Minder fibrineus weefsel tijdens wondmanagement: 99% minder fibrineus weefsel in chronische wonden na 4 weken, tegen 33% bij de standaardbehandeling⁴
- ✓ Vergoed door de zorgverzekeraars

Granulox® won in 2018 de Innovation Award op het EWMA congres in Krakow!



12 ml canister =
3 maanden
behandeling*

*Kan variëren afhankelijk van de grootte van de wond



Referenties: 1. Hunt SD, Elg F. Clinical effectiveness of hemoglobin spray [Granulox®] as adjunctive therapy in the treatment of chronic diabetic foot ulcers. Diabetic Foot & Ankle 2016, 7: 33101. 2. Elg F, Hunt S. Hemoglobin spray as adjunct therapy in complex wounds: Meta-analysis versus standard care alone in pooled data by wound type across three retrospective cohort controlled evaluations. SAGE Open Med. 2018 Jun 27;6:2050312118784313. 3. Hunt S, Elg F. The clinical effectiveness of hemoglobin spray as adjunctive therapy in the treatment of chronic wounds. J Wound Care. 2017 Sep 2;26(9):558-568. 4. Hunt SD, Elg F, Percival SL. Assessment of clinical effectiveness of haemoglobin spray as adjunctive therapy in the treatment of sloughy wounds. J Wound Care. 2018 Apr 2;27(4):210-219.

Meer informatie op www.molnlycke.nl

Mölnlycke Health Care BV, van Deventerlaan 31-51, 3528 AG Utrecht, Nederland. Tel. +31 (0)76 521 96 63.

De handelsmerken, namen en logo's van Mölnlycke, Granulox en Granudacyn zijn wereldwijd geregistreerd door een of meer bedrijven van de Mölnlycke Health Care Group. © 2020 Mölnlycke Health Care. Alle rechten voorbehouden


Mölnlycke®