

Circulatiestoornissen, inhalatieletsel, infectie en voedingsproblematiek ten gevolge van brandwonden

H.J. Klasen *, W.L. Manson **.

Circulatiestoornissen.

De circulatiestoornissen die bij patiënten met brandwonden optreden, kunnen leiden tot shock, een levensbedreigende complicatie. Alhoewel het ziektebeeld shock bij de brandwondpatiënten al lang bekend is, bleef de behandeling tot enkele decennia geleden een mysterie. Zo'n 60 jaar geleden berekende men aan de hand van de ernst van de brandwonden en de leeftijd het aantal dagen dat een patiënt zou overleven. Als de patiënt dan een paar dagen langer leefde, vond men dat een goed resultaat. Inmiddels zijn er betere inzichten ontstaan over de oorzaken en behandelingen van de circulatiestoornissen bij brandwonden. We dienen evenwel te beseffen dat de behandeling symptomatisch is en dat de oorzaak van de circulatiestoornissen niet wordt weggenomen.

Ontstaanswijze

Door thermische beschadiging van de huid komen stoffen vrij die de brandwondenziekte veroorzaken. Door schade van de endotheelcellen en de leucocyten treden stoornissen op in de microcirculatie in de omgeving van de brandwonden. Het gevolg is dat lekkage optreedt van vocht uit de bloedbaan, waardoor oedeem optreedt, dat vooral zichtbaar wordt in losmazige weefsels (zoals het gelaat). Het circulerend volume neemt af. Het bloed dikt in, omdat alleen het vloeibare deel van het bloed verloren gaat. Het haemoglobinegehalte lijkt te stijgen. Door de hoge viscositeit nemen de doorstromingseigenschappen van het bloed af. Hoe groter de brandwonden, des te ernstiger is het vochtverlies. Op een bepaald moment zal niet meer kunnen worden voldaan aan de zuurstofbehoefte van de weefsels. Het aeroob celmetabolisme zal dan overgaan op een anaëroob metabolisme waarbij onder andere als bijproduct zuur ontstaat. Zuren (lage Ph) hebben weer een ongunstig effect op de circulatie, waardoor de zuurstofvoorziening nog weer meer wordt belemmerd.

Het lichaam bestaat voor een groot deel uit water en zouten. Hoe groter de lichaamsinhoud ten opzichte van het lichaamsoppervlak, des te groter zijn de reserves. Bij kinderen bestaat een ongunstiger verhouding van lichaamsoppervlak ten opzichte van lichaamsinhoud dan bij volwassenen. De "vochtreservercapaciteit" bij kinderen is dus kleiner, waardoor verhoudingsgewijze bij kinderen eerder circulatiestoornissen kunnen optreden. Daarom wordt geadviseerd bij kinderen eerder tot intensieve bewaking over te gaan dan bij volwassenen.

Een andere groep patiënten waarbij extra aandacht nodig is, is de categorie waarbij weliswaar een relatief grote lichaamsinhoud bestaat, maar waarbij de inhoud voor een groot deel bestaat uit vet. Water- en zoutreserves bevinden zich vooral in het compartiment met spierweefsel; vetweefsel bevat weinig water en zout. Ook bejaarden beschikken over weinig spierweefsel. Bij bejaarden kan het cardiovasculair systeem een dreigend vochtverlies eveneens minder goed compenseren. Tevens krijgen vele bejaarden antidiuretica wegens cardiovasculaire afwijkingen, waardoor de vochtreserves gering zijn. De compensatiemarges bij deze patiënten zijn daarom smal.

Berekening van de vochtbehoefte bij patiënten met brandwonden vindt meestal plaats aan de hand van formules die zijn gebaseerd op het gewicht van de patiënten en het percentage brandwonden van het totale lichaamsoppervlak. Meestal geven deze formules de behoefte aan voor een periode van 48 uur. Deze formules zijn altijd gebaseerd op groepen patiënten die als kenmerk hebben dat ze de shockperiode hebben overleefd. Deze formules omvatten ook het niet-meetbaar verlies van vocht (insensible-loss) via de brandwonden. Vroeger dacht men dat bij diepe brandwonden, waarbij zich een korst had gevormd, geen vochtverlies optrad.

Dit bleek een misverstand, omdat het vocht niet in de vloeibare vorm verloren gaat, maar als waterdamp. Alhoewel het vochtverlies via de wond sterk kan variëren, afhankelijk van onder andere het soort verband, de vochtigheid en de temperatuur van de omgeving, bleek het verlies in het Groningse brandwon-

dencentrum bij patiënten met grote brandwonden ongeveer 1,25 ml. per procent brandwond per kg. lichaamsgewicht te bedragen! Als een brandwondformule voor de vochtbehoefte wordt gehanteerd, dan dient er goed op te worden gelet of ook rekening wordt gehouden met de normale dagelijkse behoefte (voor een volwassene in Nederland ongeveer 1,5 liter).

Een ander gegeven dat nogal eens over het hoofd wordt gezien, is vanaf welk moment de vochtbehoefte wordt berekend, namelijk vanaf het moment dat het ongeval plaatsvond en niet vanaf het moment dat de behandeling begint. Bij de toepassing van formules, ter bepaling van de vochtbehoefte dient beseft te worden dat een formule een richtlijn geeft en niet meer dan dat. De werkelijk te geven dosering zal dus afhangen van de klinische parameters. Er bestaat nog steeds geen eenduidige mening over welke infusievloeistoffen moeten worden gebruikt bij patiënten met brandwonden. Wel is men het er over eens dat hypotone infusievloeistoffen moeten worden vermeden. Bij geslaagde behandeling blijkt altijd achteraf dat ongeveer 0,6 mmol natrium per procent brandwond per kg. lichaamsgewicht in de eerste 48 uur werd gegeven (voor kinderen gelden andere waarden). Meestal worden drie (fasen) perioden onderscheiden waarin de vochtbehoefte verschilt; 0-8, 8-24, 24-48 uur na het ongeval. In deze drie perioden is de vochtbehoefte ongeveer even groot. Vanzelfsprekend is de overgang niet zo abrupt als met dit schema wordt aangegeven.

In Nederland wordt meestal als basisoplossing een licht hypertone, gebufferde zoutoplossing gebruikt die 210 mmol natrium, 150 mmol chloor en 60 mmol bicarbonaat/ liter bevat. Het tevens toedienen van groot moleculaire oplossingen (zoals albumine) om de colloïd osmotische druk op niveau te houden, heeft in de acute fase niet zo veel zin, omdat die moleculen toch de circulatie verlaten. Na ongeveer 18 uur zou toediening daarvan wel zinvol zijn.

Eén van de belangrijkste graadmeters om te beoordelen of voldoende vulling van de patient plaatsvindt, is de diurese. Bij volwassenen wordt gestreefd naar een diurese van 30-50 ml/uur, afhankelijk van het lichaamsgewicht. Een éénmalige urinebepaling zegt niet zo veel omdat zich nogal schommelingen kunnen voordoen. Door ieder uur de diurese te meten, kan een betere indruk worden verkregen over het effect van de behandeling. Vanzelfsprekend is ook de kwaliteit van de urine belang-

rijk, een lage natriumconcentratie wijst op dreigende ondervulling. Een hoge concentratie glucose kan erop wijzen dat er sprake is van osmotische diurese en niet op een afspiegeling van de vaatvulling.

Inhalatieletsel

Bij patiënten met brandwonden ten gevolge van vuur, kan inhalatieletsel door gassen of rook worden verwacht, vooral bij brand in een gesloten ruimte. Bekend zijn de branden in nachtclubs en dergelijke, waarbij grote aantallen doden kunnen vallen, zonder dat de brandwonden bij deze slachtoffers uitgebreid zijn.

De toepassing van allerlei gemakkelijk brandbare materialen voor de inrichting van deze gelegenheden en compromissen ten aanzien van de veiligheid spelen daarbij vaak een rol. De combinatie brandwonden en inhalatieletsel heeft een ongunstige invloed op de prognose. De behandeling van dit combinatieletsel vereist een intensievere bewaking en behandeling dan bij geïsoleerde brandwonden. De infusiebehoefte bij patiënten met dit combinatieletsel is veel groter dan bij geïsoleerde brandwonden. Meestal worden drie soorten inhalatieletsels onderscheiden. Beseft dient te worden dat dit onderscheid kunstmatig is en dat een combinatie kan voorkomen of dat er een vloeiende overgang bestaat.

Onderscheiden worden:

1. beschadiging van de hoge luchtwegen
2. beschadiging van trachea en bronchiën
3. beschadiging van longweefsel.

ad 1. De bovenste luchtwegen nemen de hitte van rook gemakkelijk op en thermisch letsel van de luchtwegen is daarom meestal beperkt tot de larynx en het bovenste deel van de trachea. Bij inhalatie van stoom kan de beschadiging voortschrijden tot onder de larynx. De beschadiging uit zich door vorming van oedeem. Evenals bij brandwonden van de huid ontstaat het oedeem binnen enkele uren na het ongeval. Een vroege aanwijzing voor een letsel op dit niveau is heesheid. Meestal treedt dat op bij combinatie met brandwonden van het gelaat, waarbij de neusharen zijn verbrand. Bij voorkeur worden patiënten die worden verdacht van zo'n letsel zittend verpleegd om oedeemvorming zoveel mogelijk te beperken. Stridor en dyspneu vormen een indicatie tot intu-

batie met als doel de luchtwegen vrij te houden. Het oedeem neemt meestal binnen enkele dagen af, waarna de patiënt gedetubeerd kan worden.

- ad 2. Letsel van trachea en bronchiën is meestal het gevolg van inademen van rook. Rook is een gas waarin verschillende vloeibare en vaste deeltjes zijn opgelost. De ernst van het letsel wordt bepaald door een aantal factoren, zoals de duur van inademing van rook en de chemische samenstelling. Patiënten hebben meestal een produktieve hoest, waarbij rookdeeltjes worden opgegeven. Bronchoscopie geeft informatie over de ernst van de afwijkingen.
- ad 3. Beschadiging longparenchym. Ook hierbij speelt de inademing weer de belangrijkste rol. Indien de patiënt geen brandwonden heeft, treden de symptomen van beschadiging op binnen 24 uur. Als de patiënt zowel brandwonden heeft als een inhalatieletsel, dan moet er rekening mee worden gehouden dat de symptomen na 24-72 uur kunnen optreden.

Rook bevat naast vloeibare en vaste partikels toxische bestanddelen die vrijkomen bij verbranding van allerlei materialen, zoals HCL, HCN, NO₂, acroleïne enz. De acute effecten van deze chemische stoffen op de luchtwegen zijn irritatie en constrictie van de bronchiën. Klinische verschijnselen zijn tachypneu en dyspneu. De PAO₂ daalt, de PACO₂ is meestal verlaagd. Op de röntgenfoto die direct na het letsel wordt gemaakt, behoeven geen afwijkingen te bestaan. De röntgenafwijkingen ontstaan meestal later. Toch is het nuttig om een foto te maken om een uitgangspunt te hebben voor verdere diagnostiek.

Men geeft wel aan dat bronchoscopie vooral zijn nut heeft voor de diagnostiek van letsels van de grote luchtwegen en de Xenon-133 longscan voor de kleine luchtwegen. Het is niet aangetoond dat corticosteroïden een gunstig effect hebben op de prognose. Ook de profylactische toediening van antibiotica is omstreden.

Bij inhalatieletsels speelt koolmonoxyde-intoxicatie eveneens een belangrijke rol. Koolmonoxyde-intoxicatie wordt wel beschouwd als de voornaamste oorzaak van overlijden in de eerste minuten tot uren na inhalatie. De bindingscapaciteit van koolmonoxyde aan haemoglobine is ruim 200 maal zo groot als dat van zuurstof aan haemoglobine, waardoor koolmonoxyde zuurstof verdringt.

Tevens veroorzaakt koolmonoxyde verschuiving van de zuurstofhaemoglobine dissociatie curve naar links. Waarschijnlijk hebben hoge concentraties koolmonoxyde ook een direct toxisch effect op het cytochroom systeem. Het effect van koolmonoxydevergiftiging wordt nog versterkt omdat ter plaatse van een brand de zuurstoffractie van de ingeademde lucht kan zijn gehalveerd. Het specifieke kersenrode uiterlijk dat bij geïsoleerde koolmonoxydevergiftiging optreedt, ziet men zelden bij de patiënten die slachtoffer zijn van een brand. De patiënten zien er meestal grauw uit. Bij de patiënten met inhalatieletsel, eventueel gecombineerd met koolmonoxydevergiftiging wordt 100% zuurstof toegediend. Tevens wordt vanzelfsprekend gezorgd voor een vrije luchtweg. In het algemeen adviseert men om patiënten die tevens bewusteloos zijn, direct te intuberen. Met de toediening van zuurstof wordt niet gewacht tot de koolmonoxyde Hb verzadiging is bepaald. Bij koolmonoxydevergiftiging worden verschillende graden van ernst onderscheiden, waarbij meestal een relatie bestaat tussen de COHb-verzadiging en klinische verschijnselen: minder dan 10% weinig verschijnselen, 10-20% hoofdpijn en een strak gevoel om het voorhoofd, 20-30% kloppende hoofdpijn, 30-40% hoofdpijn met een algemeen gevoel van slapte, duizeligheid, gestoord zien, misselijkheid, braken en flauwvallen, 40-50% tevens snelle pols en tachypneu, boven de 50% bewusteloosheid en convulsies, boven de 60% cardiale en respiratoire stoornissen die meestal fataal zijn.

Infecties bij patiënten met uitgebreide brandwonden

Patiënten met uitgebreide brandwonden zijn zeer gevoelig voor het oplopen van bacteriële infecties. Twee fenomenen spelen hierbij een belangrijke rol:

- 1. De verbrande huid vormt een ideaal milieu voor micro-organismen om zich te vermenigvuldigen. Doordat de necrose avasculair is, kunnen de menselijke afweermechanismen de micro-organismen niet bereiken.***
- 2. Patiënten met uitgebreide brandwonden ontwikkelen een immuun-suppressie (verminderd werkend afweersysteem), zodat zij infecties moeilijker kunnen overwinnen.***

De belangrijkste locaties van infecties bij brandwonden zijn de brandwonden en de

lagere luchtwegen. Deze laatste infecties worden vooral gezien bij patiënten met een inhalatieletsel en/of patiënten, die geïntubeerd zijn. Voordat een micro-organisme een wondinfectie kan veroorzaken, zal het eerst de wond "moeten" koloniseren. Afhankelijk van zijn eigenschappen (enzymen, toxinen) kan de microbe zich dieper in het necrotisch weefsel graven, het onderliggende gezonde weefsel bereiken en sepsis veroorzaken.

De kolonisatie begint feitelijk vrij snel na het ongeval. In de eerste dagen zal vooral kolonisatie uit de niet verbrande diepere lagen en omliggende huid optreden. Het betreft hier voornamelijk grampositieve bacteriën, zoals *Staphylococcus aureus*. Naarmate de tijd voortschrijdt, zullen gramnegatieve micro-organismen in de wonden domineren. Deze gramnegatieven zijn deels afkomstig van de eigen microflora (mondkeelholte en maag-darmkanaal) en deels uit het ziekenhuismilieu komen. Vooral infecties met *Pseudomonas aeruginosa* zijn berucht bij patiënten met brandwonden.



Profylaxe

Het is dus van het grootste belang om kolonisatie van de wonden met micro-organismen te voorkomen. De twee belangrijkste wegen om kolonisatie te voorkomen, danwel te vertragen zijn:

1. hygiënische maatregelen
2. antimicrobiële crèmes

De strenge hygiënische maatregelen zijn erop gericht kruisbesmetting vanuit het ziekenhuismilieu te verhinderen. Tot zulke maatregelen behoren o.a. het isoleren van patiënten in gesluisde eenpersoonskamers met flow systemen. Verschillende studies hebben duidelijk gemaakt, dat zulke maatregelen inderdaad de morbiditeit en de mortaliteit van infecties doen dalen.

Antimicrobiële crèmes, zoals zilverulfadiazine (Flammazine®) en ceriumnitraat zilverulfadiazine (Flammacerium®) remmen de kolonisatie van brandwonden. Indien de wond echter gekoloniseerd is, kunnen deze middelen nog

wel enig effect uitoefenen op de vermeerdering van micro-organismen, maar ze zijn niet in staat ze volledig te elimineren.

Dit komt, omdat deze crèmes een gering vermogen bezitten diep in het necrotisch weefsel door te dringen. Ze zijn dus niet in staat om microben diep in het necrotisch weefsel te doden.

Naast deze meest gebruikte crèmes worden ook andere middelen gebruikt, b.v. mupirocin (Bactroban®), fucidinezalf en Furacine®.

Diagnose en therapie

Het is niet altijd makkelijk de diagnose infectie te stellen bij brandwondpatiënten. In de eerste weken verkeren de patiënten onder invloed van het trauma in een "ontstekingsfase". Deze fase is gekenmerkt door tal van ontstekingskenmerken zoals (hoge) koorts en leucocytose met linksverschuiving zonder dat er sprake is van infectie. Voeg daarbij, dat de wonden vaak gekoloniseerd zijn en op de thoraxfoto ook infiltraten c.q. atelectasen zichtbaar zijn en het moge dan duidelijk zijn, dat het moeilijk is de diagnose infectie met zekerheid te stellen.

Infectieuze complicaties vormen zeker een grote bedreiging voor de patiënt, geschat wordt, dat van alle patiënten, die na de eerste vijf dagen overlijden, 50 tot 70% overlijdt aan de gevolgen van een infectieuze complicatie. Gezien de boven beschreven moeilijkheden bij het stellen van de diagnose infectie zijn deze getallen misschien iets overdreven.

De behandeling van wondinfecties bestaat uit het elimineren van de geïnfecteerde bron, d.w.z. verwijdering van het geïnfecteerde necrotisch weefsel. Antimicrobiële therapie kan het oorzakelijke agens in het gezonde weefsel opruimen, maar is niet of nauwelijks in staat in het necrotisch weefsel te penetreren.

Omdat wondinfecties ten allen tijden kunnen optreden is het noodzakelijk d.m.v. kweken op de hoogte te zijn van de bacteriologische inventaris van de wond.

Voeding

Bij patiënten met brandwonden bestaat een grote behoefte aan voeding die nodig is voor de genezing van de brandwonden en om het immuunsysteem zo goed mogelijk intact te houden. Het metabolisme bij patiënten met brandwonden stijgt vooral in de periode van drie tot tien dagen na het letsel. Er bestaat een relatie tussen de ernst van het thermisch letsel en de stijging van het metabolisme.

Ook andere factoren spelen daarbij een rol, zoals de temperatuur waarin de patiënt wordt verpleegd en de kolonisatie van de wonden. Het metabolisme kan wel met een factor 100-150% zijn verhoogd. In het bloed van deze patiënten is een sterke stijging van de "katabole" hormonen waarneembaar, waardoor de lipolyse, ketogenese, proteolyse en gluconeogenese wordt gestimuleerd. Spiereiwitten worden afgebroken om energie en koolhydraatbouwstenen te leveren. Het is tot dusverre niet gelukt om de heftige metabole reactie met medicamenten te beïnvloeden. De gevolgen van de metabole reactie worden daarom symptomatisch behandeld, onder meer door de energieverliezen aan te vullen via voeding.



De voeding

Het maagdarmlkanaal is bij de patiënten met brandwonden niet aangedaan. Daarom kan van deze route gebruik worden gemaakt om voeding toe te dienen. Tevens is gebleken dat enterale voeding een gunstig effect heeft op de reactie van de katabole hormonen en het immuunsysteem. Parenterale voeding heeft deze voordelen niet en wordt daarom alleen in noodgevallen gebruikt. In de acute fase als bij de patient met brandwonden infusiebehandeling plaatsvindt om het intravasculaire verlies aan te vullen, neemt het lichaamsgewicht toe wegens de oedeemvorming. Het oedeem ver-

dwijnt geleidelijk maar dit proces kan wel tien dagen in beslag nemen. Het lichaamsgewicht in de acute fase geeft dus weinig informatie over de voedingstoestand. Het lichaamsgewicht kan dan ook niet in die fase als leidraad dienen voor de voedingsbehoefte. Het is wel nodig dat zo snel mogelijk na het letsel met een streng voedingsregime wordt begonnen. De formule van Curreri kan daarbij als uitgangspunt dienen. Beseft dient te worden dat de patiënten die door Curreri werden behandeld, wel verlies van lichaamsgewicht vertoonden tijdens de door hem onderzochte periode. Curreri gebruikte als parameters om de voedingsbehoefte vast te stellen, het lichaamsgewicht en het percentage brandwonden. Per dag schatte hij de behoefte van de volwassen patiënten (uitgedrukt in Kcal) als 25 maal het lichaamsgewicht (in kilogram) + 40 maal het percentage verbrand lichaamsoppervlak.

[Bij een patient van 70 kg. en 50% brandwonden, bestaat dus een dagelijkse behoefte van $(25 \times 70) + (40 \times 50) = 3750$ kilocalorieën]. Bij de patient met brandwonden treedt naast de katabole reactie, die zich onder andere uit in verlies van spiereiwitten (de afbraakproducten worden uitgescheiden in de urine als creatinine), ook verlies op van eiwitten via de wonden. Tevens treedt via de wonden verlies op van electrolyten, vitaminen en waterdamp. Het waterverlies bedraagt ongeveer 1,25 ml. per % brandwond per kg. lichaamsgewicht per dag. Bij een patient van 70 kg. en 50% brandwonden is dat dus $70 \times 50 \times 1,25 = 4375$ ml. Als de dagelijkse behoefte wordt geschat op 1500 ml. dan zou deze patient per dag aan vocht moeten krijgen $4375 + 1500 = 5875$ ml. Gezien de grote dagelijkse behoefte aan water en de aversie van patiënten met brandwonden tegen vaste voeding, wordt daarom veelal gebruik gemaakt van vloeibare voeding. Deze vloeibare voeding moet energie- en eiwitverrijkt zijn en zowel vitaminen als electrolyten bevatten.

Tegenwoordig zijn verscheidene producten in de handel die aan de gestelde eisen voldoen. Een bijkomend voordeel is dat ze verschillende smaken hebben en dat ze aan strenge hygiënische voorwaarden voldoen. De drankjes worden meestal koud toegediend, omdat dat de voorkeur van de patient heeft en ze worden zoveel mogelijk over de gehele dag verdeeld om abrupte grote belasting van de maag te voorkomen. De drankjes zijn over het algemeen vezelarm. Daarom worden aan deze drankjes vezels toegevoegd, soms al door de fabrikant (Nutridrink Fibre®). Soms worden

vezels apart toegevoegd, zoals psylliumvezels (Metamucil®). Psylliumvezels hebben als voordeel dat de faeces een bepaalde consistentie krijgt, waardoor de billen na defaecatie goed zijn te reinigen. Bij jonge kinderen (< 4 jaar) en bejaarden is de hyperalimentatie soms niet uitvoerbaar en dan is voeding via een neusmaagsonde aangewezen. Hyperalimentatie is niet zonder risico. Intensieve controle van onder andere de bloedsuikers en elektrolyten is nodig. Tevens kunnen allerlei complicaties van het maagdarmkanaal zelf optreden, zoals het syndroom van Ogilvie (pseudo-obstructie van het colon), obstipatie en diarree.

* Prof.dr. H.J. Klasen, chirurg Academisch Ziekenhuis Groningen.

** Dr. W.L. Manson, Medisch Microbioloog Streeklaboratorium voor de Volksgezondheid te Groningen.

Aanbevolen literatuur.

- 1 Bleichrodt RP, Mourik JB van. Enterale voeding. Uit. Universiteit Twente Enschede 1995, hoofdstuk 8.7.
- 2 Martyn JAJ. Acute management of the burned patient. WB Saunders Company, Philadelphia, 1990.
- 3 Haarman HJThM, Goris RJA, Klasen HJ, Patka P, Rommers PM (red.). Traumatologie. Bunge, Utrecht, 1993, hoofdstuk 19.
- 4 Yurt RW. Burns. In: Mandell, Douglas, Bennets (eds). Principles and practise of infectious diseases. Churchill Livingstone, New York, 1995 (fourth edition):2761-5.

Doorliggen voorkomen, een handleiding voor patiënten

De meest gerichte informatie voor uw patiënt.

Deze WCS brochure geeft informatie aan de patiënt over alle aspecten rond decubitus, zoals:

- > Wat is decubitus;
- > wat zijn risicoplaatsen;
- > hoe voorkom je decubitus en
- > hoe voorkom je dat het erger wordt.

Deze WCS brochure kost slechts f 1,- per stuk (exclusief verpakkings- en verzendkosten)

en kan besteld worden via:

de WCS bestellijn: 0252 - 230026.