

Richtlijn

Eerste opvang van
brandwondpatiënten in
de acute fase (1^{ste} 24 uur)
van verbranding en
verwijzing naar een
brandwondencentrum



Colofon

Richtlijn 'Eerste opvang van brandwondpatiënten in de acute fase (1^{ste} 24 uur) van verbranding en verwijzing naar een brandwondencentrum'

© 2014 Nederlandse Brandwonden Stichting

Zeestraat 29

1941 AJ Beverwijk

info@brandwondenstichting.nl

www.brandwondenstichting.nl

Het postadres is:

Postbus 1015

1940 EA Beverwijk

© 2014 Nederlandse Vereniging voor Brandwondenzorg

Machtelderf 23

2743 HD Waddinxveen

info@nvbz.nl

www.nvbz.nl

© 2014 Vereniging Samenwerkende Brandwondencentra Nederland

Zeestraat 27-29

1941 AJ Beverwijk

info@adbc.nl

www.adbc.nl

Alle rechten voorbehouden.

De tekst uit deze publicatie mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch door fotokopieën of enige andere manier, echter uitsluitend na voorafgaande toestemming van de uitgever. Toestemming voor gebruik van tekst(gedeelten) kunt u schriftelijk of per e-mail en uitsluitend bij de uitgever aanvragen. Adres en e-mailadres: zie boven.

ISBN: 978-90-809861-3-8

Richtlijn eerste opvang van brandwondpatiënten in de acute fase (1^{ste} 24 uur) van verbranding en verwijzing naar een brandwondencentrum

Initiatief

Brandwondenacademie
Vereniging Samenwerkende Brandwondencentra Nederland

Organisatie

Nederlandse Brandwonden Stichting
Vereniging Samenwerkende Brandwondencentra Nederland
CBO a TNO Company

Mandaterende Verenigingen/Instanties

Brandweer Nederland
Het Nederlandse Rode Kruis
Het Oranje Kruis
Landelijk Netwerk Acute Zorg
Nederlands Huisartsen Genootschap
Nederlandse Organisatie voor Wondprofessionals
Nederlandse Vereniging Spoedeisende Hulp Artsen
Nederlandse Vereniging Spoedeisende Hulp Verpleegkundigen
Nederlandse Vereniging van Medisch Managers Ambulancezorg
Nederlandse Vereniging voor Anesthesiologie
Nederlandse Vereniging voor Brandwondenzorg
Nederlandse Vereniging voor Heelkunde
Nederlandse Vereniging voor Intensive Care
Nederlandse Vereniging voor Kinderchirurgie
Nederlandse Vereniging voor Kindergeneeskunde
Nederlandse Vereniging voor Plastische Chirurgie
Nederlandse Vereniging voor Traumachirurgie
Vereniging van Mensen met Brandwonden
Verpleegkundigen en Verzorgenden Nederland
Verpleegkundigen en Verzorgenden Nederland Ambulancezorg
WCS Kenniscentrum Wondzorg

Met medewerking van

Ambulancezorg Nederland

Financiering

Deze richtlijn is tot stand gekomen met financiële steun van de Nederlandse Brandwonden Stichting.

Inhoudsopgave

Samenstelling werkgroep	6
Lijst met afkortingen	8
Leeswijzer	9
Overzicht van de aanbevelingen	10
Aanbevelingen handelen op plaats van ongeval	10
Aanbevelingen koelen.....	11
Aanbevelingen primaire opvang en lichamelijk onderzoek op de SEH.....	11
Aanbevelingen intubatie.....	13
Aanbevelingen TVLO inschatting	13
Aanbevelingen vloeistofresuscitatie	14
Aanbevelingen verwijscriteria.....	15
Aanbevelingen vervoer	15
Stroomschema 1: handelen bij brandwonden op plaats van ongeval/incident	17
Stroomschema 2: primaire opvang en lichamelijk onderzoek op de SEH.....	18
Stroomschema 3: intubatie.....	19
Stroomschema 4: TVLO inschatting	20
Stroomschema 5: vloeistofresuscitatie	21
1. Inleiding brandwonden	22
2. Handelen bij brandwonden op plaats van ongeval/incident	30
Deelvraag 2A: Oorzaken van verbrandingen	30
Deelvraag 2B: Eerste hulp handelingen	32
Deelvraag 2C: Anamnese en eerste onderzoek.....	34
Deelvraag 2D: Vervoer naar een ziekenhuis	34
3. Koelen.....	38
Deelvraag 3A: Koelingstijd	38
Deelvraag 3B: Temperatuur van het koelwater.....	41
Deelvraag 3C: Vertraging van startmoment van koelen.....	43
Deelvraag 3D: Verschillende koelingsinterventies.....	45
Hoofdvraag.....	47
4. Primaire opvang en lichamelijk onderzoek op de spoedeisende hulp.....	50
Deelvraag 4A: Primaire opvang volgens ABCDE-methodiek.....	50
Deelvraag 4B: Pijnbestrijding	53
Deelvraag 4C: Intercollegiaal consult.....	54
Deelvraag 4D: Secondary survey (anamnese en lichamelijk onderzoek)	54
Deelvraag 4E: (Wond)behandeling op de SEH.....	55
Deelvraag 4F: Emotionele ondersteuning	57
Deelvraag 4G: Niet-accidenteel letsel.....	58
Deelvraag 4H: Chemisch letsel.....	59
Deelvraag 4I: Elektrisch letsel	59
5. Intubatie	65
Deelvraag 5A: Doel van intubatie	65
Deelvraag 5B: Indicatie	67
Deelvraag 5C: Nadelen.....	69
6. TVLO inschatting bij kinderen en volwassenen	72
7. Vloeistofresuscitatie tijdens eerste opvang bij kinderen en volwassenen	79

Deelvraag 7A: Indicatie	80
Deelvraag 7B: Vochtoplossing.....	82
Deelvraag 7C: Berekening vloeistofvolume	89
Deelvraag 7D: Monitoren van vloeistofresuscitatie	95
8. Verwijscriteria naar een brandwondencentrum voor kinderen en volwassenen.....	101
9. Vervoer en overplaatsing van de patiënt met brandwonden naar een brandwondencentrum	105
10. Implementatie van de richtlijn	109
11. Indicatoren	113
12. Aanbevelingen voor onderzoek	119
Bijlage 1: Knelpunten en uitgangsvragen	120
Bijlage 2: Bewijstabellen.....	121
Deelvraag 3A	121
Deelvraag 3B	124
Deelvraag 3C	126
Deelvraag 3D	129
Deelvraag 6A	130
Deelvraag 6B	130
Deelvraag 7A	133
Deelvraag 7B	133
Deelvraag 7C	135
Deelvraag 7D	137
Bijlage 3: Informatieformulier overplaatsing brandwondenpatiënt.....	139
Bijlage 4: Patiëntenparticipatie	140

Samenstelling werkgroep

Werkgroep

Drs. J.A.C. van Heest	Nederlands Huisartsen Genootschap (NHG)
Mevr. S. Amesz	Nederlandse Organisatie voor Wondprofessionals (NOVW)
Dhr. T. Lassing	Nederlandse Organisatie voor Wondprofessionals (NOVW)
Drs. A. Snoek	Nederlandse Vereniging Spoedeisende Hulp Artsen (NVSHA)
Drs. L. Dudink-Maas	Nederlandse Vereniging Spoedeisende Hulp Artsen (NVSHA)
Mevr. R. Veldhuisen	Nederlandse Vereniging Spoedeisende Hulp Verpleegkundigen (NVSHV)
Drs. D.P. Mackie	Nederlandse Vereniging voor Anesthesiologie (NVA)
Drs. P. Knappe	Nederlandse Vereniging voor Anesthesiologie (NVA)
	Nederlandse Vereniging voor Intensive Care (NVIC)
Dr. A.F.P.M. Vloemans	Nederlandse Vereniging voor Brandwondenzorg (NVBZ)
Drs. J. Dokter	Nederlandse Vereniging voor Brandwondenzorg (NVBZ)
Dr. S.M. Scholten-Jaegers	Nederlandse Vereniging voor Brandwondenzorg (NVBZ)
Dr. J.H. Allema	Nederlandse Vereniging voor Heelkunde (NVvH)
	Nederlandse Vereniging voor Kinderchirurgie (NVKC)
Prof. Dr. R.S. Breederveld	Nederlandse Vereniging voor Heelkunde (NVvH)
	Nederlandse Vereniging voor Traumachirurgie (NVT)
Dr. G.I.J.M. Beerthuizen	Nederlandse Vereniging voor Heelkunde (NVvH)
	Nederlandse Vereniging voor Traumachirurgie (NVT)
Dr. C.H. van der Vlies	Nederlandse Vereniging voor Heelkunde (NVvH)
	Nederlandse Vereniging voor Traumachirurgie (NVT)
Drs. R. Wilting	Nederlandse Vereniging voor Intensive Care (NVIC)
Dr. M.G.A. Baartmans	Nederlandse Vereniging voor Kindergeneeskunde (NVK)
Drs. T.K. Teertstra	Nederlandse Vereniging voor Kindergeneeskunde (NVK)
Drs. R.J.M. Houmes	Landelijk Netwerk Acute Zorg (LNAZ)
Prof. Dr. P.P.M. van Zijl	Nederlandse Vereniging voor Plastische Chirurgie (NVPC)
Drs. B.M. Kazemier	Vereniging van Mensen met Brandwonden (VMB)
Mevr. M. Sluiter	Vereniging van Mensen met Brandwonden (VMB)
Dhr. A. Hutten	Verpleegkundigen en Verzorgenden Nederland Ambulancezorg (V&VN AZ)
Dr. A.E.E. de Jong	WCS Kenniscentrum Wondzorg (WCS)
Dhr. R. van Komen	WCS Kenniscentrum Wondzorg (WCS)
Drs. F.R. Tempelman	Nederlandse Vereniging voor Brandwondenzorg (NVBZ)

Organisatorische en methodologische ondersteuning

Prof. Dr. E. Middelkoop (Vz.)	Vereniging Samenwerkende Brandwondencentra Nederland (VSBN)
Dr. M.K. Nieuwenhuis	Vereniging Samenwerkende Brandwondencentra Nederland (VSBN)
Dr. M.E. van Baar	Vereniging Samenwerkende Brandwondencentra Nederland (VSBN)
Drs. C.J. Hoogewerf	Vereniging Samenwerkende Brandwondencentra Nederland (VSBN)
	Nederlandse Brandwonden Stichting
Dr. C.H.M. van Schie	Nederlandse Brandwonden Stichting
Dhr. H. van Veenendaal	CBO-adviseur
Dr. T. Kuijpers	CBO-adviseur
Dr. K. Rosenbrand	CBO-adviseur
Mevr. R. Deurenberg	CBO-adviseur

Klankbordgroep (commentaarroude)

Dhr. W. ten Wolde	Ambulancezorg Nederland
-------------------	-------------------------

Drs. H. Meppelder

Dhr. C. van Romburgh

Drs. W. Kiel

Mevr. N. den Ouden

Nederlandse Vereniging van Medisch Managers Ambulancezorg
(NVMMA)

Nederlandse Rode Kruis

Brandweer Nederland

Het Oranje Kruis

Lijst met afkortingen

ABA	American Burn Association
ABCDE	Airway, Breathing, Circulation, Disability, Exposure
ABCDEF	Airway, Breathing, Circulation, Disability, Exposure, Fluids
AGREE	Appraisal of Guidelines for Research and Evaluation
BWC	Brandwondencentrum
CBRN	Chemisch, Biologisch, Radiologisch, Nuclear
EBA	European Burns Association
EBRO	Evidence Based Richtlijn Ontwikkeling
EMSB	Emergency Management of Severe Burns
GRADE	Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation
NVBZ	Nederlandse Vereniging voor Brandwondenzorg
NVIC	Nationaal Vergiftigingen Informatie Centrum
NZGG	New Zealand Guideline Group
PICO	Patient Intervention Comparison Outcome
SEH	Spoedeisende Hulp
TVLO	Totaal Verbrand Lichaamsoppervlak
VSBN	Vereniging Samenwerkende Brandwondencentra Nederland
ZiROP	Ziekenhuis Rampenopvangplan

Leeswijzer

Deze richtlijn geeft een overzicht van de kennis op het gebied van de eerste opvang van brandwondpatiënten in de acute fase (1^{ste} 24 uur) van verbranding en verwijzing naar een brandwondencentrum. Elk knelpunt wordt beschreven in een apart hoofdstuk en de hoofdstukken zijn zo veel mogelijk op chronologische volgorde van (be)handelen geplaatst. De aanbevelingen uit alle hoofdstukken en de stroomschema's waarin deze aanbevelingen zoveel mogelijk zijn samengevat, bevinden zich voor de hoofdstukken. Hieronder staat een overzicht van de hoofdstukken.

In hoofdstuk 1 worden de definities gegeven zoals in de richtlijn worden gehanteerd en wordt een korte beschrijving gegeven van aanleiding/doelstelling van het richtlijnontwikkeltraject brandwonden en van de Evidence Based Richtlijn Ontwikkeling (EBRO) methodiek.

In hoofdstuk 2 wordt het **handelen bij brandwonden op plaats van ongeval/incident** (pre-hospitaal) en het primaire vervoer naar een ziekenhuis beschreven. Dit hoofdstuk is vooral van belang voor de eerstehulpverleners, waaronder EHBO-ers, BHV-ers, ambulancepersoneel en mogelijk ook huisartsen. Dit is samengevat in stroomschema 1, handelen bij brandwonden op plaats van ongeval/incident.

In hoofdstuk 3 wordt het wetenschappelijke bewijs voor **koelen** beschreven. De onderbouwing van de weergegeven conclusies en aanbevelingen is te vinden in bijlage 2, bewijstabellen.

In hoofdstuk 4 wordt de **primaire opvang en lichamelijk onderzoek op de spoedeisende hulp** beschreven. Daarnaast worden in dit hoofdstuk de (wond)behandelingsmogelijkheden op de SEH besproken die ook relevant zijn voor huisartsen. Dit hoofdstuk is samengevat in stroomschema 2, primaire opvang.

In hoofdstuk 5 wordt een overzicht gegeven van de voor en nadelen van **intuberen**. De overweging om tot intubatie over te gaan wordt beschreven en ook weergegeven in stroomschema 3, intubatie.

In hoofdstuk 6 worden de verschillende methoden voor **inschatting van het Totaal Verbrand Lichaams Oppervlak (TVLO)** bij kinderen en volwassenen beschreven. Dit is samengevat in stroomschema 4, TVLO inschatting. De onderbouwing van de weergegeven conclusies en aanbevelingen voor de te prefereren methode is te vinden in bijlage 2, bewijstabellen.

In hoofdstuk 7 wordt beschreven welke patiënten behandeld dienen te worden met **vloeistofresuscitatie**, voor zowel kinderen als volwassenen. Daarnaast worden de te prefereren vochtoplossing, methode voor volumeberekening en methode van monitoring beschreven. Dit is samengevat in stroomschema 5, vloeistofresuscitatie. De onderbouwing van de weergegeven conclusies en aanbevelingen is te vinden in bijlage 2, bewijstabellen.

In hoofdstuk 8 worden de **verwijscriteria** naar een brandwondencentrum beschreven.

In hoofdstuk 9 wordt het **vervoer** van een brandwondenpatiënt van een ziekenhuis naar een brandwondencentrum beschreven. Ook staat in dit hoofdstuk beschreven hoe het primaire vervoer van een brandwondenpatiënt verzorgd dient te worden.

In hoofdstuk 10 staan de stappen beschreven die volgens de werkgroep nodig zijn om de aanbevelingen van deze richtlijn in de gezondheidszorg te **implementeren**.

In hoofdstuk 11 staan de **indicatoren** behorende bij de kernaanbevelingen van deze richtlijn die gebruikt worden om de implementatie van deze richtlijn te monitoren.

In hoofdstuk 12 staan suggesties voor **verder onderzoek** die volgens de werkgroep prioriteit hebben. Deze suggesties komen voort uit de door de werkgroep vastgestelde lacunes in kennis die tijdens de ontwikkeling van deze richtlijn aan het licht kwamen.

Overzicht van de aanbevelingen

Aanbevelingen handelen op plaats van ongeval

Welke handelingen en procedures zorgen voor een adequate eerste hulp aan brandwondenslachtoffers?

- Hulpverleners dienen in eerste instantie zorg te dragen voor de persoonlijke veiligheid en die van omstanders.
- Het doven van kleding (persoon) in vlam dient te gebeuren:
 - door middel van rollen
 - of met een blusdeken, stevig niet-synthetisch kleding, ander stevig textiel of water
 - werk van gezicht naar beneden zodat vlammen het gezicht niet kunnen bereiken.
- Bij elektrisch letsel dient men de stroom zo mogelijk uit te zetten of het slachtoffer op andere wijze van de elektriciteitsbron te verwijderen/loskoppelen, zonder gevaar voor de hulpverlener.
- Voor het eerste onderzoek dient de zorgprofessional gebruik te maken van de ABCDE-methodiek, zoals beschreven in de ATLS, APLS, EMSB en PHTLS richtlijnen/protocollen.
- Koel de acute brandwonden tussen de 10 en 20 minuten mits het andere interventies niet in de weg staat.
- Koel de acute brandwonden bij voorkeur met stromend kraanwater (van ca. 15^oC tot 30^oC) en pas de temperatuur aan bij wat de patiënt als prettig ervaart.
- De werkgroep adviseert om zo snel mogelijk adequate pijnbehandeling met intraveneuze opiaten te geven volgens de richtlijn “pijnbehandeling bij traumapatiënten in de spoedzorgketen” (NVSHV 2010).
 - Pijnstilling dient te worden getitreerd op geleide van het effect en de eventueel optredende bijwerkingen.
- Tijdens de opvang van slachtoffers met brandwonden dient ieder half uur de pijn te worden geëvalueerd en zo nodig de pijnstilling te worden aangepast.
- Bij slachtoffers met chemisch letsel:
 - dienen zorgprofessionals op de eigen veiligheid te letten, inclusief het gebruik van beschermende kleding;
 - dient achterhaald te worden wat het agens is;
 - dient de leidraad CBRN of een eventueel aanwezig BHV-protocol over het agens gevolgd te worden;
 - dient verontreinigde kleding op een verantwoorde wijze verwijderd te worden (bijv. wegknippen) en op zodanige manier op te bergen dat de kleding geen gevaar voor derden oplevert;
 - dient de wond zo mogelijk 45 tot 60 minuten gespoeld te worden, behalve bij letsels veroorzaakt door agentia die zeer sterk reageren met water zoals elementair natrium, kalium of lithium;
 - van een agens waarbij de behandeling onduidelijk is, dient contact opgenomen te worden met het NVIC (dag en nacht bereikbaar op 030-274 8888 en via website www.vergiftigingen.info).
- Een anamnese dient afgenomen te worden van patiënt en/of omstanders en bestaat uit:
 - aard van het ongeval en agens
 - temperatuur, hoeveelheid en duur van inwerking agens
 - toegepaste eerste hulp maatregelen
 - navraag eventuele explosie of sprong/val van hoogte(i.v.m. additioneel letsel)
- Bij (ambulance)vervoer naar het dichtstbijzijnde ziekenhuis met adequate opvang dient men:
 - koelingsverbanden alleen te gebruiken wanneer er nog niet gekoeld is (de totale koelingsduur is maximaal 20 minuten)
 - geen crème of andere topische middelen te gebruiken op de wond

- wonden zo schoon mogelijk af te dekken: niet-verklevende verbanden/metalline lakens of plastic huishoudfolie
- de patiënt zoveel mogelijk op lichaamstemperatuur te houden
- de verbrande extremiteiten hoog te plaatsen om zwelling te beperken
- bij verdenking van inhalatietrauma of hoofd/hals verbrandingen de patiënt halfzittend te vervoeren
- zuurstof te geven aan patiënt via een non-rebreathing masker
- de patiënt uit te leggen wanneer niet direct/rechtstreeks naar een brandwondencentrum wordt gegaan.

Aanbevelingen koelen

Wat zijn de gewenste en ongewenste effecten van koelen in vergelijking met niet koelen op de snelheid en kwaliteit van de wondgenezing na een vlam of hete vloeistof verbranding?

- Koel de acute brandwonden tussen de 10 en 20 minuten mits het andere interventies niet in de weg staat.
- Koel de acute brandwonden bij voorkeur met stromend kraanwater (van ca. 15^oC tot 30^oC) en pas de temperatuur aan bij wat de patiënt als prettig ervaart.
- Vermijd koelen met koud water om de kans op hypothermie te minimaliseren.
- Het starten van koelen dient idealiter direct te gebeuren, maar ook na een vertraging tot 3 uur na het ongeval kan koelen nog overwogen worden ter verlichting van de pijn, mits het andere interventies niet in de weg staat.
- Koelen dient bij voorkeur te gebeuren met stromend kraanwater (van ca. 15^oC tot 30^oC) maar bij afwezigheid van kraanwater kunnen alternatieven als hydrogels overwogen worden om maximaal 20 minuten te koelen.
- Om hypothermie te voorkomen dient bij alle koelingsinterventies alleen de brandwond gekoeld te worden, terwijl de rest van het lichaam zo veel mogelijk op lichaamstemperatuur gehouden wordt.

Aanbevelingen primaire opvang en lichamelijk onderzoek op de SEH

Welke procedures zorgen voor een adequate eerste opvang van slachtoffers met brandwonden op de spoedeisende hulp?

- De werkgroep adviseert het gebruik van de ABCDE-methodiek, zoals beschreven in de ATLS, APLS en EMSB, in de eerste opvang van slachtoffers met brandwonden.
- De werkgroep adviseert om zo snel mogelijk adequate pijnbehandeling met intraveneuze opiaten te geven volgens de richtlijn “pijnbehandeling bij traumapatiënten in de spoedzorgketen” (NVSHV, 2010).
 - Pijnstilling dient te worden getitreerd op geleide van het effect en de eventueel optredende bijwerkingen.
 - Tijdens de opvang van slachtoffers met brandwonden dient ieder half uur de pijn te worden geëvalueerd en zo nodig de pijnstilling te worden aangepast.
- De werkgroep adviseert om bij verdenking op een inhalatieletsel een anesthesioloog, intensivist, KNO arts en/of longarts te consulteren. Indien nodig dient er laagdrempelig contact gezocht te worden met een brandwondencentrum voor overleg.
- Bij slachtoffers met brandwonden die verwezen worden naar een brandwondencentrum dienen de wonden zo schoon mogelijk afgedekt te worden met folie, metalline lakens of schone doeken waarover een deken gelegd kan worden. Er dienen geen topicale middelen op de wonden gesmeerd te worden.
- Bij patiënten met brandwonden die niet doorverwezen worden naar een brandwondencentrum:
 - dienen de brandwonden eerst schoongemaakt en gedesinfecteerd te worden, de wond kan schoongemaakt worden met fysiologisch zout, zeep, water of een chloorhexidine oplossing;

Aanbevelingen

- wordt geadviseerd om de wonden te bedekken met gelvormende wondbedekkers die een geleichtig milieu creëren ter bevordering van de wondgenezing (bijv. hydrofiber-, hydrocolloïd- of alginaatverbanden). Deze zijn makkelijk in het gebruik, verminderen pijn en aantal verbandwissels;
- dient inspectie van de brandwonden en/of het wondverband plaats te vinden op basis van het type wondbedekker;
- dienen wondbedekkers na verzadiging vervangen te worden;
- dient de brandwond binnen 48-72 uur opnieuw beoordeeld te worden;
- dienen kleine blaren intact gelaten te worden;
- kunnen grote blaren gedebrideerd worden, waarna gelvormende wondbedekkers gebruikt kunnen worden.
- De werkgroep adviseert om professionaliteit uit te stralen en emotionele ondersteuning en informatie te geven aan slachtoffers met brandwonden en hun familie tijdens de eerste opvang. Zorgverleners dienen rekening te houden met angst en stress bij de pijnbeoordeling en de patiënt tijdig en eerlijk te informeren over zijn situatie en behandeling om daarmee angst en stress te verminderen.
- Indien een brandwond in de twee weken na het ongeval onvoldoende tekenen van genezing laat zien, dient het slachtoffer doorverwezen te worden naar een brandwondencentrum.
- De werkgroep adviseert alert te zijn op niet-accidenteel letsel. Bij verdenking van een niet-accidentele oorzaak dient verwijzing naar een brandwondencentrum overwogen te worden. Kenmerken van brandwonden waarbij men een niet-accidentele oorzaak moet uitsluiten zijn:
 - er is een delay in presentatie;
 - er is een vaag of inconsistent verhaal over de oorzaak (door verschillende getuigen);
 - het letsel komt niet overeen met het verhaal;
 - er zijn andere tekenen van letsel aanwezig, bijvoorbeeld blauwe plekken;
 - verbrandingen met een scherpe begrenzing (handschoen of sok distributie als gevolg van onderdompeling in heet water);
 - verbrandingen van de benen en billen met uitsparing distale deel ('donut-sign' als gevolg van vasthouden in heet badwater met onderste deel billen op relatief kouder bad);
 - verbrandingen met een afdrukpatroon (sigaret, strijkijzer, aansteker, wafelijzer etc);
 - verbrandingen bestaande uit 1 diepte en brandwonden van volledige dikte.
- Bij slachtoffers met chemisch letsel
 - dienen zorgprofessionals op de eigen veiligheid te letten, inclusief het gebruik van beschermende kleding;
 - dient achterhaald te worden wat het agens is;
 - dient de leidraad CBRN of een eventueel aanwezig BHV-protocol over het agens gevolgd te worden;
 - dient verontreinigde kleding op een verantwoorde wijze verwijderd te worden (bijv. wegnippen) en op zodanige manier op te bergen dat de kleding geen gevaar voor derden oplevert;
 - dient de wond zo mogelijk 45 tot 60 minuten gespoeld te worden, behalve bij letsels veroorzaakt door agentia die zeer sterk reageren met water zoals elementair natrium, kalium of lithium;
 - van een agens waarbij de behandeling onduidelijk is, dient contact opgenomen te worden met het NVIC (dag en nacht bereikbaar op 030-274 8888 en via website www.vergiftigingen.info);
 - dient contact opgenomen te worden met een brandwondencentrum.
- Bij slachtoffers met elektrische brandwonden waarbij een stroomdoorgang heeft plaatsgevonden met een hoog voltage > 1000V,
 - dient men alert te zijn op neurologische, respiratoire en cardiale problemen;

- dient men een ECG te maken om cardiale problemen uit te sluiten. Bij afwijkingen op de eerste ECG dient patiënt verder gemonitord te worden;
 - dient men de plaats van intrede en plaats van uitrede te lokaliseren, tussen deze plaatsen kan zich onderhuids ernstige necrose bevinden;
 - dient men alert te zijn op een mogelijk grotere vochtbehoefte dan de grootte van de brandwond doet vermoeden;
 - dient men alert te zijn op oedeemvorming met als complicatie een compartimentsyndroom en dient het slachtoffer als zodanig behandeld te worden.
- Bij slachtoffers met elektrische brandwonden dient contact opgenomen te worden met een brandwondencentrum.

Aanbevelingen intubatie

Welk type slachtoffers met brandwonden komt tijdens de eerste opvang in aanmerking voor intubatie, rekening houdend met de nadelen van te snel of onnodig intuberen, en wat is het doel van deze intubatie?

Algemeen:

- Voordat tot intubatie wordt overgegaan, moet letsel aan de cervicale wervelkolom (CWK) uitgesloten worden. Wanneer cervicaal letsel aanwezig is of niet uit te sluiten valt, dient de CWK eerst gestabiliseerd te worden.
- De werkgroep adviseert het opvangteam om bij twijfel over intubatie in niet acuut levensbedreigende situaties, eerst contact op te nemen met een brandwondencentrum om overleg te plegen over de noodzaak van intubatie op basis van anamnese en onderzoek. De nadelen van intubatie (delay van vervoer, beperking anamnese, vochtretentie en complicaties) moeten in overweging worden genomen
- Bij vermoeden van inhalatietrauma dient de patiënt met brandwonden halfzittend vervoerd te worden.
- Een geïntubeerde patiënt dient halfzittend vervoerd te worden.

Inhalatieletsel van de bovenste luchtweg:

- Bij slachtoffers met brandwonden waarbij er op basis van anamnese en klinisch onderzoek een vermoeden is van een inhalatieletsel van de bovenste luchtweg dient intubatiemateriaal binnen handbereik van een voor intubatie bevoegde hulpverlener te zijn en moet adequate monitoring van de luchtweg op respiratoire obstructie plaatsvinden. Wanneer respiratoire obstructie optreedt, dient te worden geïntubeerd.
- Slachtoffers met brandwonden waarbij respiratoire obstructie dreigt, of die stridor of een bemoeilijkte ademhaling hebben, dienen te worden geïntubeerd.

Inhalatieletsel van de onderste luchtweg:

- Slachtoffers met brandwonden waarbij respiratoire falen optreedt, dienen te worden geïntubeerd.

Systemisch inhalatieletsel:

- Bij slachtoffers met brandwonden die een Glasgow Coma Score van 8 of lager hebben, dient intubatie overwogen te worden.

Aanbevelingen TVLO inschatting

Wat is de te prefereren methode voor inschatting van totaal verbrand lichaamsoppervlak bij volwassenen en kinderen tijdens de 1^{ste} opvang gelet op de accuratesse en toepasbaarheid?

- De werkgroep is van mening dat in de 1^{ste} opvang van slachtoffers met kleine brandwonden (<10% TVLO) het gebruik van de 'hand-methode' de voorkeur verdient boven de 'Regel van 9' en de 'Lund & Browder' voor het inschatten van het percentage TVLO bij kinderen en volwassenen.
- De werkgroep is van mening dat in de 1^{ste} opvang van slachtoffers met grote brandwonden (>10% TVLO) het gebruik van de 'Regel van 9' de voorkeur verdient boven de 'hand-methode' en de 'Lund & Browder' voor het inschatten van het percentage TVLO bij kinderen en volwassenen.

Aanbevelingen

- Wanneer gebruik wordt gemaakt van de 'Regel van 9' dient de leeftijdsspecifieke 'Regel van 9' gebruikt te worden. (zie Figuur 6.1)
- Wanneer gebruik wordt gemaakt van de 'Lund & Browder', is het aan te bevelen om de leeftijds-specifieke 'Lund & Browder' te gebruiken. (zie Tabel 6.1)

Aanbevelingen vloeistofresuscitatie

Welke patiënten dienen behandeld te worden met vloeistofresuscitatie tijdens de eerste opvang?

- Vloeistofresuscitatie is geïndiceerd voor volwassenen bij verbrandingen $\geq 15\%$ TVLO.
- Vloeistofresuscitatie is geïndiceerd voor kinderen bij verbrandingen $\geq 10\%$ TVLO.

Wat is de te prefereren vochttoplossing voor vloeistofresuscitatie tijdens de eerste opvang?

- Volgens de werkgroep dient gebruik gemaakt te worden van een kristalloïde oplossing bij de start van vloeistofresuscitatie voor **volwassenen en kinderen** met brandwonden.

Wat is de te prefereren methode voor berekening van volume voor vloeistofresuscitatie tijdens de eerste opvang? En welke gegevens zijn hierbij van belang?

- De werkgroep adviseert het gebruik van de Parkland formule voor de start van vloeistofresuscitatie voor **volwassenen** met brandwonden $\geq 15\%$ van het lichaamsoppervlak:
 - De Parkland formule: 4 ml/kg/%TVLO voor de start van vloeistofresuscitatie*
 - De behandeling dient zo snel mogelijk na het ongeval te starten.
 - Gerekend wordt vanaf het tijdstip van ongeval en al gegeven vochtvolume wordt meegerekend.
 - De helft van het berekende volume wordt gegeven in de 1^e 8 uur en de andere helft in de opvolgende 16 uur
- De werkgroep adviseert het gebruik van de Parkland formule voor de start van vloeistofresuscitatie voor **kinderen** met brandwonden $\geq 10\%$ van het lichaamsoppervlak:
 - De Parkland formule: 4 ml/kg/%TVLO voor de start van vloeistofresuscitatie*
 - De behandeling dient zo snel mogelijk na het ongeval te starten.
 - Gerekend wordt vanaf het tijdstip van ongeval en al gegeven vochtvolume wordt meegerekend.
 - De helft van het berekende volume wordt gegeven in de 1^e 8 uur en de andere helft in de opvolgende 16 uur

Daarnaast dient een onderhoudsinfuus gegeven te worden op basis van gewicht:

- Glucose-zout (glucose 2,5% en NaCl 0,45%):
 - 100 ml/kg/24 uur (tot 10 kg)
 - +50 ml /kg/24 uur (10-20 kg)
 - +20 ml/kg/24 uur (20-30kg)
- Let op: bij orale intake dient het volume naar beneden bijgesteld te worden.

*Let op:

- Deze formule dient alleen als startvolume gebruikt te worden.
- De berekening van vochtvolume gaat vaak fout door:
 - rekenfouten
 - fouten in TVLO inschatting
 - fouten in gewicht
- Het vocht toegediend dient nauwlettend gemonitord worden (diurese per uur) vanwege de grote risico's van overdosering.
- Gebrek aan monitoring kan leiden tot te veel (of te weinig) vochttoediening waarbij diverse complicaties kunnen ontstaan (longoedeem, intra-abdominale hypertensie, compartimentsyndromen, nierfalen etc.).
- Alert zijn op mogelijke ontwikkeling van hyponatriëmie bij kinderen.

Wat is de te prefereren methode van monitoren van vloeistofresuscitatie tijdens de eerste opvang?

- Volgens de werkgroep dient bij **volwassenen** de vloeistofresuscitatie gemonitord te worden op basis van de urineproductie (0.5 ml/kg/uur).

- Volgens de werkgroep dient bij **kinderen** vloeistofresuscitatie gemonitord te worden op basis van de urineproductie (1.0-1.5 ml/kg/uur).
 - Bij kinderen < 1 jaar is een hogere urineproductie geaccepteerd (tot 2.0 ml/kg/uur).
- Volgens de werkgroep dient de vloeistofresuscitatie voor **volwassenen en kinderen*** getitreerd te worden op geleide van urineproductie en vitale functies.
 - In geval van hemochromogenurie diurese verhogen tot 1-2 ml/kg/uur door verhogen infuussnelheid, toedienen van Mannitol en alkaliseren van urine.

*Let op: bij kinderen dient alleen het resuscitatievolume bijgesteld te worden, niet het onderhoudsinfuus.
- De extra vochtbehoefte bij patiënten die beademd worden of met elektrisch letsel, stomp trauma of dehydratie kan/dient te worden gemonitord aan de hand van de urineproductie.
- Vanuit patiëntperspectief is het van belang dat er helder wordt gecommuniceerd naar de patiënt of orale intake van vocht is toegestaan.

Aanbevelingen verwijscriteria

Wanneer dient contact te worden opgenomen met een brandwondencentrum en welke factoren bepalen de urgentie van verwijzing van kinderen en volwassenen naar een brandwondencentrum?

- Bij alle patiënten die voldoen aan één of meer van de volgende criteria dient er contact opgenomen te worden met een brandwondencentrum voor advies en eventueel verwijzing.
 - Brandwonden \geq 10% TVLO bij volwassenen
 - Brandwonden \geq 5% TVLO bij kinderen
 - Volledige dikte brandwonden \geq 5% TVLO
 - Brandwonden over functionele gebieden (gelaat, handen, voeten, genitalia, perineum en grote gewrichten)
 - Circulaire brandwonden aan hals, romp of ledematen
 - Brandwonden t.g.v. elektriciteit (hoog voltage), inclusief brandwonden t.g.v. blikseminslag
 - Chemische letsels
 - Brandwonden met een vermoeden van inhalatieletsel (zie hoofdstuk 5, intubatie)
 - Brandwonden met een ander begeleidend trauma of (pre-existente) aandoening die de behandeling en genezing kan beïnvloeden en mortaliteit verhogen.
 - Brandwonden bij uitersten van leeftijd: jonge kinderen (\leq 1 jaar) en ouderen (\geq 75 jaar)
 - Niet-accidentele brandwonden
 - Brandwonden waarbij twijfel bestaat over de vermelde ongevalstoedracht in combinatie met twijfel over competentie/toerusting van de eigen instelling voor deze problematiek.
- Indien een brandwond in de twee weken na het ongeval onvoldoende tekenen van genezing laat zien, dient het slachtoffer doorverwezen te worden naar een brandwondencentrum.
- Indien een slachtoffer met brandwonden aan een van bovenstaande criteria voldoet, dient men eerst contact op te nemen met een brandwondencentrum (BWC), alvorens overplaatsing plaatsvindt.

Telefoonnummers en websites van ziekenhuizen met een brandwondencentrum

BWC Beverwijk, Rode Kruis ziekenhuis:	tel (0251) 265555	www.rkz.nl
BWC Groningen, Martini ziekenhuis:	tel (050) 5245245	www.martiniziekenhuis.nl
BWC Rotterdam, Maasstad ziekenhuis:	tel (010) 2911911	www.maasstadziekenhuis.nl

Aanbevelingen vervoer

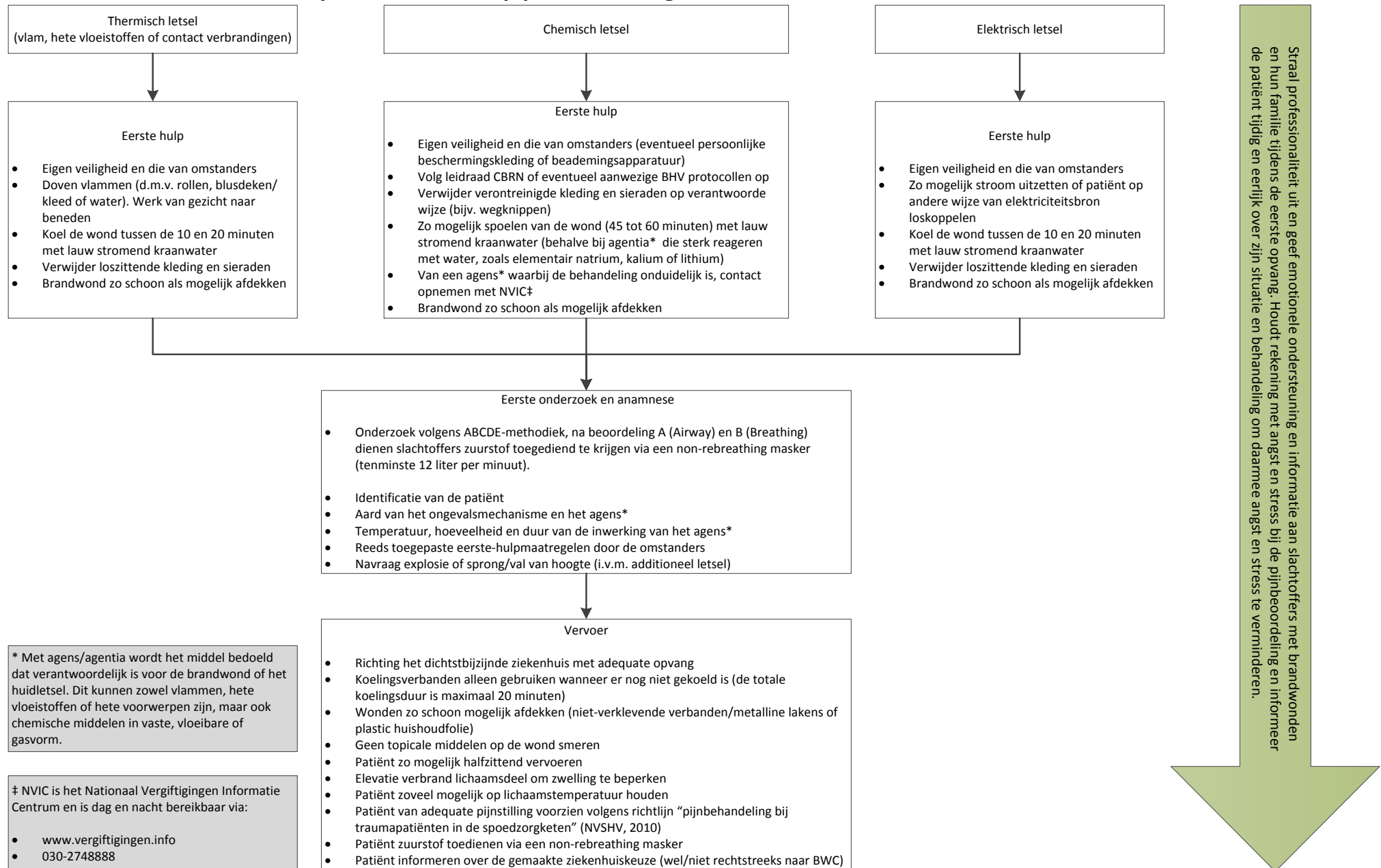
Welke maatregelen dienen te worden toegepast om een adequaat vervoer van de patiënt met brandwonden naar een ziekenhuis of brandwondencentrum te verzorgen?

- De werkgroep adviseert het gebruik van de ABCDE-methodiek en de vervoersrichtlijn zoals beschreven in het LPA voor het vervoer van een slachtoffer met brandwonden.
- Bij verbranding van nek, hals en/of hoofd dient de patiënt met brandwonden halfzittend vervoerd te worden.

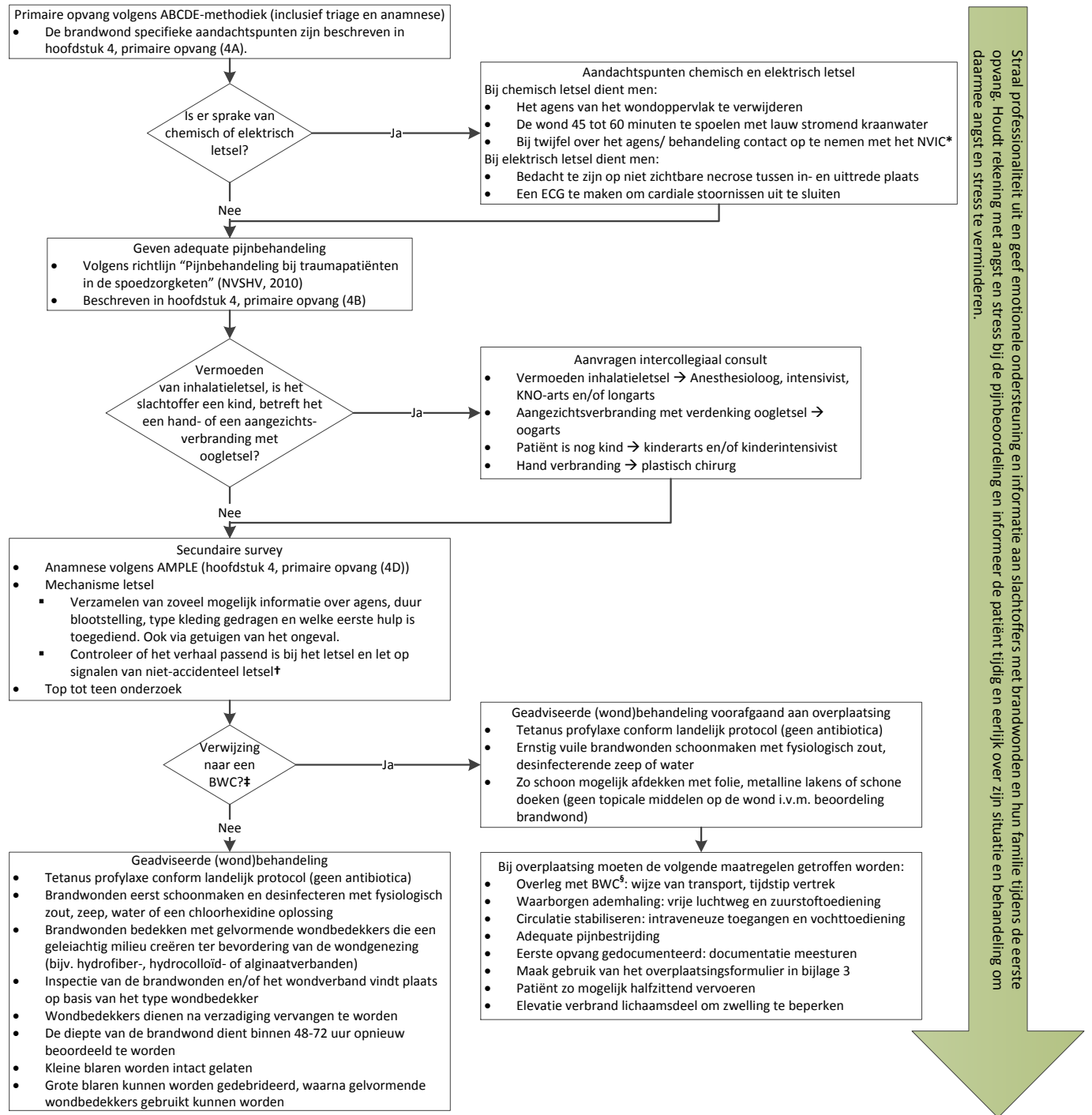
Aanbevelingen

- Bij vermoeden van inhalatietrauma dient de patiënt met brandwonden halfzittend vervoerd te worden.
- Een geïntubeerde patiënt dient halfzittend vervoerd te worden.
- Bij brandwonden van de extremiteiten is elevatie van het aangedane deel gewenst.
- Bij overplaatsing moeten de volgende maatregelen getroffen worden:
 - Waarborgen ademhaling: vrije luchtweg en zuurstoftoediening
 - Circulatie stabiliseren: intraveneuze toegangen en vochttoediening
 - Wonden zo schoon mogelijk afdekken: non-adhesive verbanden/metalline lakens
 - Adequate pijnbestrijding
 - Tetanusprofylaxe: conform landelijk protocol
 - Overleg met brandwondencentrum: wijze van transport, tijdstip vertrek
 - Eerste opvang gedocumenteerd: documentatie meesturen
- Om de kans op hypothermie te minimaliseren is bij overplaatsing het gebruik van een koeldekken gecontra-indiceerd.
- Bij overplaatsing dient men bij voorkeur gebruik te maken van het overplaatsingsformulier in bijlage 3.

Stroomschema 1: handelen bij brandwonden op plaats van ongeval/incident



Stroomschema 2: primaire opvang en lichamelijk onderzoek op de SEH



* NVIC (Nationaal Vergiftigingen Informatie Centrum) is dag en nacht bereikbaar via:

- www.vergiftigingen.info tel 030-2748888

‡ Verwijscriteria naar een brandwondencentrum

- Brandwonden ≥ 10% TVLO bij volwassenen
- Brandwonden ≥ 5% TVLO bij kinderen
- Volledige dikte brandwonden ≥ 5% TVLO
- Brandwonden over functionele gebieden (gelaat, handen, voeten, genitalia, perineum en grote gewrichten)
- Circulaire brandwonden aan hals, romp of ledematen
- Brandwonden t.g.v. elektriciteit (hoog voltage), inclusief brandwonden t.g.v. blikseminslag
- Chemische letsels
- Brandwonden met een vermoeden van inhalatieletsel (zie hoofdstuk 5, intubatie)
- Brandwonden met een ander begeleidend trauma of (pre-existente) aandoening die de behandeling en genezing kan beïnvloeden en mortaliteit verhogen
- Brandwonden bij uitersten van leeftijd: jonge kinderen (≤ 1 jaar) en ouderen (≥ 75 jaar)
- Niet-accidentele brandwonden
- Brandwonden waarbij twijfel bestaat over de vermelde ongevalstoedracht in combinatie met twijfel over competentie/toerusting van de eigen instelling voor deze problematiek.

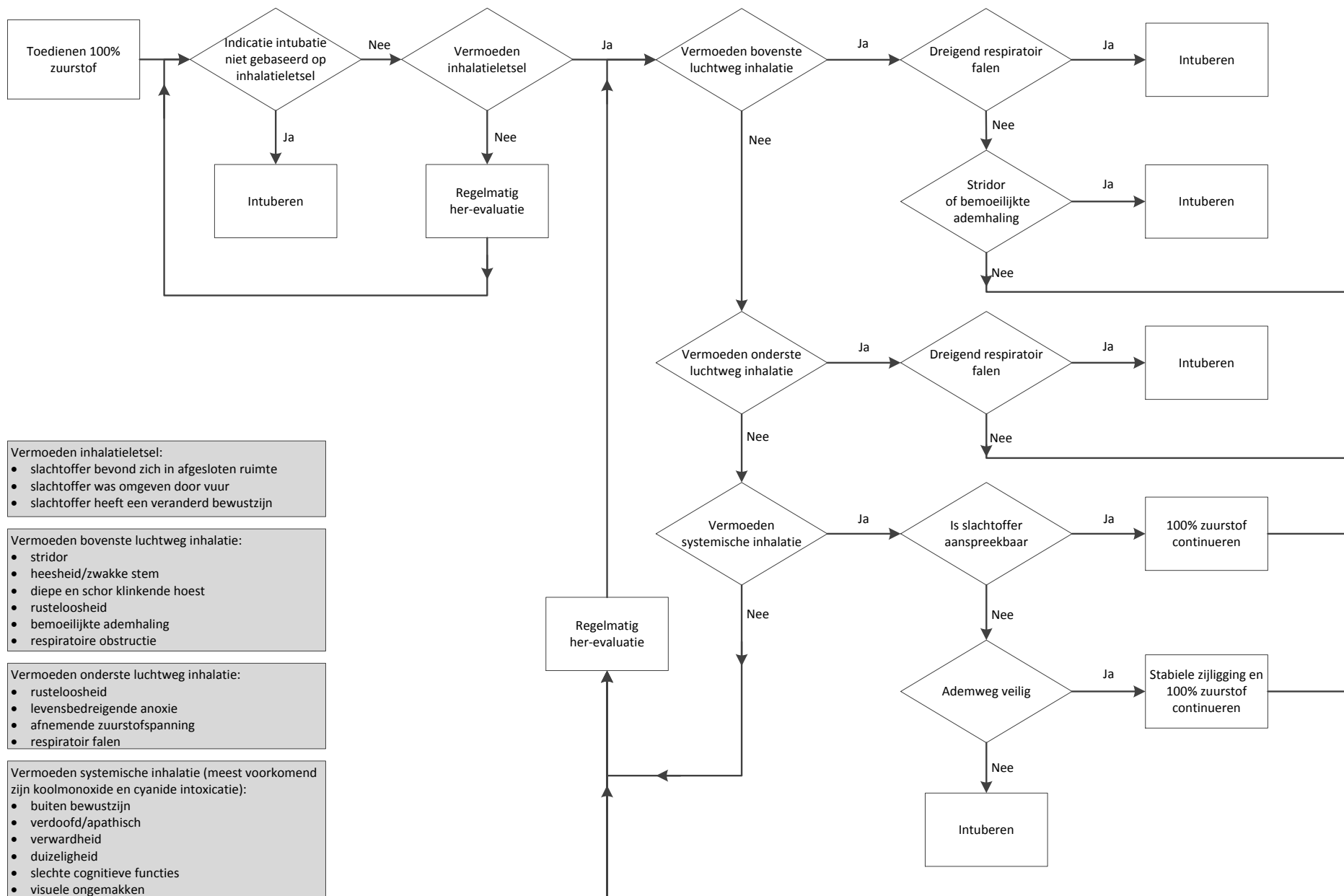
† Kenmerken van brandwonden waarbij men een niet-accidentele oorzaak moet uitsluiten zijn:

- Er is een delay in presentatie
- Er is een vaag of inconsistent verhaal over de oorzaak (door verschillende getuigen)
- Het letsel komt niet overeen met het verhaal
- Er zijn andere tekenen van letsel aanwezig, bijvoorbeeld blauwe plekken
- Verbrandingen met een scherpe begrenzing (handschoen of sok distributie als gevolg van onderdompeling in heet water)
- Verbrandingen van de benen en billen met uitsparing distale deel ('donut-sign' als gevolg van vasthouden in heet badwater met onderste deel billen op relatief kouder bad)
- Verbrandingen met een afdrukpatroon (sigaret, strijkijzer, aansteker, wafelijzer, etc)
- Verbrandingen van 1 enkele diepte of van volledige dikte

§ Telefoonnummers en websites van ziekenhuizen met een brandwondencentrum

BWC Beverwijk, Rode Kruis ziekenhuis: tel (0251) 265555 www.rkz.nl
 BWC Groningen, Martini ziekenhuis: tel (050) 5245245 www.martintiziekenhuis.nl
 BWC Rotterdam, Maasstad ziekenhuis: tel (010) 2911911 www.maasstadziekenhuis.nl

Stroomschema 3: intubatie



Vermoeden inhalatieletsel:

- slachtoffer bevond zich in afgesloten ruimte
- slachtoffer was omgeven door vuur
- slachtoffer heeft een veranderd bewustzijn

Vermoeden bovenste luchtweg inhalatie:

- stridor
- heesheid/zwakke stem
- diepe en schor klinkende hoest
- rusteloosheid
- bemoeilijkte ademhaling
- respiratoire obstructie

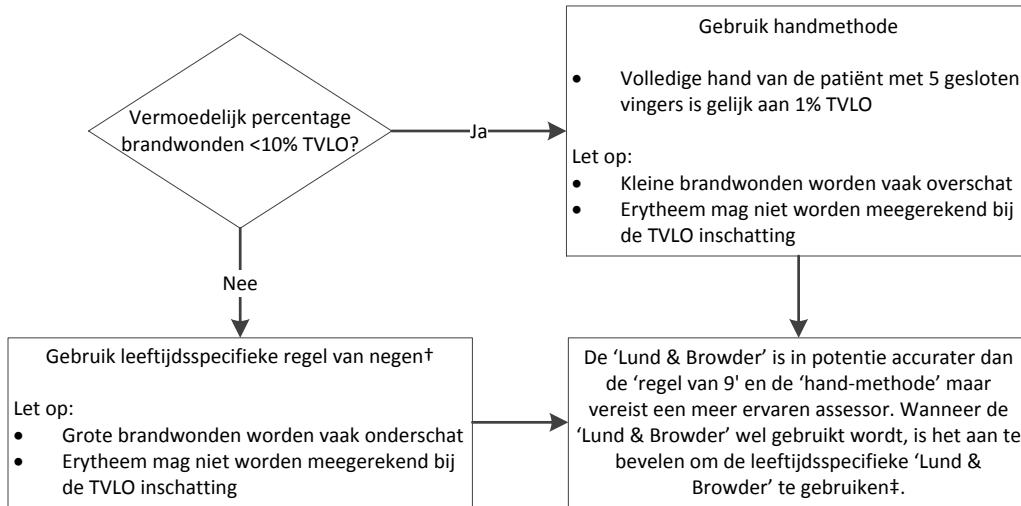
Vermoeden onderste luchtweg inhalatie:

- rusteloosheid
- levensbedreigende anoxie
- afnemende zuurstofspanning
- respiratoir falen

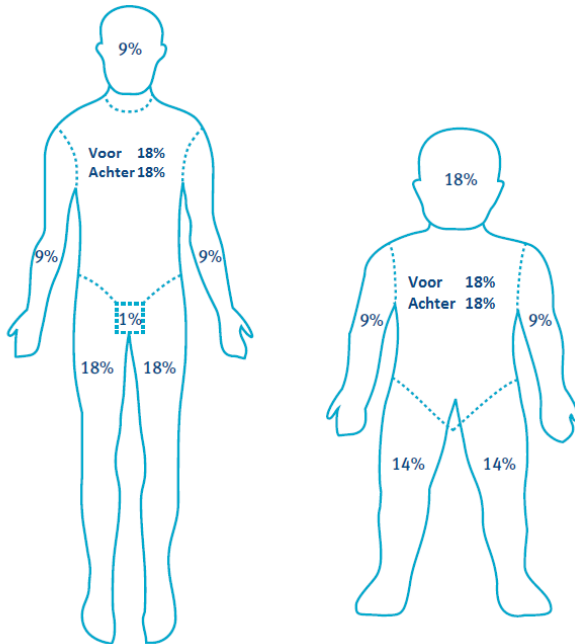
Vermoeden systemische inhalatie (meest voorkomend zijn koolmonoxide en cyanide intoxicatie):

- buiten bewustzijn
- verdoofd/apathisch
- verwardheid
- duizeligheid
- slechte cognitieve functies
- visuele ongemakken

Stroomschema 4: TVLO inschatting



†Regel van negen voor volwassenen en kinderen (bewerkt uit: EMSB course manual)



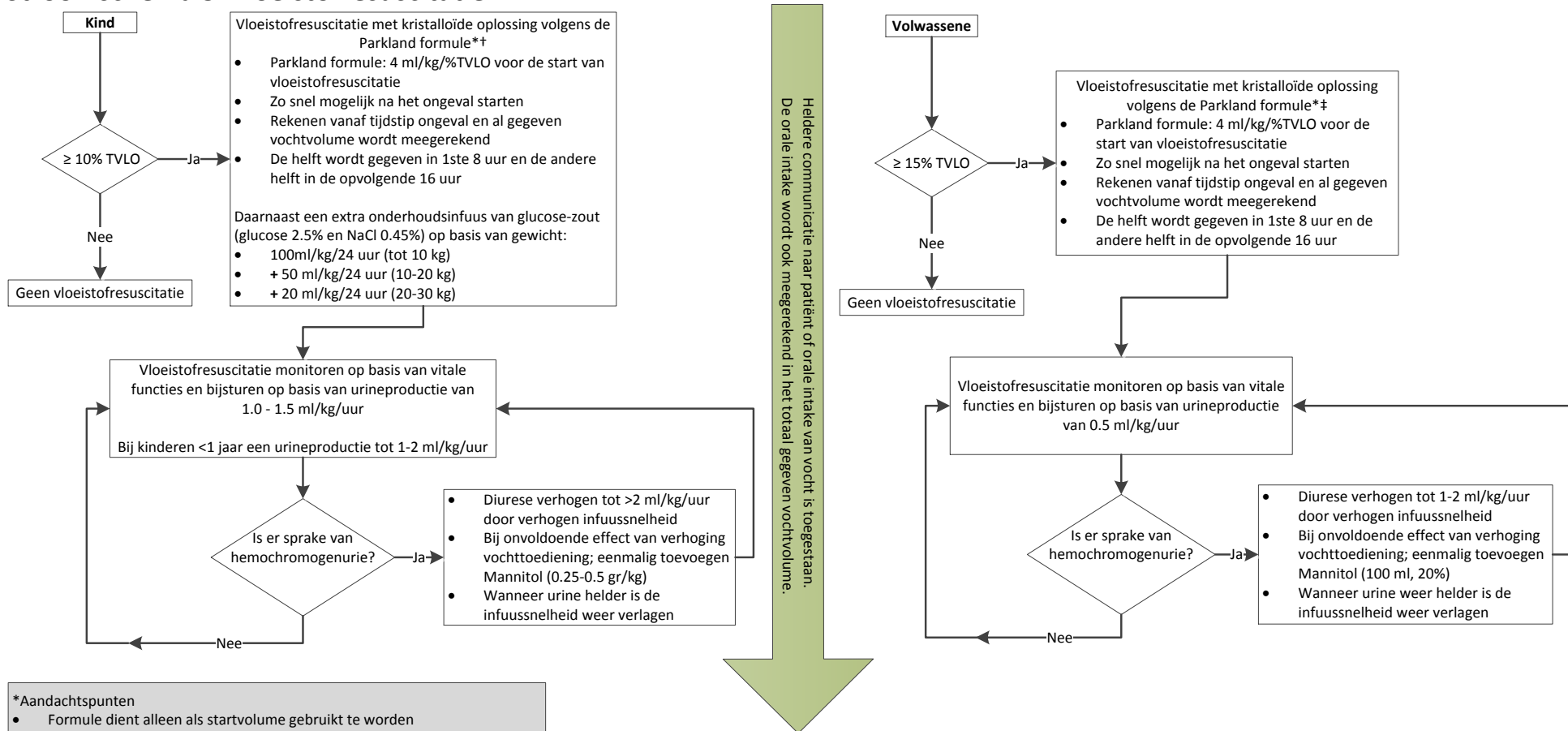
Regel van negen bij kinderen tot 10 jaar:

1 jaar oud	Per jaar ouder dan 1 jaar
Hoofd: 18%	Hoofd: -1%
Been: 14%	Been: +0.5%

‡ Maximaal percentage TVLO per lichaamsdeel naar leeftijd volgens Lund & Browder schema

Verbranding	0-1 jaar	1-4 jaar	5-9 jaar	10-14 jaar	15 jaar	volwassen
Hoofd	19	17	13	11	9	7
Hals	2	2	2	2	2	2
Romp voor	13	13	13	13	13	13
Romp achter	13	13	13	13	13	13
Rechter bil	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Linker bil	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Genitaliën	1	1	1	1	1	1
Rechter bovenarm	4	4	4	4	4	4
Linker bovenarm	4	4	4	4	4	4
Rechter onderarm	3	3	3	3	3	3
Linker onderarm	3	3	3	3	3	3
Rechter hand	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Linker hand	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Rechter bovenbeen	5,5	6,5	8	8,5	9	9,5
Linker bovenbeen	5,5	6,5	8	8,5	9	9,5
Rechter onderbeen	5	5	5,5	6	6,5	7
Linker onderbeen	5	5	5,5	6	6,5	7
Rechter voet	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Linker voet	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5

Stroomschema 5: vloeistofresuscitatie



***Aandachtspunten**

- Formule dient alleen als startvolume gebruikt te worden
- De berekening gaat vaak fout door:
 - Rekenfouten
 - Fouten in TVLO inschatting
 - Fouten in gewicht
- Extra vochtbehoefte bij inhalatietrauma, elektrisch letsel, stomp trauma, en dehydratie
- Vloeistofresuscitatie bijstellen op basis van diuresis per uur en nauwlettend monitoren vanwege de grote risico's van overdosering
- Extra vochttoediening bij **kinderen** alleen met resuscitatievloeistof en niet met onderhoudsinfuus
- Let op ontwikkeling hyponatriëmie bij **kinderen**
- Gebrek aan monitoring kan leiden tot te veel (of te weinig) vochttoediening waarbij diverse complicaties kunnen ontstaan (secundaire verdieping, longoedeem, intra-abdominale hypertensie, compartimentsyndromen, nierfalen, etc)

†Rekenvoorbeeld kinderen:

Gewicht* (kg)	TVLO (%)	Resuscitatie			Onderhoudsinfuus	
		Volume (ml/24 uur)	Volume 1 ^e 8 uur (ml)	Volume 1 ^e 8 uur (ml/uur)	Onderhoudsinfuus (ml/24 uur)	Onderhoudsinfuus (ml/uur)
10	10	400	200	25	1000	42
15	10	600	300	37,5	1250 (1000 + 250)	52
25	10	1000	500	62,5	1600 (1000 + 500 + 100)	67

*Wanneer het gewicht onbekend is, kan voor kinderen < 10 jaar de volgende vuistregel worden gebruikt (APLS 2011): leeftijd X 2,5 + 8 = gewicht in kg. Voorbeeld van kind van 6 jaar: 6 X 2,5 + 8 = 23kg.

‡ Rekenvoorbeeld volwassenen

Gewicht (kg)	TVLO (%)	Volume (ml/24 uur)	Totaal volume 1 ^e 8 uur (ml)	Volume 1 ^e 8 uur (ml/uur)
60	15	3600	1800	225
70	15	4200	2100	262,5
80	15	4800	2400	300
90	15	5400	2700	337,5
100	15	6000	3000	375

1. Inleiding brandwonden





In Nederland vindt gespecialiseerde brandwondenzorg plaats in drie brandwondencentra: het Rode Kruis Ziekenhuis in Beverwijk (sinds 1974), het Martini Ziekenhuis in Groningen (sinds 1979) en het Maasstad Ziekenhuis in Rotterdam (sinds 1986). Daarnaast bestaat de Nederlandse brandwondenzorg uit vijf organisaties die nauw samenwerken. De zorgprofessionals en onderzoekers van de brandwondencentra hebben zich verenigd in de **Nederlandse Vereniging voor Brandwondenzorg (NVBZ)**. De NVBZ organiseert vergaderingen en symposia voor haar leden en andere belangstellende om het contact te bevorderen van hen die betrokken zijn bij de bestudering en behandeling van patiënten met brandwonden. De **Nederlandse Brandwonden Stichting** wil brandwonden voorkomen en het leed dat erdoor ontstaat tot een minimum beperken. Daartoe werkt de Nederlandse Brandwonden Stichting aan het verbeteren van de behandeling, verpleging, verzorging van en hulpverlening aan personen met brandwonden, aan bevordering van de kwaliteit van leven van mensen met brandwonden en aan het voorkomen van brandwonden. Als vervolg op de onderzoeksafdeling van de Nederlandse Brandwonden Stichting is in 2003 de **Vereniging Samenwerkende Brandwondencentra Nederland (VSBN)** opgericht. De VSBN heeft het doel om de samenwerking tussen de drie Nederlandse brandwondencentra te stimuleren door middel van onderzoek, educatie en training. De **Stichting Kind en Brandwond** en de **Vereniging van Mensen met Brandwonden (VMB)** houden zich bezig met de nazorg van mensen met brandwonden. De Stichting Kind en Brandwond organiseert zowel vakantieweken voor kinderen met brandwonden als familiedagen. De VMB geeft nazorg aan zowel brandwondenslachtoffers als aan ouders van kinderen met brandwonden en biedt lotgenotencontact en belangenbehartiging. De samenwerking tussen deze vijf organisaties draagt bij aan een complete brandwondenzorg. Naast deze gespecialiseerde zorg vindt 1^e opvang en behandeling van slachtoffers met brandwonden voor het overgrote deel plaats in de eerstelijnsgezondheidszorg, waarna slachtoffers met ernstige brandwonden verwezen worden naar een van de brandwondencentra.

Definitie en epidemiologie brandwonden

Men spreekt over brandwonden wanneer 1 of meerdere huidlagen beschadigd zijn als gevolg van hete vloeistoffen, contact met hete oppervlakken, vuur, ultraviolette/infrarode straling, radioactiviteit, elektriciteit of chemische middelen (WHO 2004). Wereldwijd sterven er jaarlijks 300.000 mensen en hebben 11 miljoen mensen medische hulp nodig als gevolg van brandwonden en branden (Peck 2011). In Nederland bezoeken jaarlijks gemiddeld 12.000 mensen een spoedeisende hulp (SEH) ten gevolge van brandwonden en worden 1900 mensen opgenomen in een ziekenhuis (Hoogewerf 2013). Het meerjarig gemiddelde aantal acute opnamen per jaar in de drie Nederlandse brandwondencentra ten gevolge van brandwonden is 622 (periode 2007-2011) (van Baar 2013). De meeste brandwonden die op een SEH worden gezien zijn veroorzaakt door hete vloeistoffen (50%), terwijl bij ziekenhuisopnamen vlamverbrandingen het grootste aandeel hebben (52%), gevolgd door hete vloeistoffen (27%). In de brandwondencentra zijn vlamverbrandingen het meest voorkomend (45%), gevolgd door hete vloeistoffen (38%) (Hoogewerf 2013).

De ernst van de brandwond wordt mede bepaald door de grootte en de diepte van de brandwond. De grootte van de brandwond wordt uitgedrukt in het percentage Totaal Verbrand Lichaams Oppervlak (%TVLO) terwijl de diepte van de brandwond afhangt van de huidlagen die beschadigd zijn. In Nederland is vooral de classificatie in graden bekend, maar internationaal wordt dit nauwelijks gebruikt. Voor deze richtlijn houden we de meer internationale terminologie aan. Een overzicht van de classificatie van brandwonddiepte en de bijbehorende kenmerken zijn weergegeven in Tabel 1.1.

Tabel 1.1: Classificatie van brandwonddiepte met bijbehorende kenmerken (gebaseerd op EMSB 2012, Tempelman 2008).

Diepte	Wondaspect	Genezingspotentieel	Schematische weergave
Epidermale verbranding <i>(eerstegraads verbranding)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Roodheid • Afwezigheid blaren • Positieve capillaire refill • Pijnlijk • Soepel • Droog aspect 	Binnen enkele dagen.	
Oppervlakkig dermale brandwond / oppervlakkig gedeeltelijk dikte brandwond <i>(oppervlakkige tweedegraads brandwond)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Roze/rood glanzend • Blaarvorming • Positieve capillaire refill • Zeer pijnlijk • Soepel • Vochtig aspect (als blaren kapot zijn) 	Binnen twee weken vanuit gehele wondbodem, mits adequate behandeling.	
Diep dermale brandwond / diep gedeeltelijke dikte brandwond <i>(diepe tweedegraads brandwond)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Vlekkerig roze/rood en witte plekken • Enige blaarvorming • Matige tot afwezige capillaire refill • Matige tot afwezige pijnsensatie • Soepel tot stug 	Vertraagde genezing vanuit epitheel eilandjes en wondranden die langer dan drie weken duurt. Bij afwezigheid van adequate behandeling geen spontane genezing.	
Subdermale brandwond / volledige dikte brandwond <i>(derdegraads brandwond)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Wit/geel, rood/bruin/zwarte plekken • Afwezigheid blaren • Negatieve capillaire refill • Geen pijnsensatie • Stug tot leerachtig 	Geen spontane genezing vanuit de wondbodem.	

Bij een epidermale verbranding (eerstegraads) is er geen sprake van een wond. Het is een reactie op overmatige hitte, bijvoorbeeld door (langdurige) blootstelling aan zonlicht.

Bij een dermale of gedeeltelijke dikte verbranding (tweedegraads) is de epidermis en de dermis beschadigd. Er wordt daarbij onderscheid gemaakt tussen oppervlakkig en diep dermale brandwonden. Dit onderscheid is van belang voor de te verwachten genezingsstijd en littekenvorming. Oppervlakkige dermale brandwonden genezen meestal in 10 tot 14 dagen en het litteken beperkt zich veelal tot een kleurverschil. Bij diep dermale verbrandingen is de beschadiging tot diep in de dermis en zal spontane genezing gewoonlijk meer dan drie weken duren. Bij een groot oppervlak is dan vaak een huidtransplantatie nodig. Zowel bij conservatieve als operatieve behandeling van diep dermale wonden zal in meer of mindere mate littekenvorming ontstaan. Bij een subdermale of volledige dikte verbranding (derdegraads) reikt de beschadiging tot in de subcutis waardoor een onvermogen tot regeneratie ontstaat. Vernietiging van de vrije zenuwuiteinden in de huid maakt deze brandwonden niet pijnlijk en ongevoelig bij aanraken. Een subdermale brandwond kan alleen genezen na bedekking van de wond met een huidtransplantaat en leidt altijd tot littekenvorming.

Wanneer ook pezen, spier- en/of botweefsel zijn verbrand, spreekt men over een verbranding voorbij de subcutis (vierdegraads). Deze wonden genezen niet spontaan en moeten chirurgisch behandeld worden (EMSB 2012, Oen-Coral 2010, Tempelman 2008).

Aanleiding

Professionals uit de brandwondencentra en de SEH constateerde dat de opvang en verwijzing in de acute fase van brandwondenpatiënten niet optimaal verloopt. De belangrijkste knelpunten doen zich voor op het gebied van de diagnostiek (inschatting van de ernst van de brandwond) en een te late verwijzing. Recent onderzoek heeft aangetoond dat er (ondanks de Emergency Management of Severe Burns (EMSB) training) niet optimaal gehandeld wordt met betrekking tot 1^e opvang, zoals de inschatting van het percentage TVLO, inschatting van kans op hypothermie, vaststellen inhalatietrauma, vloeistofresuscitatie en de verwijscriteria naar een brandwondencentrum (Baartmans 2012, Breederveld 2011). Daarnaast is er in de internationale literatuur aangegeven dat er een aantal aandachtsgebieden zijn voor verbetering binnen de brandwondenzorg, zoals behandeling op eerste hulp afdeling, verwijzing naar brandwondencentra, berekening volume vloeistofresuscitatie, vermindering van tijd tussen eerste hulp afdeling en opname in brandwondencentrum (Carter 2010, Chipp 2008, Parks 2008, Rose 2010).

Tot nu toe ontbreken evidence-based richtlijnen in Nederland op het gebied van de opvang, diagnostiek en verwijzing in de acute fase van patiënten met brandwonden. Er is nog steeds een (te) grote variatie in hulpverlening, inschatting van de ernst van de brandwond en verwijzing bij personen met acute brandwonden. Dit heeft niet alleen negatieve gevolgen op gezondheidsklachten, kwaliteit van leven, maar ook op sociaal en beroepsmatig functioneren. Dit heeft geleid tot het initiatief van Brandwondenzorg Nederland om samen met de professionals die betrokken zijn bij de opvang, diagnostiek en verwijzing van patiënten met acute brandwonden een multidisciplinaire evidence-based richtlijn te ontwikkelen met methodologische ondersteuning van het CBO.

Doelstelling

Deze richtlijn geeft aanbevelingen voor de eerste opvang van brandwondpatiënten in de acute fase (1^e 24 uur) van verbranding en verwijzing naar brandwondencentra. Het doel is om deze eerste opvang en verwijzing binnen Nederland te standaardiseren om hiermee de kwaliteit van de zorg te bevorderen. Deze richtlijn beoogt dat:

- er meer helderheid in aanpak en beleid komt;
- de ziektelast ten gevolge van brandwonden wordt teruggedrongen, en
- de sociaal-maatschappelijke participatie van mensen na acute brandwonden toeneemt, wat zowel werk en school als (gezins-)leven en sociaal netwerk betreft.

Uiteindelijk kan dit ook leiden tot een besparing van maatschappelijke kosten. Verder wordt met het opstellen van een richtlijn beoogd de kennis van artsen en patiënten over de opvang van patiënten met acute brandwonden te vergroten. Op basis van deze multidisciplinaire richtlijn kunnen de disciplines die te maken hebben met de zorg voor patiënten met acute brandwonden specifieke richtlijnen en protocollen ontwikkelen of aanpassen.

Doelgroep en doelpopulatie

De richtlijn gaat over de eerste opvang van brandwondpatiënten in de acute fase (24 uur) van verbranding en verwijzing naar brandwondencentra en is bedoeld voor alle professionals in de gezondheidszorg en hulpverlening die bij deze patiëntengroep betrokken zijn, zoals huisartsen, ambulanceverpleegkundigen, spoedeisende hulp (SEH) artsen en verpleegkundigen, kinderartsen en bedrijfsartsen. Daarnaast kunnen lekenhulpverleners (EHBO-ers, BHV-ers) informatie uit hoofdstuk 2 en 3 ('Handelen bij brandwonden op de plaats van het ongeval/incident' en 'Koelen') gebruiken om een start te maken met de eerste hulp tot de professionals in de hulpverlening ter plaatse zijn en de hulpverlening kunnen overnemen.

De doelpopulatie betreft patiënten van alle leeftijdsgroepen met acute brandwonden veroorzaakt door een thermische, elektrische of chemische agens.

Samenstelling werkgroep

Voor het ontwikkelen van deze richtlijn is in 2011 een multidisciplinaire werkgroep samengesteld. Deze werkgroep bestaat uit vertegenwoordigers van de meest relevante beroepsorganisaties van medische en paramedische disciplines die bij de eerste opvang en zorg van brandwondpatiënten betrokken zijn, evenals vertegenwoordigers vanuit de patiëntenvereniging (VMB). Daarnaast bestaat de werkgroep uit methodologen van de Nederlandse Brandwonden Stichting, de Vereniging Samenwerkende Brandwondencentra Nederland (VSBN) en het CBO, die voornamelijk een schrijvende en faciliterende rol hebben. In totaal waren 19 beroepsverenigingen en instanties in de werkgroep vertegenwoordigd. Voor een overzicht van de samenstelling van de werkgroep zie pagina 3. De werkgroep was verantwoordelijk voor het opstellen van de conceptrichtlijn en het vaststellen van de definitieve richtlijntekst.

Bij het samenstellen van de werkgroep is rekening gehouden met de geografische spreiding van de werkgroepleden en een evenredige vertegenwoordiging van de verschillende verenigingen en academische achtergrond. De werkgroepleden hebben onafhankelijk gehandeld en waren gemandateerd door hun vereniging voor deelname aan de werkgroep. Alle werkgroepleden hebben de belangenverklaring ingevuld. Hun verklaringen hieromtrent liggen ter inzage bij de Nederlandse Brandwonden Stichting.

Knelpunten en uitgangsvragen

Om knelpunten in de zorg te inventariseren zijn er gesprekken met zorgprofessionals gevoerd en is er een focusgroepbijeenkomst met mensen met brandwonden en hun naasten gehouden. Er is een knelpuntenanalyse opgesteld vanuit het zorgverleners perspectief. Op basis van deze knelpuntenanalyse zijn er concept uitgangsvragen geformuleerd die vervolgens zijn beoordeeld door de werkgroep. Er is een definitieve lijst met uitgangsvragen opgesteld, na verwerking van het commentaar van de werkgroep, gericht op de meest belangrijke knelpunten in de dagelijkse praktijk (bijlage 1, knelpunten en uitgangsvragen). De uitgangsvragen vormen de basis voor de verschillende hoofdstukken van deze richtlijn. Uit de focusgroepbijeenkomst kwamen geen aanvullende knelpunten. De input vanuit de focusgroep is vooral verwerkt in de paragrafen 'overige overwegingen' en 'aandachtspunten' en een samenvatting van de bijeenkomst is te vinden in bijlage 4, patiëntenparticipatie.

Werkwijze werkgroep

De werkgroep heeft gedurende een periode van ongeveer twee jaar gewerkt aan de beantwoording van de uitgangsvragen en opstellen van de tekst voor de conceptrichtlijn. De methodologen hebben de wetenschappelijke onderbouwingen geschreven en een voorstel voor overwegingen en aanbevelingen geformuleerd. Deze teksten werden door de inhoudsexperts beoordeeld en aangevuld met praktijkinformatie. De experts waren nauw betrokken bij het schrijven van consensus-teksten voor het beantwoorden van uitgangsvragen waar gebrek aan wetenschappelijk bewijs was gebleken. Tijdens plenaire vergaderingen werden de teksten besproken en geaccordeerd na verwerking van het commentaar. De door de werkgroep geaccordeerde conceptrichtlijn is vervolgens voor commentaar aangeboden aan de betrokken beroepsverenigingen. Na de verwerking van dit commentaar is een definitief concept van de richtlijn op 17 november 2014 door de werkgroep vastgesteld en ter autorisatie naar de relevante beroepsorganisaties gestuurd. In 2015 werd de richtlijn goedgekeurd door de besturen van de beroepsverenigingen.

Wetenschappelijke onderbouwing

De richtlijn is voor zover mogelijk gebaseerd op bewijs uit gepubliceerd wetenschappelijk onderzoek. Artikelen werden gezocht door het verrichten van systematische zoekacties in relevante databases zoals de Cochrane Library, Medline, Embase, PsycINFO en Cinahl. Bij elke uitgangsvraag hoort een

aparte zoekstrategie, deze zijn kort beschreven per uitgangsvraag en opvraagbaar bij de Nederlandse Brandwonden Stichting en het CBO. De zoekstrategie was beperkt tot de Engelse en Duitse taal en besloeg de periode van 2000 tot oktober 2011. Naast de literatuur uit de search zijn er bij een aantal vragen ook enkele artikelen meegenomen uit de archieven van de werkgroepleden, mits zij aan de inclusiecriteria voldeden. Voorts werden ook andere buitenlandse richtlijnen aangaande de eerste opvang en verwijzing van brandwondpatiënten in de acute fase (1^{ste} 24 uur) van verbranding geraadpleegd. Hiervoor is gezocht in de databases van de US National Guideline Clearinghouse (www.guideline.gov) en het Guidelines International Network (www.g-i-n.net). De kwaliteit en toepasbaarheid van deze richtlijnen (NZGG 2007, Pham 2008, Allison 2004) zijn door twee werkgroepleden beoordeeld met het Appraisal of Guidelines for Research and Evaluation (AGREE) instrument (www.agreetrust.org). De gestandaardiseerde domeinscores van de verschillende richtlijnen zijn weergegeven in Tabel 1.2 en de gedetailleerde scores zijn opvraagbaar bij de Brandwondenstichting. Na selectie van de meest relevante literatuur werden de artikelen beoordeeld op kwaliteit van het onderzoek en gegradeerd naar de mate van kwaliteit van bewijs.

Tabel 1.2 Gestandaardiseerde domeinscores voor de gebruikte richtlijnen volgens het Appraisal of Guidelines for Research and Evaluation (AGREE 2009).

Domein	New Zealand Guideline Group richtlijn (NZGG 2007)	American Burn Association richtlijn (Pham 2008)	UK consensus (Allison, 2004)
Onderwerp en doel	92%	78%	86%
Betrokkenheid van belanghebbenden	72%	36%	67%
Methodologie	51%	38%	16%
Helderheid en presentatie	89%	94%	94%
Toepassing	48%	8%	6%
Onafhankelijkheid van de opstellers	92%	-	-

De kwaliteit van bewijs werd beoordeeld met behulp van GRADE (Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation) (Guyatt 2008). GRADE is een methode die per uitkomstmaat van een interventie een gradering aan de kwaliteit van bewijs toekent op basis van de mate van vertrouwen in de schatting van de effectgrootte (Tabel 1.3). Middels criteria voor downgraden en upgraden (Tabel 1.4) wordt de kwaliteit van het bewijs bepaald. Voor de hoofdstukken waarbij de GRADE methode is toegepast, zijn bewijstabellen toegevoegd (zie bijlage 2). Gezien de schaarse evidence voor sommige uitgangsvragen is uiteindelijk besloten om bij deze vragen vooral de aandacht te richten op de risk of bias. Voor andere uitgangsvragen zijn ook criteria zoals inconsistentie, indirectheid, imprecisie en publicatiebias gebruikt. De volgende vijf criteria kunnen het niveau van de kwaliteit van het bewijs verlagen (downgraden).

Beperkingen in de studieopzet (risk of bias)	Eerst wordt de methodologische kwaliteit van de afzonderlijke studies bepaald en daarna volgt een oordeel over de beperkingen in de studieopzet van alle studies samen (per uitkomst). Bijvoorbeeld: kwaliteit van bewijs wordt verlaagd omdat in drie van de vijf studies meer dan 20% van de patiënten uitvielen.
Imprecisie	Imprecisie treedt op indien het geschatte effect berust op een kleine onderzoeksgroep en/of weinig events, met als gevolg brede betrouwbaarheidsintervallen.
Inconsistentie	Er is sprake van inconsistentie als de resultaten van de afzonderlijke studies in een systematische review uiteenlopen in grootte en/of richting (en niet verklaard worden door heterogeniteit); de betrouwbaarheidsintervallen overlappen niet of nauwelijks.
Indirectheid	Indirectheid treedt op als het gevonden bewijs niet (geheel) aansluit

bij een of meer PICO-elementen (Patient Intervention Comparison Outcome) (bijvoorbeeld seizoensgriep in plaats van vogelgriep, vergelijking A versus placebo en B versus placebo in plaats van A versus B).

Publicatiebias

Vertekening in meta-analyse van gepubliceerde onderzoeken die wordt veroorzaakt door het feit dat onderzoeken met positieve resultaten meer kans hebben om gepubliceerd te worden dan onderzoeken met negatieve resultaten. Het gevolg is dat in overzichten van gepubliceerde literatuur de behandeling positievere resultaten lijkt op te leveren dan in werkelijkheid het geval is.

De volgende drie criteria kunnen het niveau van de kwaliteit van het bewijs verhogen (upgraden). Zowel een relatief groot effect als de dosis-respons relatie versterken de mogelijkheid van een causaal verband tussen de interventie en de uitkomst. Bij confounding kan het werkelijke behandelings-effect groter zijn dan de data suggereren.

Tabel 1.3 Indeling van de kwaliteit van bewijs ('certainty of effect') volgens GRADE

hoog	Er is veel vertrouwen dat het werkelijke effect dicht in de buurt ligt van de schatting van het effect.
matig	Er is matig vertrouwen in de schatting van het effect: het werkelijk effect ligt waarschijnlijk dicht bij de schatting van het effect, maar er is een mogelijkheid dat het hier substantieel van afwijkt.
laag	Er is beperkt vertrouwen in de schatting van het effect: het werkelijke effect kan substantieel verschillend zijn van de schatting van het effect.
zeer laag	Er is weinig vertrouwen in de schatting van het effect: het werkelijke effect wijkt waarschijnlijk substantieel af van de schatting van het effect.

Tabel 1.4 De kwaliteit van bewijs wordt bepaald op basis van de volgende criteria

Type bewijs	RCT start in de categorie 'hoog'. Observationele studie start in de categorie 'laag'. Alle overige studietypen starten in de categorie 'zeer laag'.		
Downgraden	'Risk of bias'	- 1	Serieus
		- 2	Zeer serieus
	Inconsistentie	- 1	Serieus
		- 2	Zeer serieus
	Indirectheid	- 1	Serieus
	- 2	Zeer serieus	
	Imprecisie	- 1	Serieus
		- 2	Zeer serieus
	Publicatiebias	- 1	Waarschijnlijk
		- 2	Zeer waarschijnlijk
Upgraden	Groot effect	+ 1	Groot
		+ 2	Zeer groot
	Dosis-respons relatie	+ 1	Bewijs voor gradiënt
	Alle plausibele confounding	+ 1	zou een effect kunnen reduceren
		+ 1	zou een tegengesteld effect kunnen suggereren terwijl de resultaten geen effect laten zien.

Totstandkoming van de aanbevelingen

Voor het komen tot een aanbeveling zijn naast het wetenschappelijk bewijs vaak andere aspecten van belang, bijvoorbeeld: patiëntenvoorkeuren, beschikbaarheid van speciale technieken of expertise, organisatorische aspecten, maatschappelijke consequenties of kosten. Deze aspecten worden besproken na de 'conclusie' onder het kopje 'overige overwegingen'. Hierin wordt de conclusie op basis van de literatuur geplaatst in de context van de dagelijkse praktijk en vindt een afweging plaats van de voor- en nadelen van de verschillende beleidsopties. De uiteindelijk geformuleerde aanbeveling is het resultaat van het beschikbare bewijs in combinatie met deze overige overwegingen. Het volgen van deze procedure en het opstellen van de richtlijn in dit format heeft als doel de transparantie van de richtlijn te vergroten. Het biedt ruimte voor een efficiënte discussie tijdens de werkgroep-vergaderingen en vergroot bovendien de helderheid voor de gebruiker van de richtlijn.

Patiëntperspectief

Bij het opstellen van deze richtlijn is rekening gehouden met het patiëntperspectief. Er is een focusgroepbijeenkomst gehouden waarbij knelpunten besproken zijn. Daarnaast zijn er interviews gehouden en participeren mensen met brandwonden en hun naasten in de werkgroep. De input vanuit de focusgroep en de interviews is vooral verwerkt in de paragrafen 'overige overwegingen' en 'aandachtspunten' en een samenvatting van de bijeenkomst is te vinden in bijlage 4, patiëntenparticipatie.

Implementatie

In de verschillende fasen van de richtlijnontwikkeling is geprobeerd rekening te houden met de implementatie van de richtlijn en de daadwerkelijke uitvoerbaarheid van de aanbevelingen. Daarbij is expliciet gelet op factoren die de invoering van de richtlijn in de praktijk kunnen bevorderen of belemmeren.

De richtlijn wordt verspreid onder alle relevante beroepsgroepen, patiëntenorganisaties en ziekenhuizen. Zo mogelijk wordt de richtlijn geïntegreerd in relevante opleidingen en er wordt aandacht voor de richtlijn gevraagd via publicaties in tijdschriften en op websites van de verschillende verenigingen. Ook is de richtlijn te downloaden vanaf de website van het CBO: www.cbo.nl.

Juridische betekenis richtlijnen

Richtlijnen zijn geen wettelijke voorschriften, maar wetenschappelijk onderbouwde en breed gedragen inzichten en aanbevelingen waaraan zorgverleners zouden moeten voldoen om kwalitatief goede zorg te verlenen. Aangezien richtlijnen uitgaan van 'gemiddelde patiënten', kunnen zorgverleners in individuele gevallen zo nodig afwijken van de aanbevelingen in de richtlijn. Afwijken van richtlijnen is, als de situatie van de patiënt dat vereist, soms zelfs noodzakelijk. Wanneer van de richtlijn wordt afgeweken, moet dit echter beargumenteerd, gedocumenteerd en, waar nodig, in overleg met de patiënt worden gedaan.

Financiële belangenverstremming

Niemand van de werkgroepleden heeft enige vorm van belangenverstremming gemeld die tot een belangenconflict zou kunnen leiden, zowel voor aanvang als bij de afronding van de conceptrichtlijn. Hun verklaringen hieromtrent liggen ter inzage bij de Brandwondenstichting.

Herziening

Uiterlijk in 2016 wordt door Brandwondenzorg Nederland, na raadpleging van of op advies van aan de richtlijn participerende verenigingen, bepaald of deze richtlijn nog actueel is. Zo nodig wordt een nieuwe werkgroep geïnstalleerd om (delen van) de richtlijn te herzien. De geldigheid van de richtlijn komt eerder te vervallen indien nieuwe ontwikkelingen aanleiding zijn om een herzieningstraject te starten.

Referenties

- AGREE Next Steps Consortium. AGREE II. Instrument voor de beoordeling van richtlijnen. Mei 2009.
- Allison K, Porter K. Consensus pre-hospital approach to burns patient management. *Emerg Med J* 2004;21: 112-114.
- Baartmans MG, van Baar ME, Boxma H, Dokter J, Tibboel D, Nieuwenhuis MK. Accuracy of burn size assessment prior to arrival in Dutch burn centres and its consequences in children: a nationwide evaluation. *Injury* 2012;43(9):1451-6.
- Breederveld RS, Nieuwenhuis MK, Tuinebreijer WE, Aardenbug B. Effect of training in the Emergency management of Severe Burns on the knowledge and performance of emergency care workers as measured by an online simulated burn incident. *Burns* 2011;37(2):281-7.
- Carter JE, Neff LP, Holmes JH 4th. Adherence to burn center referral criteria: are patients appropriately being referred? *J Burn Care Res* 2010;31(1):26-30.
- Chipp E, Walton J, Gorman D, Moiemmen NS. Adherence to referral criteria for burns in the emergency department. *Eplasty* 2008;8:e26.
- Education Committee of the Australian and New Zealand Burn Association. Emergency Management of Severe Burns (EMSB) cursusboek. Nederlandse versie, Nederlandse Brandwonden Stichting, 2012.
- Hoogewerf CJ, van Baar ME, Hop MJ, Bloemen MC, Middelkoop E, Nieuwenhuis MK. Burns to the head and neck: Epidemiology and predictors of surgery. *Burns* 2013;39(6):1184-92.
- New Zealand Guidelines Group (NZGG). Management of burns and scalds in primary care. Wellington (NZ): Accident Compensation Corporation (ACC); 2007:1-116
- Oen-coral IMM, Dokter J, van der Vlies CH, Boxma H. Brandwonden in de huisartspraktijk. *Katern dermatologie- Modern Medicine* 2010;11:375-9.
- Parks J, Foster T, Hickerson W. Burn care in emergency departments: A 3-year review. American Burn Association 40th annual meeting, Apr 29-May 2, 2008, Chicago, Illinois. *J burn Care Res* 2008;29(2):S155.
- Peck MD. Epidemiology of burns throughout the world. Part I: Distribution and risk factors. *Burns* 2011;37(7):1087-100.
- Pham TN, Cancio LC, Gibran NS. American Burn Association Practice Guidelines Burn Shock Resuscitation. *J of Burn Care Res* 2008;29(1):257-66.
- Rose AM, Hassan Z, Davenport K, Evans N, Falder S. Adherence to National Burn Care Review referral criteria in a paediatric Emergency Department. *Burns* 2010;36(8):1165-71.
- Tempelman FRH, Vloemans AFPM, Kreis RW. Diagnostiek van de diepte van brandwonden. *Modern Medicin* 2008;32(10):346-50.
- van Baar ME, Dokter J, Vloemans AFPM, Beerthuizen GIJM, Middelkoop E, Werkgroep Nederlandse Brandwonden Registratie R3. In: Brandwondenzorg, hoofdstuk 2: Epidemiologie
- World Health Organization. Facts about injuries. Burns. (2004) http://www.who.int/violence_injury_prevention/publications/other_injury/en/burns_factsheet.pdf (accessed 3 July 2013).

2. Handelen bij brandwonden op plaats van ongeval/incident

Uitgangsvraag:

Welke handelingen en procedures zorgen voor een adequate eerste hulp aan brandwondenslachtoffers?

Deze uitgangsvraag is onderverdeeld in de volgende deelvragen:

- A) Wat zijn de verschillende oorzaken van verbrandingen?
- B) Welke handelingen zorgen voor een adequate eerste hulp bij thermisch, chemisch en elektrisch letsel?
- C) Welke procedures zorgen voor een adequate anamnese en eerste onderzoek?
- D) Hoe dient een patiënt met brandwonden vervoerd te worden van plaats van ongeval naar een ziekenhuis?

Achtergrond algemeen

Eerste hulp ter plaatse van het ongeval wordt in de meeste gevallen verleend door directe omstanders (leken). De hulpverlener dient hierbij vooral te letten op de eigen veiligheid, die van het slachtoffer en de omgeving. Let ook op bescherming van de eigen handen bij hulpverlening.

Het belang van een goede eerste behandeling, waaronder eerste hulp, bij brandwondenslachtoffers is aangetoond in een grote case serie uit Vietnam. Hierin werden 695 kinderen die verwezen waren naar het nationale brandwondencentrum geanalyseerd. Uit de analyse bleek dat een goede eerste en primaire opvang een significant verlagend effect had op de mortaliteit. Deze goede eerste en primaire opvang was gedefinieerd als het toepassen van alle volgende (be)handelingen: verwijdering van het agens, koelen, wondbedekking, pijnbestrijding, zuurstof toediening en vloeistofresuscitatie. Ook in een logistische regressie, waarbij gecontroleerd werd voor leeftijd, ernst van de brandwond en transporttijd, was een onvolledige eerste en primaire opvang een significante voorspeller van mortaliteit (Nguyen 2002).

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de oorzaken van brandwonden en van de benodigde handelingen voor adequate eerste hulp op de plaats van het ongeval bij thermische, chemische en elektrische letsels. Daarnaast worden aandachtspunten bij vervoer van ongeval naar een ziekenhuis beschreven. Dit hoofdstuk beperkt zich tot de plaats van het ongeval, andere aspecten komen in latere hoofdstukken aan de orde. De aanbevelingen zijn samengevat in stroomschema 1, handelen bij brandwonden op plaats van ongeval/incident.

Methode

Deze uitgangsvraag is te breed om te kunnen beantwoorden met het zoeken naar wetenschappelijke literatuur. Uit de zoekstrategie zijn geen wetenschappelijke studies gevonden over de eerste hulp aan brandwondenslachtoffers. Daarom is voor deze uitgangsvraag gebruik gemaakt van bestaande richtlijnen, consensus protocollen en overige literatuur die de eerste hulp bij slachtoffers met brandwonden beschrijven.

Resultaten (samenvatting van de literatuur, richtlijnen, protocollen en praktijkervaring)

Deelvraag 2A: Oorzaken van verbrandingen

Wat zijn de verschillende oorzaken van verbrandingen?

Vuur of vlamverbranding

Vlamverbrandingen leiden vaak tot partieel en volledig dikte brandwonden (tweede- en derdegraads volgens oude terminologie) en worden meestal veroorzaakt door in brand geraakte kleding. Bij een

vlamverbranding bestaat altijd de kans op een inhalatieletsel door het inademen van rook, roet, hete of giftige gassen en dampen of een combinatie daarvan. Door inademing van hete lucht kan binnen korte tijd oedeem van de larynx optreden waardoor obstructie van de luchtweg kan ontstaan. Bij brand in een gesloten ruimte is er kans op een systemisch inhalatieletsel door inhalatie van toxische stoffen die worden opgenomen in de circulatie. Meest voorkomend zijn een CO-intoxicatie en een cyanide intoxicatie, echter ook andere giftige stoffen kunnen een systemisch inhalatieletsel veroorzaken.

Steekvlamverbranding

Steekvlamverbranding, ook wel een 'flash burn' genoemd, geeft kortdurend een zeer hoge temperatuur en veroorzaakt meestal alleen brandwonden aan onbedekte lichaamsdelen zoals handen en het gelaat. Vaak reageert het slachtoffer met het beschermen van het gelaat met de handen. Dit type ongeval kan gedurende de zomer uitgebreidere brandwonden opleveren dan tijdens de wintermaanden omdat zomerse kleding over het algemeen minder huid bedekt. Ook zonder inademing van hete gassen kan oedeemvorming aan de hals en gelaat luchtwegobstructie veroorzaken. Vooral voor kinderen vormt dit een risico vanwege de nauwere luchtpijp bij deze groep. Kans op inhalatieletsel is minimaal.

Hete vloeistof of heet waterverbranding

Hete vloeistof verbranding komt veel voor bij kinderen van 0 tot 4 jaar en bij vrouwen tijdens huishoudelijk werk (EMSB 2012). De ernst van het letsel hangt af van de hoeveelheid en temperatuur van de vloeistof, de locatie van de verbranding en de duur van het contact.

Contact met hete voorwerpen

Een contactverbranding kan leiden tot oppervlakkig huidletsel, als het slachtoffer zich reflexmatig afwendt van het hete voorwerp waardoor slechts beperkte duur van inwerking van warmte plaatsvindt. Echter, een hoge temperatuur, hoge druk en lange blootstellingsduur kunnen in combinatie en afzonderlijk zeer diepe brandwonden veroorzaken.

Een diepe brandwond door contact wordt meestal gezien bij jonge kinderen of bij (oudere) slachtoffers die de normale afweerreactie verloren hebben, bijvoorbeeld door cardiale of neurologische stoornissen. Hierdoor blijft het slachtoffer langer in aanraking met een heet voorwerp, zoals een kachel, een kookplaat, een hete leiding (van water of centrale verwarming), een uitlaatpijp of ander heet materiaal. Vooral bij kinderen en ouderen moet men bedacht zijn op niet accidenteel letsel (zie hoofdstuk 4, deelvraag 4G).

Straling

Een stralingsverbranding kan bijvoorbeeld veroorzaakt worden door de zon of een zonnebank.

Chemisch letsel

Chemische letsels kunnen veroorzaakt worden door vaste stoffen, vloeistoffen, dampen en gassen (waaronder veel zuren en logen). De meeste chemische letsels vinden plaats door ongelukken in een laboratorium, industriële ongelukken of door ondeskundig gebruik van medische of huishoudelijke middelen (zoals schoonmaak- en afbijtmiddelen). Onbedekte lichaamsdelen, zoals de handen die de giftige materialen hanteren, zijn de meest frequent aangedane lichaamsdelen. Weefselschade als gevolg van blootstelling aan een chemisch agens is afhankelijk van de aard van het agens (bijvoorbeeld zuur of loog), de concentratie of sterkte van het agens, hoeveelheid agens, de manier en duur van huidcontact, mate van weefselpenetratie en werkingsmechanisme. Er kan ook inhalatieletsel optreden na het inademen van chemische dampen en gassen en er kunnen hematologische en gastro-intestinale effecten optreden.

Het principiële verschil tussen thermische brandwonden en chemisch letsel is de tijdsduur waarin weefselbeschadiging plaatsvindt. Chemische stoffen blijven progressief weefselbeschadiging

H2 Handelen op plaats van ongeval

veroorzaken totdat de inwerking wordt gestopt door een neutraliserende stof of door verdunning met water (EMSB 2012).

Elektrisch letsel

Elektrisch letsel kan worden onderverdeeld in laag voltage, hoog voltage en blikseminslag. Elektrisch letsel is een combinatie van thermisch letsel door hitteontwikkeling en letsel in het diepe interne milieu. Daarnaast is er mogelijk ook ander letsel, zoals hartritmestoornissen (zie hoofdstuk 4, deelvraag 4I).

Onder laag voltage valt alles onder 1000 Volt, inclusief de een-fasige huishoudelijke elektriciteitsvoorziening van 230 Volt en de drie-fasige krachtstroom voorziening van 400 Volt. Andere laag voltage ongelukken kunnen gebeuren met gelijkstroom. Onder hoog voltage valt alles boven 1000 Volt, o.a. in hoogspanningskabels, energiecentrales en industriële toepassingen. Bij bliksem is er een elektrische ontlading van gelijkstroom van zeer korte duur met een extreem hoog voltage welke een specifiek letselpatroon veroorzaakt. Een vlamboog (ook wel elektrische of lichtboog genoemd) kan ook leiden tot brandwonden. (EMSB 2012)

Weefselbeschadiging door elektriciteit wordt veroorzaakt door de energie die vrij komt in de vorm van warmte. De mate van warmte is afhankelijk van de stroomsterkte, de weerstand van weefsels en de tijdsduur van blootstelling. Daarnaast spelen de vochtigheid van de huid, vochtigheid van de omgeving, beschermende kleding/schoeisel en de geleiding van vloeroppervlakte ook een rol.

Deelvraag 2B: Eerste hulp handelingen

Welke handelingen zorgen voor een adequate eerste hulp bij thermisch, chemisch en elektrisch letsel?

Thermische verbrandingen (inwerking van hitte)

Doven van vlammen

Omstanders en hulpverleners moeten goed op eigen veiligheid letten en handen beschermen opdat ze niet zelf (ook) verwond raken (EMSB 2012). Eerste hulp bij vlamverbranding bestaat uit het doven van het vuur door het rollen over de grond. Hiermee wordt voorkomen dat het vuur het hoofd-hals gebied bereikt waardoor de kans op inhalatieletsel wordt beperkt. Daarnaast kunnen vlammen gedoofd worden met een blusdeken, een stevig niet-synthetisch kleed of een stevig en zwaar stuk textiel zoals een jas. Werk vanaf het gezicht naar de voeten, zodat vlammen het gezicht niet kunnen bereiken.

Koelen van thermische brandwonden (zie voor onderbouwing hoofdstuk 3, Koelen)

Koel de acute brandwond tussen de 10 en 20 minuten, mits het andere interventies niet in de weg staat. Koel de acute brandwond bij voorkeur met stromend kraanwater (van ca. 15°C tot 30°C) en pas de temperatuur aan bij wat de patiënt als prettig ervaart. Vermijd koelen met koud water om de kans op hypothermie te minimaliseren. Bij afwezigheid van kraanwater kunnen alternatieven als hydrogels overwogen worden om maximaal 20 minuten te koelen (inclusief mogelijk gebruik tijdens vervoer naar het ziekenhuis). Om hypothermie te voorkomen dient bij alle koelingsinterventies alleen de brandwond gekoeld te worden, terwijl de rest van het lichaam zo veel mogelijk op lichaamstemperatuur gehouden wordt.

Loszittende kleding en sieraden moeten worden verwijderd. Bij een heet waterverbranding werken kleding en luiers die nat zijn van de hete vloeistof als een hittebron en dienen daarom zo snel mogelijk verwijderd te worden.

Na het koelen

Na het koelen wordt geadviseerd de brandwonden schoon af te dekken en de patiënt warm toe te dekken. Eventueel kan plastic huishoudfolie gebruikt worden om de wond af te dekken, let er op dat de folie in lagen wordt aangebracht en niet circulair om een extremiteit wordt gewikkeld i.v.m. afknellinggevaar bij oedeemvorming (EMSB 2012, NZGG 2007). De wond kan ook bedekt worden met steriele doeken of metalline lakens. Het afdekken van de wond werkt pijn verlagend (EMSB 2012, NZGG 2007). Verder is het van belang om geen crème of andere topische middelen aan te brengen omdat hiermee de wondinspectie op de SEH en/of brandwondencentrum kan worden benadeeld (NZGG 2007). Daarnaast dienen alle patiënten met brandwonden zo snel mogelijk adequate pijnbestrijding te krijgen volgens de richtlijn "Pijnbehandeling bij traumapatiënten in de spoedzorgketen" (NVSHV 2010)(zie hoofdstuk 4, deelvraag 4B).

Chemisch letsel

De hoogste prioriteit bij de behandeling van chemisch letsel is de persoonlijke veiligheid en die van de omgeving. Bepaal of persoonlijke beschermingskleding of beademingsapparatuur nodig is. Probeer zo snel mogelijk achter de aard van de chemicaliën te komen. Vervolgens dient de inwerking van het chemische agens gestopt te worden. Dit kan door het toevoegen van een neutraliserende stof. Een andere optie is om het agens te verdunnen met water (EMSB 2012).

Wanneer er geen neutraliserende stof aanwezig is, wordt bij chemisch letsel geadviseerd om de huid langdurig (45 tot 60 minuten) te spoelen met lauw water om het chemische agens door verdunning onwerkzaam te maken (behalve bij agentia die zeer sterk reageren met water, zoals elementair natrium, kalium of lithium) (EMSB 2012, NZGG 2007). Voor het grootste effect zou dit binnen 10 minuten na contact moeten beginnen (EMSB 2012).

Verontreinigde kleding dient direct op een verantwoorde wijze verwijderd te worden (bijv. wegnippen) omdat de blootstelling doorgaat zolang er nog chemische agens op de huid (en in de kleding) zit (EMSB 2012, NZGG 2007). Kleding kan gecontamineerd zijn door chemicaliën in vloeibare of poedervorm, daarom moet de verwijderde kleding op een verantwoorde wijze opgeborgen worden.

Chemisch letsel aan het oog dient ook langdurig gespoeld te worden met water. Opzwellen van oogleden en ooglid spiersamentrekkingen vanwege pijn maken goed spoelen lastig, daarom is voorzichtig terugtrekken van de oogleden nodig om goed spoelen mogelijk te maken.

Bij onduidelijkheid over hoe te (be)handelen dient contact opgenomen te worden met het Nationaal Vergiftigingen Informatie Centrum (NVIC)*, te vinden via de website www.umcutrecht.nl/nvic. Het NVIC geeft informatie en advies aan professionele hulpverleners over de gezondheidseffecten van een mogelijke vergiftiging, inclusief chemische letsels. Het NVIC is dag en nacht bereikbaar, zowel telefonisch (030-274 8888) als via internet (www.vergiftigingen.info).

Daarnaast zijn bij bedrijven die met chemische middelen werken veelal BHV protocollen aanwezig die beschrijven welke acties hulpverleners moeten ondernemen bij specifieke chemische middelen. Hulpverleners kunnen ook de leidraad Chemische, Biologische, Radiologische of Nucleaire rampen (ZiROP 2009) volgen. Deze leidraad is ontwikkeld als eerste basis voor hulpverleners als voorbereiding op CBRN-incidenten en rampen.

*Het NVIC is onderdeel van het Universitair Medisch Centrum Utrecht (UMCU) en was voorheen de afdeling toxicologie van het RIVM.

Elektrisch letsel

Hulpverleners moeten voordat ze een slachtoffer van elektrisch letsel benaderen eerst goed hun eigen risico's op elektrisch letsel inschatten. Als eerste moet de elektriciteitsbron worden uitgezet of gezorgd worden dat er geen contact meer is tussen slachtoffer en de elektriciteitsbron. Als dit niet

H2 Handelen op plaats van ongeval

mogelijk is probeer dan het slachtoffer van de elektriciteitsbron te verwijderen met een voorwerp van niet geleidend materiaal (EMSB 2012).

Als het slachtoffer vrij is van de elektrische bron kan eerste hulp beginnen zoals bij thermische brandwonden. Indien de omgeving veilig is en de lichamelijke toestand van de patiënt dit toelaat, kan worden gestart met het koelen van de brandwonden. Let op, uitwendig letsel kan, afhankelijk van de inwerkingsduur en het voltage van de stroom, minimaal zijn terwijl er uitgebreid inwendig letsel bestaat. Ook kan het slachtoffer als gevolg van het elektrische letsel neurologische, respiratoire en cardiale problemen hebben, zoals aritmie of een hartstilstand (EMSB 2012, NZGG 2007).

Deelvraag 2C: Anamnese en eerste onderzoek

Welke procedures zorgen voor een adequate anamnese en eerste onderzoek?

Anamnese en eerste onderzoek door professionele hulpverleners wordt uitgevoerd volgens de ABCDE-methodiek zoals beschreven in de ATLS, APLS, EMSB en PHTLS (ATLS 2012, APLS 2011, EMSB 2012, PHTLS 2007)

Tijdens de anamnese wordt specifiek gevraagd naar:

- De aard van het ongevalsmechanisme en het agens (vuur, heet water, heet vet, chemisch, etc.)
- Temperatuur, hoeveelheid en duur van de inwerking van het agens
- Reeds toegepaste eerste-hulpmaatregelen door de omstanders
- Een eventuele explosie (in verband met andere letsels door bijvoorbeeld rondvliegende voorwerpen, of zogenoemde blast injury: door de extreme drukverhoging kan er ernstig letsel optreden van de longen en de buikorganen) of sprong/val van hoogte.

Eerste onderzoek:

Het doel van de eerste beoordeling is het systematisch onderzoeken en behandelen van levensbedreigende verwondingen teneinde levens te redden, hierbij wordt de ABCDE-methodiek gevolgd (zie hoofdstuk 4, deelvraag 4A). Na beoordeling van A en B (airway en breathing) dienen slachtoffers zuurstof toegediend te krijgen (Allison, 2004).

Deelvraag 2D: Vervoer naar een ziekenhuis

Hoe dient een patiënt met brandwonden vervoerd te worden van plaats van ongeval naar ziekenhuis? (zie ook hoofdstuk 9, Vervoer)

Indien vervoer naar een ziekenhuis geïndiceerd is, wordt de patiënt zo mogelijk in halfzittende houding vervoerd, zeker bij verdenking van een inhalatietrauma of hoofd/hals verbrandingen. Dit is beter voor de ademhaling en vermindert de kans op aspiratie bij braken. Daarnaast krijgt de patiënt zuurstof toegediend via een non-rebreathing masker.

Uit een focusgroep bijeenkomst van mensen met brandwonden is o.a. gebleken dat het voor patiënten onduidelijk was waarom ze door de ambulance eerst naar een dichtstbijzijnd ziekenhuis in plaats van gelijk naar een brandwondencentrum gebracht werden. Het informeren van de patiënt en hun naasten over waar het vervoer naar toe gaat en uitleg waarom hiervoor gekozen wordt, geeft de patiënt en hun naasten duidelijkheid en schept vertrouwen in de gegeven zorg.

Aanbevelingen

Hulpverleners dienen in eerste instantie zorg te dragen voor de persoonlijke veiligheid en die van omstanders.
--

Het doven van kleding (persoon) in vlam dient te gebeuren:

- door middel van rollen
- of met een blusdeken, stevig niet-synthetisch kleding, ander stevig textiel of water
- werk van gezicht naar beneden zodat vlammen het gezicht niet kunnen bereiken.

Bij elektrisch letsel dient men de stroom zo mogelijk uit te zetten of het slachtoffer op andere wijze van de elektriciteitsbron te verwijderen/loskoppelen, zonder gevaar voor de hulpverlener.

Voor het eerste onderzoek dient de zorgprofessional gebruik te maken van de ABCDE-methodiek, zoals beschreven in de ATLS, APLS, EMSB en PHTLS richtlijnen/protocollen.

Koel de acute brandwonden tussen de 10 en 20 minuten mits het andere interventies niet in de weg staat.

Koel de acute brandwonden bij voorkeur met stromend kraanwater (van ca. 15°C tot 30°C) en pas de temperatuur aan bij wat de patiënt als prettig ervaart.

De werkgroep adviseert om zo snel mogelijk adequate pijnbehandeling met intraveneuze opiaten te geven volgens de richtlijn "pijnbehandeling bij traumapatiënten in de spoedzorgketen" (NVSHV 2010).

- Pijnstilling dient te worden getitreerd op geleide van het effect en de eventueel optredende bijwerkingen.
- Tijdens de opvang van slachtoffers met brandwonden dient ieder half uur de pijn te worden geëvalueerd en zo nodig de pijnstilling te worden aangepast.

Bij slachtoffers met chemisch letsel:

- dienen zorgprofessionals op de eigen veiligheid te letten, inclusief het gebruik van beschermende kleding;
- dient achterhaald te worden wat het agens is;
- dient de leidraad CBRN of een eventueel aanwezig BHV-protocol over het agens gevolgd te worden;
- dient verontreinigde kleding op een verantwoorde wijze verwijderd te worden (bijv. wegknippen) en op zodanige manier op te bergen dat de kleding geen gevaar voor derden oplevert;
- dient de wond zo mogelijk 45 tot 60 minuten gespoeld te worden, behalve bij letsels veroorzaakt door agentia die zeer sterk reageren met water zoals elementair natrium, kalium of lithium;
- van een agens waarbij de behandeling onduidelijk is, dient contact opgenomen te worden met het NVIC (dag en nacht bereikbaar op 030-274 8888 en via website www.vergiftigingen.info).

Een anamnese dient afgenomen te worden van patiënt en/of omstanders en bestaat uit:

- aard van het ongeval en agens
- temperatuur, hoeveelheid en duur van inwerking agens
- toegepaste eerste hulp maatregelen
- navraag eventuele explosie of sprong/val van hoogte (i.v.m. additioneel letsel)

H2 Handelen op plaats van ongeval

Bij (ambulance)vervoer naar het dichtstbijzijnde ziekenhuis met adequate opvang dient men:

- koelingsverbanden alleen te gebruiken wanneer er nog niet gekoeld is (de totale koelingsduur is maximaal 20 minuten)
- geen crème of andere topische middelen te gebruiken op de wond
- wonden zo schoon mogelijk af te dekken: niet-verklevende verbanden/metalline lakens of plastic huishoudfolie
- de patiënt zoveel mogelijk op lichaamstemperatuur te houden
- de verbrande extremiteiten hoog te plaatsen om zwelling te beperken
- bij verdenking van inhalatietrauma of hoofd/hals verbrandingen de patiënt halfzittend te vervoeren
- zuurstof te geven aan patiënt via een non-rebreathing masker
- de patiënt uit te leggen wanneer niet direct/rechtstreeks naar een brandwondencentrum wordt gegaan.

Referenties

- Advanced Paediatric Life Support de Nederlandse editie (APLS), 2011
- Advanced Trauma Life Support® ATLS® Student course manual, 2012
- Allison K, Porter K. Consensus pre-hospital approach to burns patient management. Emerg Med J 2004;21: 112-114
- Education Committee of the Australian and New Zealand Burn Association. Emergency Management of Severe Burns (EMSB) cursusboek. Nederlandse versie, Nederlandse Brandwonden Stichting, 2012.
- Landelijk Protocol Ambulancezorg (LPA 7.2), 2011
- Nederlandse Vereniging Spoedeisende Hulp Verpleegkundige (NVSHV). Richtlijn pijnbehandeling bij traumapatiënten in de spoedzorgketen. Nijmegen; 2010.
- New Zealand Guidelines Group (NZGG). Management of burns and scalds in primary care. Wellington (NZ): Accident Compensation Corporation (ACC); 2007:1-116
- Nguyen NL, Gun RT, Sparnon AL, Ryan P. The importance of initial management: a case series of childhood burns in Vietnam. Burns 2002;28:167-172
- Pham TN, Cancio LC, Gibran NS. American Burn Association Practice Guidelines Burn Shock Resuscitation. J of Burn Care & Research 2008 Jan-Feb;29(1):257-66.
- PreHospital Trauma Life Support (PHTLS) Nederlandse versie 2007
- ZiROP, Leidraad CBRN, 2009

3. Koelen

Uitgangsvragen

Met betrekking tot koelen is de volgende hoofdvraag opgesteld:

Wat zijn de gewenste en ongewenste effecten van koelen in vergelijking met niet koelen op de snelheid en kwaliteit van de wondgenezing na een vlam of hete vloeistof verbranding?

Om de hoofdvraag te beantwoorden zijn deelvragen opgesteld die rekening houden met de verschillende factoren die een rol spelen bij koelen. De mate van koelen is namelijk afhankelijk van de duur, temperatuur en methode van koelen. Ook over het effect van een eventuele vertraging van koelen is onduidelijkheid. De volgende deelvragen zijn opgesteld om een antwoord te kunnen geven op de hoofdvraag:

- A) Welke minimale koelingstijd stopt verergering van de brandwond het meest effectief gelet op de snelheid en kwaliteit van de wondgenezing na een vlam of hete vloeistof verbranding?
- B) Welke temperatuur van het koelwater is dan aan te bevelen gelet op het risico van hypothermie en verminderde wondgenezing?
- C) In welke tijdsperiode na het ontstaan van de brandwond kan de koeling gestart worden om nog effectief te zijn gelet op de snelheid en kwaliteit van de wondgenezing na een vlam of hete vloeistof verbranding?
- D) Wat zijn de gewenste en ongewenste effecten van verschillende koelingsinterventies (koelvesten, hydrogels) in vergelijking met niet koelen of koelen met water op de snelheid en kwaliteit van de wondgenezing na een vlam of hete vloeistof verbranding?

Deelvraag 3A: Koelingstijd

Welke minimale koelingstijd stopt verergering van de brandwond het meest effectief gelet op de snelheid en kwaliteit van de wondgenezing na een vlam of hete vloeistof verbranding?

Achtergrond

Bij een acute brandwond is koelen een van de meest bekende eerste hulp middelen. Er zijn verschillende mechanismen beschreven die het effect van koelen zouden verklaren, zoals het stoppen van het verbrandingsproces, stabiliseren van vascularisatie en het dempen van de inflammatoire reactie (Cuttle 2009b). De voorlichting van de Brandwondenstichting geeft al jaren het advies: "Eerst water, de rest komt later". Ook internationaal wordt koelen als noodzakelijke eerste hulp bij brandwonden gezien. Er zijn verschillende adviezen over de tijdsduur van koelen, zo adviseert de Brandwondenstichting om +/- 10 minuten te koelen terwijl de Australia and New Zealand Burns Association (ANZBA) adviseert om 20 minuten te koelen. Het Nederlandse Rode Kruis adviseert om minimaal 10 minuten te koelen met lauw leidingwater totdat de pijn is afgenomen. Met deze deelvraag wordt nagegaan wat de minimale/optimale koelingstijd is.

Methode

Voor het beantwoorden van de deelvraag is de literatuur geselecteerd waarbij het effect van verschillende koelingstijden (I) van acute brandwonden na een vlam of hete vloeistof verbranding (P) op de snelheid en kwaliteit van de wondgenezing (O) beschreven wordt. De onderzoekspopulatie mag bestaan uit mensen, dieren of computermodellen. De koelingstijd moet beschreven zijn en vergeleken worden met een andere koelingstijd of geen koeling. Duur tot wondgenezing, noodzaak tot operatief ingrijpen en littekenvorming worden gezien als relevante uitkomstmaten voor snelheid en kwaliteit van wondgenezing.

De werkgroep heeft op basis van het AGREE instrument de richtlijn uit 2006 van de New Zealand Guidelines Group (NZGG) als 'sterk aan te bevelen' gescoord en neemt het bewijs uit deze richtlijn over. De gradering van het bewijs in de NZGG richtlijn bestaat uit drie niveaus (goed, redelijk en zwak/internationale expert opinion). Wat betreft koelen baseert de NZGG zich op 3 case series, 1 RCT

op gezonde vrijwilligers en 6 experimentele dierstudies (NZGG 2007). Als aanvulling hierop worden studies vanaf 2005 tot december 2011 besproken die een toegevoegde waarde hebben aan het bewijs van de NZGG. Gezien de aard van de deelvraag is gezocht op systematische reviews, gerandomiseerde studies, cross-over studies, retrospectieve cohort studies, case series, experimentele dierstudies en simulatiestudies.

Resultaten

Kwaliteit van het bewijs

In de NZGG richtlijn wordt het bewijs voor een minimale/optimale koelingstijd die verergering van de brandwond stopt vooral gebaseerd op 'internationale expert opinion' en als zeer laag geclassificeerd. Er zijn 9 studies gevonden die na de ontwikkeling van de NZGG richtlijn zijn verschenen; 1 retrospectief cohort onderzoek; 6 experimentele dierstudies en 2 simulatiestudies met computermodellen (zie bijlage 2, bewijstabellen 3A). De kwaliteit van het bewijs in deze studies wordt mede beperkt door beperkingen in onderzoeksopzet (korte follow-up), inconsistentie, indirectheid (dierenstudies en simulatiestudies) en onnauwkeurigheid (gebrekkige data).

Gunstige effecten

In het retrospectief cohort onderzoek (Cuttle 2009a) van 458 kinderen met brandwonden in Australië werden geen significante correlaties gevonden tussen koelingsduur en tijd tot re-epithelialisatie wanneer alle brandwonden samen werden geanalyseerd. Bij kinderen met contactverbrandingen werd een significant snellere re-epithelialisatie gevonden in de groep die 20 minuten of langer met koud water was gekoeld, vergeleken met de kinderen die niet of minder dan 20 minuten waren gekoeld. Data over het precieze aantal kinderen in deze subgroep ontbreken.

In de experimentele dierstudies zijn verschillende temperaturen en tijdsduren voor koelen gebruikt. In een studie bij 17 biggen met ieder 5 heet-water-brandwonden van gedeeltelijke dikte gaf 20 minuten koelen (met stromend kraanwater van gemiddeld 22.4°C) significant meer vooruitgang op dag 9 dan de controlegroep (geen koeling) en de groepen die 5, 10 of 30 minuten werden gekoeld (Bartlett 2008). Deze vooruitgang werd bepaald door een histologische beoordeling van de brandwonddiepte. De klinische relevantie van de vooruitgang is echter niet aangetoond aangezien in alle groepen de brandwonden na 9 dagen nog steeds van oppervlakkig gedeeltelijke dikte waren. In een andere dierstudie met 8 varkens met ieder 2 heet-water-brandwonden werd geen verschil gevonden wat betreft re-epithelialisatie en cosmetische uitkomst tussen 20 minuten koelen met aloe vera, tea tree olie geïmpregneerd hydrogel verband (burnaid) of speeksel ten opzichte van niet koelen (Cuttle 2008a). In een derde dierstudie met 40 varkens met ieder 2 diep 2^{de} graads heet-water-brandwonden was op 2 weken meer re-epithelialisatie van de wond in de groep die 20 minuten was gekoeld met 15°C stromend kraanwater vergeleken met de groep zonder koeling, maar dit effect verdween vanaf week drie. Er zijn geen significant verschillen gevonden in cosmetische uitkomst tussen de verschillende groepen (geen, 10, 20, 30 en 60 minuten koeling) (Cuttle 2010). In een vierde studie met 29 varkens met ieder 2 heet-water-brandwonden waarbij verschillende koelingstemperaturen werden vergeleken, was ook een controle groep zonder koeling. Hieruit bleek dat diep 2^{de} graads brandwonden een significant snellere volledige re-epithelialisatie hadden wanneer er 20 minuten was gekoeld met water van 2 of 15°C (4.0 weken) vergeleken met de controle groep zonder koeling (4.5 weken). Koelen met ijs gaf een volledige re-epithelialisatie van 4.7 weken. Op verschillende cosmetische uitkomstmaten op 6 weken scoorde de controle groep in 7 van de 30 vergelijkingen significant minder goed dan de interventiegroepen (Cuttle 2008b). In een studie met 10 varkens met ieder 4 diep 2^{de} graads heet-water-brandwonden werd geconcludeerd dat koelen een gunstig effect heeft op het beperken van weefselschade, maar dit werd niet onderbouwd door significante resultaten (Venter 2007). De koelingsduur was in deze studie 30 minuten, 3 uur of 4 uur. Een laatste dierstudie vergeleek in 10 biggen met ieder 4 gedeeltelijke dikte 2^{de} graads heet-water-brandwonden het effect van verschillende koelingsmethoden met een duur van 20 minuten met een controle groep die niet gekoeld werd. In

H3 Koelen

een periode van 9 dagen verbeterde de brandwonden in de groep die 20 minuten gekoeld werd met koud water meer dan de groep die niet gekoeld werd, maar dit werd niet onderbouwd met significant verschillende resultaten (Yuan 2007).

Beide studies die het effect van koelen met een computermodel hebben gesimuleerd, concludeerden dat het gunstige effect van koelen niet alleen door de afname in temperatuur verklaard kan worden (van de Sompel 2009) maar dat er andere biochemische processen van belang zijn (Baldwin 2012). Daarnaast gaf een model aan dat meer dan 30 seconden koelen geen noemenswaardig aanvullend effect heeft op de warmteverspreiding in het weefsel (Baldwin 2012).

Schadelijke effecten

In geen van de studies zijn eventuele schadelijke effecten, zoals hypothermie, opgenomen als uitkomstmaat. Eén studie rapporteert het overlijden van een varken tijdens de operatie zonder hier een reden voor te geven (Cuttle 2010), een andere studie rapporteert dat 2 dieren zijn overleden als gevolg van de anesthesie (Cuttle 2008b).

Conclusie deelvraag 3A

Algehele kwaliteit van het bewijs	De meest effectieve koelingstijd om verergering van brandwonden ontstaan door een vlam of hete vloeistof verbranding te voorkomen is onzeker, met name vanwege beperkingen in opzet en uitvoering van de studies, en vanwege de inconsistentie, onnauwkeurigheid en indirectheid van het bewijs.
Zeer laag	<i>Referenties: [Baldwin 2012, Bartlett 2008, Cuttle 2008a, Cuttle 2008b, Cuttle 2010, Cuttle 2009a, NZGG 2007, van de Sompel 2009, Venter 2007, Yuan 2007]</i>

Van conclusie naar aanbeveling

Door de zeer lage kwaliteit van het bewijs en de onzekerheid over de balans tussen de gewenste en ongewenste effecten is de werkgroep terughoudend met het aanbevelen van een optimale koelingsduur om verergering van brandwonden ontstaan door vlam of hete vloeistof verbranding te voorkomen. Ervaringen van werkgroepsleden zijn dat enerzijds de ongewenste effecten van langdurig koelen zelden voorkomen en anderzijds dat koelen een vermindering van de pijnsensatie bij de patiënt geeft. Vanwege dit analgetisch effect kan overwogen worden om langer te koelen dan aanbevolen, dit mag echter geen andere interventies in de weg staan. Zo is het van belang om te melden dat het bedekken van de brandwonden ook een aanzienlijke verlichting van de pijn geeft (NZGG 2007, APLS 2011). De duur van koelen wordt dan mede bepaald door de patiënt, die adequaat moet kunnen aangeven of het koelen nog als prettig wordt ervaren. Gezien de kans op hypothermie dient men echter niet langer dan aanbevolen te koelen bij patiënten die niet het vermogen hebben om aan te geven of het koelen nog als prettig wordt ervaren, zoals jonge kinderen, ouderen, gesedeerde patiënten of patiënten met een verstoorde sensibiliteit. De aanbeveling van de werkgroep richt zich daarom zowel op het patiënt comfort als op de huidige praktijk.

Aanbevelingen

Koel de acute brandwonden tussen de 10 en 20 minuten mits het andere interventies niet in de weg staat.

Deelvraag 3B: Temperatuur van het koelwater

Welke temperatuur van het koelwater is aan te bevelen gelet op het risico van hypothermie en verminderde wondgenezing?

Achtergrond

Een mogelijk ongunstig effect van koelen van een acute brandwond is hypothermie. Dit zou ontstaan als er langdurig en met een lage temperatuur gekoeld wordt. Men spreekt over hypothermie als de kerntemperatuur van het lichaam lager is dan 35°C. Hypothermie wordt gezien als een complicatie die de prognose van de patiënt nadelig kan beïnvloeden en dient daarom voorkomen te worden (Latenser 2009, Muehlberger 2010). Met deze deelvraag wordt nagegaan welke temperatuur van het koelwater aan te bevelen is gelet op het risico van hypothermie en verminderde wondgenezing.

Methode

Voor het beantwoorden van de deelvraag is de literatuur geselecteerd waarbij het effect van verschillende koelingstemperaturen (I) toegepast bij het koelen van acute brandwonden na een vlam of hete vloeistof verbranding (P) op het risico van hypothermie en verminderde wondgenezing (O) beschreven wordt.

Resultaten

Kwaliteit van het bewijs

In de NZGG richtlijn wordt het bewijs voor een minimale/optimale koelingstemperatuur om hypothermie te voorkomen als zeer laag gegradeerd (NZGG 2007). Er zijn 5 studies gevonden die na de ontwikkeling van de NZGG richtlijn zijn verschenen en 1 die niet is opgenomen in de NZGG richtlijn vanwege de taal (Duits) waarin die studie verschenen is. Van de 6 artikelen zijn er 2 retrospectieve cohort studies, 3 experimentele dierstudies en 1 simulatiestudie (zie bijlage 2, bewijstabellen 3B). De kwaliteit van het bewijs in deze studies wordt mede beperkt door inconsistentie, indirectheid (dierenstudies en simulatiestudie) en onnauwkeurigheid (gebrekkige data).

Gunstige effecten

In een van de retrospectieve cohort studies werd gekeken naar de rol van koelen op het ontstaan van hypothermie bij 929 patiënten met brandwonden die op een spoedeisende hulp binnenkwamen. Slechts 15 patiënten in deze studie hadden een hypothermie en geen van die 15 patiënten was gekoeld voor aankomst in het ziekenhuis. De hypothermie was wel positief gerelateerd aan de uitgebreidheid van de brandwond (Singer 2010). Ook in de tweede retrospectieve cohort studie van 212 volwassen patiënten met 5% of meer TVLO werd geen associatie tussen koelen en hypothermie gevonden. Wel werd er een associatie gevonden tussen sedatie en hypothermie: patiënten die pre-hospitaal een narcose kregen, hadden een hogere kans op een hypothermie (Lönnecker 2001).

In een van de experimentele dierstudies onderzocht men in 36 ratten met grote heet-water-brandwonden of een door koeling geïnduceerde milde hypothermie (2°C daling van de kerntemperatuur) een verhoogde kans op overleving geeft vergeleken met niet koelen. Resultaten gaven aan dat een milde hypothermie een grotere kans op overleving geeft (Singer 2011). De andere twee dierstudies hadden kwaliteit van wondgenezing als uitkomstmaat in plaats van hypothermie. Daarvan rapporteerde een studie met 29 varkens met ieder 2 heet-water-brandwonden een snellere volledige re-epithelialisatie wanneer er 20 minuten gekoeld werd met water van 2 of 15°C (4.0 weken) vergeleken met koelen met ijs (4.7 weken) (Cuttle 2008b). De andere studie met 10 varkens met ieder 4 diep 2^{de} graads heet-water-brandwonden concludeerde dat koelen met ijswater meer weefselschade gaf dan niet koelen, maar dit werd niet onderbouwd met significant verschillende resultaten (Venter 2007).

In de simulatiestudie werd geconcludeerd dat het verschil in effectiviteit van 10 seconden koelen tussen verschillende temperaturen water minimaal is tussen koud (1^oC) en lauw (25^oC) water. Zelfs bij temperaturen tot 55^oC heeft koelen dezelfde effectiviteit (Baldwin 2012).

Schadelijke effecten

In de twee retrospectieve studies was hypothermie geassocieerd met een hogere mortaliteit (Lönnecker 2001, Singer 2010) en in een dierstudie zijn 2 dieren overleden als gevolg van de anesthesie (Cuttle 2008b). Deze effecten zijn echter niet toe te schrijven aan de koelingstemperatuur.

Conclusies deelvraag 3B

Algehele kwaliteit van het bewijs	De koelingstemperatuur waarbij er een verhoogd risico op hypothermie of verminderde wondgenezing ontstaat is onzeker, met name vanwege beperkingen in opzet en uitvoering van de studies, en vanwege de inconsistentie, onnauwkeurigheid en indirectheid van het bewijs.
Zeer laag	<i>Referenties: [Baldwin 2012, Cuttle 2008b, Lönnecker 2001, NZGG 2007, Singer 2010, Singer 2011, Venter 2007]</i>

Van conclusie naar aanbeveling

Door de zeer lage kwaliteit van het bewijs is de werkgroep terughoudend met het aanbevelen van een optimale temperatuur van het koelwater om brandwonden ontstaan door vlam of hete vloeistof verbranding te koelen. Uit de literatuur en de ervaringen van de werkgroep blijkt dat enerzijds het potentiële risico op hypothermie beperkt is en anderzijds er geen bewijs is voor het effect van zeer koud water of ijs water. Daarnaast ervaren de werkgroepsleden dat koelen een vermindering van de pijnsensatie bij de patiënt geeft, vandaar de aanbeveling van de werkgroep om de temperatuur van het water aan te laten sluiten bij wat de patiënt comfortabel vindt.

Aanbevelingen

Koel de acute brandwonden bij voorkeur met stromend kraanwater (van ca. 15^oC tot 30^oC) en pas de temperatuur aan bij wat de patiënt als prettig ervaart.

Vermijd koelen met koud water om de kans op hypothermie te minimaliseren.

Deelvraag 3C: Vertraging van startmoment van koelen

In welke tijdsperiode na het ontstaan van de brandwond kan de koeling gestart worden om nog effectief te zijn gelet op de snelheid en kwaliteit van de wondgenezing na een vlam of hete vloeistof verbranding?

Achtergrond

Tussen het moment van ontstaan van een acute brandwond en het moment van koelen zit altijd een vertraging. Dit kan een korte vertraging zijn, bijvoorbeeld wanneer het slachtoffer zich naar een andere ruimte (keuken) moet verplaatsen waar de koeling kan plaatsvinden, maar ook een lange vertraging wanneer het slachtoffer geen kennis heeft over koelen. In deze situatie kan koelen helemaal achterwege blijven of pas gestart worden als er professionele hulp arriveert, bijvoorbeeld ambulance personeel. Met deze deelvraag wordt nagegaan in welke tijdsperiode na een acute brandwond het nog effectief is om koeling te starten.

Methode

Voor het beantwoorden van de deelvraag is de literatuur geselecteerd waarbij het effect van verschillende tijdstippen van startmoment van koelen (I) na een acute brandwond ontstaan na een vlam of hete vloeistof verbranding (P) op de snelheid en kwaliteit van de wondgenezing (O) beschreven wordt.

Resultaten

Kwaliteit van het bewijs

In de NZGG richtlijn wordt het bewijs voor de tijdsperiode waarin koeling effect heeft op de snelheid en kwaliteit van de wondgenezing als zeer laag geclassificeerd. In de NZGG richtlijn werden geen studies gevonden over hoe snel na de brandwond de koeling moet starten en maar één studie over het laatste moment waarop koelen nog gestart moet worden (NZGG 2007). Er zijn 4 studies gevonden die na de ontwikkeling van de NZGG richtlijn zijn verschenen en 1 studie die niet is opgenomen in de NZGG richtlijn vanwege de exclusie van studieopzet (simulatiestudie). Van de 5 artikelen zijn er 3 experimentele dierstudies en 2 simulatiestudies met computermodellen (zie bijlage 2, bewijstabellen 3C). De kwaliteit van het bewijs in deze studies wordt mede beperkt door beperkingen in onderzoeksopzet (korte follow-up), inconsistentie, indirectheid (dierenstudies en simulatiestudies) en onnauwkeurigheid (gebrekkige data).

Gunstige effecten

In een van de experimentele dierstudies met 12 biggen met ieder 4 heet-water-brandwonden werden verschillende startmomenten van koelen (20 minuten stromend water van 22.4°C) met elkaar vergeleken. Er werden geen significante verschillen gevonden in wonddiepte en genezigstendens op dag 9 tussen onmiddellijk koelen en met een vertraging van 5, 20 of 60 minuten (Rajan 2009). In een andere studie met 40 varkens met ieder 2 heet-water-brandwonden werden de effecten van niet koelen, onmiddellijk koelen (20 minuten) of met een vertraging van 10, 60 en 180 minuten met elkaar vergeleken. In deze studie was de re-epithelialisatie op 3 weken significant sneller in de groep met 180 minuten vertraging vergeleken met de controle groep zonder koeling (Cuttle 2010). Data over de re-epithelialisatie in de andere groepen ontbreekt. Uit figuren blijkt echter dat de re-epithelialisatie in de controle groep sneller was dan in de groep met 10 minuten vertraging en vrijwel identiek met de overige twee groepen. De derde dierstudie met 10 varkens met ieder 4 diep 2^{de} graads heet-water-brandwonden concludeerde dat koelen met een vertraging van 30 minuten minder weefselschade geeft dan niet koelen, maar dit werd niet onderbouwd met significant verschillende resultaten (Venter 2007).

Eén studie beschreef een computermodel om de temperatuurverspreiding in weefsel te voorspellen. Hiermee werd ook gekeken tot op welk moment na een brandwond het nog zin heeft om te koelen. Uit het model bleek dat het vanuit thermisch oogpunt geen zin meer heeft om te koelen als de

H3 Koelen

huidtemperatuur is gedaald tot 45°C. In een gesimuleerde brandwond met een huidtemperatuur van 59°C die niet met water gekoeld werd, was dit omslagpunt al na 27 seconden bereikt (Ng 2002). In de andere simulatiestudie werd geconcludeerd dat de effectiviteit van koelen al minimaal is als het koelen een vertraging van 10 seconden oploopt en er dus meteen gekoeld dient te worden om nog enigszins effect te hebben (Baldwin 2012).

Schadelijke effecten

In geen van de studies zijn eventuele schadelijke effecten, zoals hypothermie, opgenomen als uitkomstmaat. Eén studie rapporteert het overlijden van een varken tijdens de operatie zonder hier een reden voor te geven (Cuttle 2010).

Conclusies deelvraag 3C

Algehele kwaliteit van het bewijs	De tijdsperiode waarin koeling gestart kan worden om nog effectief te zijn gelet op de snelheid en kwaliteit van de wondgenezing na een vlam of hete vloeistof verbranding is onzeker, met name vanwege beperkingen in opzet en uitvoering van de studies, en vanwege de inconsistentie, onnauwkeurigheid en indirectheid van het bewijs.
Zeer laag	<i>Referenties: [Baldwin 2012, Cuttle 2010, Ng 2002, NZGG 2007, Rajan 2009, Venter 2007]</i>

Van conclusie naar aanbeveling

Door de zeer lage kwaliteit van het bewijs is de werkgroep terughoudend met het aanbevelen van een tijdsperiode waarin koeling gestart kan worden om verergering van brandwonden ontstaan door vlam of hete vloeistof verbranding te stoppen. Ervaringen van werkgroepsleden zijn dat enerzijds de ongewenste effecten van koelen na een vertraging minimaal zijn en anderzijds dat koelen, ook na een vertraging, een vermindering van de pijnsensatie bij de patiënt geeft. Wel is het van belang om te melden dat het bedekken van de brandwonden ook een aanzienlijke verlichting van de pijn geeft (NZGG 2007, APLS 2011). De aanbeveling van de werkgroep richt zich daarom op het patiënt comfort.

Aanbeveling

Het starten van koelen dient idealiter direct te gebeuren, maar ook na een vertraging tot 3 uur na het ongeval kan koelen nog overwogen worden ter verlichting van de pijn, mits het andere interventies niet in de weg staat.

Deelvraag 3D: Verschillende koelingsinterventies

Wat zijn de gewenste en ongewenste effecten van verschillende koelingsinterventies (koelvesten, hydrogels) in vergelijking met niet koelen of koelen met water op de snelheid en kwaliteit van de wondgenezing na een vlam of hete vloeistof verbranding?

Achtergrond

Een acute brandwond kan op verschillende manieren gekoeld worden. Naast koelen met kraanwater zijn er ook commerciële producten op de markt zoals 'koelvesten' en 'hydrogels'. Een van de bekendste hydrogels is 'Burnshield®'. Met deze deelvraag wordt nagegaan welke koelingsinterventie de verergering van een acute brandwond het meest effectief stopt na een vlam of hete vloeistof verbranding.

Methode

Voor het beantwoorden van de deelvraag is de literatuur geselecteerd waarbij het effect van verschillende koelingsinterventies (I) na een acute brandwond ontstaan door een vlam of hete vloeistof verbranding (P) op het stoppen van verergering (O) beschreven wordt. De uitkomstmaten die het stoppen van verergering van de brandwond weergeven zijn de snelheid en kwaliteit van de wondgenezing.

Resultaten

Kwaliteit van het bewijs

In de NZGG richtlijn wordt het bewijs voor de meest effectieve koelingsinterventie op het stoppen van verergering als zeer laag geclassificeerd. Ook is er onvoldoende bewijs over de effectiviteit van burngels in vergelijking met stromend water (NZGG 2007). Er zijn 2 studies gevonden die na de ontwikkeling van de NZGG richtlijn zijn verschenen; beiden zijn experimentele dierstudies (zie bijlage 2, bewijstabellen 3D). De kwaliteit van het bewijs in deze studies wordt mede beperkt door beperkingen in onderzoeksopzet (korte follow-up), indirectheid en onnauwkeurigheid (gebrekkige data).

Gunstige effecten

In een experimentele dierstudie met 8 varkens met ieder 2 heet-water-brandwonden werden aloë vera, speeksel en een koeldekken (burnaid) vergeleken met een controle groep zonder koeling. In deze studie werden geen significante verschillen gevonden tussen de groepen wat betreft re-epithelialisatie of cosmetische uitkomst op 6 weken (Cuttle 2008a). Ook in een andere experimentele dierstudie met 10 biggen met ieder 4 gedeeltelijke dikte 2^{de} graads heet-water-brandwonden werden geen significante verschillen gevonden in brandwondoppervlakte op dag 9 tussen de groepen die gekoeld waren met stromend water, gesprayd water, natte doeken of de groep zonder koeling. Wel leken de brandwonden die gekoeld werden met stromend water meer verbetering over de tijd te hebben, maar dit werd niet onderbouwd met significant verschillende resultaten (Yuan 2007).

Schadelijke effecten

In geen van de studies zijn eventuele schadelijke effecten, zoals hypothermie, opgenomen als uitkomstmaat.

Conclusies deelvraag 3D

Algehele kwaliteit van het bewijs	De meest effectieve koelingsinterventie om verergering van een acute brandwond ontstaan door een vlam of hete vloeistof verbranding te stoppen is onzeker, met name vanwege beperkingen in opzet en uitvoering van de studies, en vanwege de onnauwkeurigheid en indirectheid van het bewijs.
Zeer laag	<i>Referenties: [Cuttle 2008a, NZGG 2007, Yuan 2007]</i>

Van conclusie naar aanbeveling

Door de zeer lage kwaliteit van het bewijs is de werkgroep terughoudend met het aanbevelen van commerciële alternatieven voor het koelen van brandwonden ontstaan door vlam of hete vloeistof verbranding als deze geen meerwaarde hebben boven het koelen met stromend kraanwater. Uit de literatuur is hier geen bewijs voor en dus wordt koelen met stromend kraanwater als eerste keus aanbevolen. Daarnaast blijkt uit ervaringen van werkgroepsleden dat patiënten die gekoeld worden met hydrogels vaker hypothermisch zijn dan patiënten die gekoeld zijn met water. Dit komt waarschijnlijk door de mogelijkheid om te blijven koelen tijdens vervoer en/of het overdadig bedekken van de patiënt met een hydrogel, ook op lichaamsdelen die geen brandwond hebben.

Aanbevelingen

Koelen dient bij voorkeur te gebeuren met stromend kraanwater (van ca. 15^oC tot 30^oC) maar bij afwezigheid van kraanwater kunnen alternatieven als hydrogels overwogen worden om maximaal 20 minuten te koelen.

Om hypothermie te voorkomen dient bij alle koelingsinterventies alleen de brandwond gekoeld te worden, terwijl de rest van het lichaam zo veel mogelijk op lichaamstemperatuur gehouden wordt.

Hoofdvraag

Om de hoofdvraag te beantwoorden zijn vier deelvragen opgesteld die elk één van de factoren die bij koelen een rol spelen beantwoorden. De conclusie van de hoofdvraag is gebaseerd op de conclusies van die deelvragen.

Conclusie hoofdvraag

De algehele kwaliteit van het bewijs van elk van de vier deelvragen is als zeer laag beoordeeld, met name vanwege beperkingen in opzet en uitvoering van de studies, en vanwege de inconsistentie, onnauwkeurigheid en indirectheid van het bewijs. Hierdoor is er beperkt vertrouwen in het netto gunstig effect van het koelen van een brandwond ontstaan door een vlam of hete vloeistof verbranding op de snelheid en kwaliteit van de wondgenezing.

Van conclusie naar aanbeveling

De werkgroep is terughoudend met aanbevelingen over het effect van koelen in vergelijking met niet koelen op de snelheid en kwaliteit van de wondgenezing na een vlam of hete vloeistof verbranding. De NZGG rapporteert goed bewijs te hebben dat onmiddellijk koelen de ernst van de weefselschade reduceert maar dit wordt niet onderbouwd met directe referenties. Wel wordt algemeen aangenomen dat het koelen van brandwonden een analgetische werking heeft. Ervaringen van werkgroepsleden zijn dat enerzijds de ongewenste effecten van koelen zelden voorkomen en anderzijds dat koelen een vermindering van de pijnsensatie bij de patiënt geeft. Vanwege dit analgetisch effect kan overwogen worden om langer te koelen dan aanbevolen, dit mag echter geen andere interventies in de weg staan. Zo is het van belang om te melden dat het bedekken van de brandwonden ook een aanzienlijke verlichting van de pijn geeft (NZGG 2007, APLS 2011). De duur van koelen wordt dan mede bepaald door de patiënt, die adequaat moet kunnen aangeven of het koelen nog als prettig wordt ervaren. Gezien de kans op hypothermie dient men echter niet langer dan aanbevolen te koelen bij patiënten die niet het vermogen hebben om aan te geven of het koelen nog als prettig wordt ervaren, zoals jonge kinderen, ouderen, gesedeerde patiënten of patiënten met een verstoorde sensibiliteit. De aanbeveling van de werkgroep richt zich daarom zowel op het patiënt comfort als op de huidige praktijk.

Aanbevelingen

Koel de acute brandwonden tussen de 10 en 20 minuten mits het andere interventies niet in de weg staat.

Koel de acute brandwonden bij voorkeur met stromend kraanwater (van ca. 15°C tot 30°C) en pas de temperatuur aan bij wat de patiënt als prettig ervaart.

Vermijd koelen met koud water om de kans op hypothermie te minimaliseren.

Het starten van koelen dient idealiter direct te gebeuren, maar ook na een vertraging tot 3 uur na het ongeval kan koelen nog overwogen worden ter verlichting van de pijn, mits het andere interventies niet in de weg staat.

Koelen dient bij voorkeur te gebeuren met stromend kraanwater (van ca. 15°C tot 30°C) maar bij afwezigheid van kraanwater kunnen alternatieven als hydrogels overwogen worden om maximaal 20 minuten te koelen.

Om hypothermie te voorkomen dient bij alle koelingsinterventies alleen de brandwond gekoeld te worden, terwijl de rest van het lichaam zo veel mogelijk op lichaamstemperatuur gehouden wordt.

H3 Koelen

Aandachtspunt

De hulpverlener dient zich bewust te zijn dat het koelen van kinderen speciale aandacht behoeft. Niet alleen is er door het relatief grote lichaamsoppervlak een grotere kans op hypothermie, maar ook dient men rekening te houden met de bejegening naar het kind en de ouders/verzorgers. Vanuit de focusgroepbijeenkomst blijkt dat het voor zowel ouders als kinderen geruststellend is om tijdens het koelen in elkaars nabijheid te blijven.

Referenties

- Advanced Paediatric Life Support de Nederlandse editie (APLS), 2011
- Baldwin A, Xu J, Attinger D. How to cool a burn: a heat transfer point of view. *J Burn Care Res* 2012;33(2):176-87.
- Bartlett N, Yuan J, Holland AJ, Harvey JG, Martin HC, La Hei ER, et al. Optimal duration of cooling for an acute scald contact burn injury in a porcine model. *J Burn Care Res* 2008;29(5):828-34.
- Cuttle L, Kempf M, Kravchuk O, George N, Liu P-Y, Chang H-E, et al. The efficacy of Aloe vera, tea tree oil and saliva as first aid treatment for partial thickness burn injuries. *Burns* 2008a;34(8):1176-82.
- Cuttle L, Kempf M, Kravchuk O, Phillips GE, Mill J, Wang XQ, et al. The optimal temperature of first aid treatment for partial thickness burn injuries. *Wound Rep Reg* 2008b;16(5):626-34.
- Cuttle L, Kempf M, Liu P-Y, Kravchuk O, Kimble RM. The optimal duration and delay of first aid treatment for deep partial thickness burn injuries. *Burns* 2010;36(5):673-9.
- Cuttle L, Kravchuk O, Wallis B, Kimble RM. An audit of first-aid treatment of pediatric burns patients and their clinical outcome. *J Burn Care Res* 2009a;30(6):1028-34.
- Cuttle L, Pearn J, McMillan JR, Kimble RM. A review of first aid treatments for burn injuries. *Burns* 2009b;35(6):768-75.
- Latenser BA. Critical care of the burn patient: The first 48 hours. *Crit Care Med* 2009;37(10):2819-26.
- Lönnecker S, Schoder V. Hypothermie bei brandverletzten patienten – einflüsse der präklinischen behandlung. *Chirurg* 2001;72(2):164-7.
- Muehlberger T, Ottomann, C, Toman N, Daigeler A, Lehnhrdt M. Emergency pre-hospital care of burn patients. *Surgeon* 2010;8(2):101-4.
- New Zealand Guidelines Group (NZGG). Management of burns and scalds in primary care. Wellington (NZ): Accident Compensation Corporation (ACC); 2007:1-116
- Ng EY, Chua LT. Comparison of one- and two-dimensional programmes for predicting the state of skin burns. *Burns* 2002;28(1):27-34.
- Rajan V, Bartlett N, Harvey JG, Martin HCO, La Hei ER, Arbuckle S. Delayed cooling of an acute scald contact burn injury in a porcine model: is it worthwhile? *J Burn Care Res* 2009;30(4):729-34.
- Singer AJ, Taira BR, Thode HC, McCormack JE, Shapiro M, Aydin A, et al. The association between hypothermia, prehospital cooling, and mortality in burn victims. *Acad Emerg Med* 2010;17(4):456-9.
- Singer AJ, Wang E, Taira BR, Steinhaff N, Rooney J, Zimmerman T. Controlled mild hypothermia prolongs survival in a rat model of large scald burns. *Acad Emerg Med* 2011;18(3):287-91.
- van de Sompel D, Kong TY, Ventikos Y. Modelling of experimentally created partial-thickness human skin burns and subsequent therapeutic cooling: a new measure for cooling effectiveness. *Med Eng Phys* 2009;31(6):624-31.
- Venter TH, Karpelowsky JS, Rode H. Cooling of the burn wound: the ideal temperature of the coolant. *Burns* 2007;33(7):917-22.
- Yuan J, Wu C, Holland AJ, Harvey JG, Martin HC, La Hei ER, et al. Assessment of cooling on an acute scald burn injury in a porcine model. *J Burn Care Res* 2007;28(3):514-20.

4. Primaire opvang en lichamelijk onderzoek op de spoedeisende hulp

Uitgangsvraag:

Welke procedures zorgen voor een adequate eerste opvang van slachtoffers met brandwonden op de spoedeisende hulp?

Deze uitgangsvraag is onderverdeeld in de volgende deelvragen:

- A) Wat zijn de aandachtspunten bij primaire opvang volgens de ABCDE-methodiek?
- B) Waaruit bestaat adequate pijnbestrijding?
- C) Wat zijn de aandachtspunten bij intercollegiaal consult?
- D) Wat zijn de aandachtspunten tijdens de secondary survey (anamnese en lichamelijk onderzoek)?
- E) Waaruit bestaat de (wond)behandeling op de spoedeisende hulp?
- F) Wat zijn de aandachtspunten voor emotionele ondersteuning?
- G) Wat zijn de aandachtspunten bij niet-accidenteel letsel?
- H) Wat zijn de aandachtspunten bij chemisch letsel?
- I) Wat zijn de aandachtspunten bij elektrisch letsel?

Achtergrond algemeen

Na het oplopen van een brandwond komt de patiënt, indien geïndiceerd, per ambulance, helikopter of op eigen gelegenheid naar het ziekenhuis. De opvang van patiënten met brandwonden (thermisch, chemische of elektrisch) op de spoedeisende hulp (SEH) afdeling heeft dezelfde opzet als die van een trauma patiënt en staat beschreven in de Advanced Trauma Life Support (ATLS) en de Advanced Pediatric Life Support (APLS). De cursus Emergency Management of Severe Burns (EMSB) is ook gebaseerd op de ATLS en APLS met de nadruk op de specifieke aspecten voor patiënten met brandwonden.

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de eerste opvang en behandeling op de SEH voordat een patiënt met brandwonden wordt opgenomen of verwezen naar een brandwondencentrum of ander ziekenhuis. De aanbevelingen zijn samengevat in stroomschema 2, primaire opvang en lichamelijk onderzoek op de SEH.

Methode

Deze uitgangsvraag is te breed om te kunnen beantwoorden met het zoeken naar wetenschappelijke studies voor onderbouwing. Daarom is voor deze uitgangsvraag gebruik gemaakt van bestaande richtlijnen, consensus protocollen en overige literatuur die de eerste opvang bij slachtoffers met brandwonden beschrijven. Voor de tekst over wondbedekkers bij gedeeltelijke dikte brandwonden is wel gezocht naar wetenschappelijk bewijs.

Resultaten (samenvatting van de literatuur, richtlijnen, protocollen en praktijkervaring)

Deelvraag 4A: Primaire opvang volgens ABCDE-methodiek

Wat zijn de aandachtspunten bij primaire opvang volgens de ABCDE methodiek?

Primaire opvang vindt gestructureerd plaats volgens de ABCDE-methodiek zoals beschreven in de ATLS, APLS en EMSB (ATLS 2012, APLS 2011, EMSB 2012). Bij de opvang van patiënten met brandwonden bestaat de kans op het missen van levensbedreigende letsels omdat het indrukwekkende uiterlijk van de brandwond alle aandacht trekt. Het is daarom extra van belang om de patiënt op gestructureerde wijze te benaderen en men dient daarbij aan mogelijk overig letsel te denken (APLS 2011). Onderstaande tekst is een overzicht van de speciale aandachtspunten voor patiënten met brandwonden zoals beschreven in het EMSB cursusboek en gedoceerd op de EMSB opleiding in Nederland, aangevuld met literatuur en praktijkervaring (EMSB 2012).

A. (Airway) Luchtweg vrijwaren met cervicale wervelkolom bescherming

- Check of de luchtweg vrij is. Bij een pratende patiënt is de luchtweg vrij. Het vrijmaken van de luchtweg heeft prioriteit. Als dit niet gerealiseerd kan worden, moet het slachtoffer geïntubeerd worden (zie hoofdstuk 5, intubatie). Indien er sprake is van mogelijk bijkomende letsels, beperk bewegingen van de cervicale wervelkolom tot een minimum en vermijd overstrekking (hyperflexie of hyperextensie) van hoofd en nek (EMSB 2012).
- Verwondingen boven het sleutelbeen, zoals wonden in het gezicht of bewusteloosheid, zijn vaak geassocieerd met CWK letsel. Een nekkraag dient gebruikt te worden bij het vermoeden van een CWK letsel (EMSB 2012).

Inademing van hete gassen bij langdurig verblijf in een afgesloten ruimte kan de bovenste luchtwegen beschadigen en binnen een paar uur leiden tot zwelling waardoor obstructie van de luchtweg kan plaatsvinden. Regelmatige her-evaluatie van de luchtweg is nodig, want bij een slachtoffer dat in eerste instantie geen inhalatieletsel lijkt te hebben, bij kinderen in het bijzonder, kan de situatie snel verslechteren.

De aanwezigheid van verschroeide (neus-)haren/wenkbrauwen, roet in de neus- en mondholte en een verandering in de stem van de patiënt (aan de patiënt en/of bekenden van de patiënt vragen) kunnen een aanwijzing zijn voor eventueel inhalatieletsel. Bij een steekvlam verbranding, zijn de wenkbrauwen en neusharen ook verschroeid, maar is de kans op inhalatieletsel gering.

Kinderen verdienen extra aandacht, zij hebben smalle luchtwegen waardoor een geringe hoeveelheid oedeem een verhoging van de luchtweg-weerstand zal veroorzaken. Het is daarom van belang op tijd het besluit te nemen om te intuberen (Baartmans 2008). Hiervoor is het belangrijk om de aanwezigheid van een anesthesioloog, intensivist, kinderarts en/of KNO arts te waarborgen. Zie voor uitgebreidere tekst, hoofdstuk 5, intubatie.

B. (Breathing and Ventilation) Beademen en ventileren

- De hals en borst worden bloot gelegd zodat beoordeeld kan worden of de thorax symmetrisch en voldoende beweegt en of er wonden zijn die de ademhaling kunnen belemmeren (EMSB 2012).
- Beoordeel ademhaling op ademfrequentie, ademarbeid, effectiviteit en de systematische effecten van respiratoir falen (Baartmans 2008).
- Bij dreigend respiratoir falen moet het slachtoffer beademd worden met masker en ballon of worden geïntubeerd (EMSB 2012).
- Alle traumapatiënten krijgen zuurstof (tenminste 12 liter per minuut) toegediend met gebruik van een non-rebreathing masker. Dit geldt in het bijzonder voor patiënten met verdenking op koolmonoxide intoxicatie of inhalatietrauma (EMSB 2012).
- Koolmonoxide intoxicatie kan leiden tot hypoxemie (EMSB 2012).
- Let op, circulaire verbrandingen kunnen de thoraxexcursie belemmeren. Ontlastende incisies (escharotomieën) kunnen hierdoor geïndiceerd zijn (EMSB 2012). Neem in dit geval altijd contact op met een brandwondencentrum.

Beschadiging van de onderste luchtwegen kan veroorzaakt worden door inademing van rookbestanddelen. Rookbestanddelen kunnen de longen irriteren en bronchospasmen of longoedeem veroorzaken, astmapatiënten hebben een verhoogd risico hierop. Dit kan leiden tot respiratoire insufficiëntie. Let op dat bij koolmonoxide intoxicatie de gemeten saturatie met de gangbare pulsoxymeter onterecht normale waarden kan geven en daarom niet betrouwbaar is. Zie voor uitgebreidere tekst, hoofdstuk 5, intubatie.

C. (Circulation) Circulatie met controle van bloedingen / inwendig letsel

- Beoordeel de polssterkte en -frequentie en bloeddruk (EMSB 2012).
- Beoordeel capillaire refill (normaal is binnen 2 seconden). Bij > 2 seconden (in niet verbrand gebied) kan er sprake zijn van bloedverlies of afknelling van een extremiteit (EMSB 2012). Een

diepe circulaire brandwond aan een extremiteit kan de circulatie compromitteren en na enkele uren distale ischemie veroorzaken. Een escharotomie kan geïndiceerd zijn. Neem in dit geval altijd contact op met een brandwondencentrum.

- Stelp bloedingen met afdrukken en/of drukverband (EMSB 2012).
- Hypotensie is niet een typische reactie op de hypovolaemie zoals die optreedt bij brandwonden. Bij optreden van hypotensie dient dan ook gezocht te worden naar bijkomende oorzaken die deze hypotensie kunnen verklaren.
- Een bleke huid door perifere vasoconstrictie kan een teken zijn van bloedverlies (vanaf 15-30% volume verlies). Een verminderd bewustzijn (angstig, verward of lethargisch) door een gestoorde cerebrale perfusie treedt op vanaf 30-40% verlies van bloedvolume (EMSB 2012).
- Een intraveneuze toegang dient zo snel mogelijk verkregen te worden met 2 zo groot mogelijke infuusnaalden voor vochttoediening, bij voorkeur door niet-verbrande huid (EMSB 2012). Indien er geen intraveneuze toegang verkregen kan worden, moet indien nodig zo snel mogelijk een botnaald gebruikt worden.
- Bij vaststelling van een gestoorde circulatie/shock wordt volgens ATLS en APLS principe gestart met een vochtbolus (max. 20 ml/kg voor kinderen, 1 tot 2 liter voor volwassenen) met kristalloïden (Ringerlactaat of fysiologisch zout) (ATLS 2012, APLS 2011). Deze hoeveelheid moet echter zo spoedig mogelijk worden aangepast op het volume zoals dat onder "F vloeistof-resuscitatie" wordt berekend als blijkt dat er geen bijkomende letsels zijn die extra volumesuppletie rechtvaardigen.
- Bloedafname voor bepaling van bloedgroep, kruisserum, bloedbeeld (inclusief arteriële bloedgassen), elektrolyten, nierfunctie, glucose, stolling, CK, LDH, en de aanwezigheid van koolmonoxide (HbCO).

D. (Disability) Neurologisch onderzoek

- Het bewustzijnsniveau wordt beoordeeld met behulp van de AVPU schaal (EMSB 2012):
 - A - alert,
 - V - reactie op vocale stimuli,
 - P - reactie op pijnlijke stimuli,
 - U - unresponsive.
- Patiënten kunnen verward, suf en onrustig zijn op basis van hypoxie of hypovolemie (EMSB 2012). Daarnaast kunnen hoofdletsel en koolmonoxide of cyanide intoxicatie (of inademing van andere giftige gassen) ook verwardheid, duizeligheid, hoofdpijn, onrust en insulten veroorzaken.

E. (Exposure) Ontkleden van de patiënt en controle (omgevings)temperatuur

- Verwijder alle losse en insnoerende kleding en sieraden (EMSB 2012). Ook vastgeschroeide kleding verwijderen, echter dit komt in de praktijk weinig voor.
- Onderzoek de gehele patiënt, inclusief de rug en behaarde hoofdhuid, om de uitgebreidheid van de brandwonden vast te stellen en eventuele andere verwondingen op te merken (EMSB 2012).
- Het inschatten van het percentage Totaal Verbrand Lichaams Oppervlak (TVLO) wordt gedaan volgens methode beschreven in hoofdstuk 6, TVLO inschatting.
- Voorkom afkoeling van de patiënt (EMSB 2012). Patiënten met brandwonden, en met name kinderen, neigen tot hypothermie, wat versterkt kan zijn door koelen met (te) koud water of te lang gebruik van koelende dekens (Baartmans 2008).

F. (Fluid resuscitation) Vloeistofresuscitatie

- De berekening van vochtbehoefte staat beschreven in hoofdstuk 7, vloeistofresuscitatie.
- Urinemonitoring dient zo snel mogelijk plaats te vinden ter beoordeling van de circulatie en of er sprake is van hemoglobinurie of myoglobinurie.

Deelvraag 4B: Pijnbestrijding

Waaruit bestaat adequate pijnbestrijding?

Brandwonden kunnen extreem pijnlijk zijn als gevolg van directe stimulatie van de verschillende soorten nociceptoren, zodat altijd adequate pijnstilling moet worden gegeven. In een latere fase kan sensibilisering ontstaan van de nociceptieve paden in het perifere en het centrale zenuwstelsel (Werner 2002). Bij onvoldoende pijnbestrijding kan de pijnperceptie blijvend beïnvloed worden met gevolgen voor het latere leven (Hohmeister 2010, Wollgarten-Hadamek 2009). Inadequaat management van acute brandwondenpijn verhoogt de incidentie van neuropathische pijn en daarmee geassocieerde depressie (Edwards 2007a). Het is ook gerelateerd aan suïcidale gedachten rond tijdstip van ontslag uit het ziekenhuis (Edwards 2007b). Daarnaast is er een correlatie tussen slecht behandelde pijn bij grote brandwonden en post-traumatische stressstoornis (Summer 2007, Taal 1997). Vandaar dat het geven van adequate pijnbestrijding uitermate belangrijk is.

Adequate pijnstilling is multimodaal (minimaal 2 medicijnen met verschillende werkingsmechanismen) en start zo vroeg mogelijk (Richardson 2009), bij voorkeur al door het ambulance personeel en anders op de SEH. Bij verwijzing naar een brandwondencentrum moet het insturend ziekenhuis al voor adequate pijnbestrijding zorgen.

Uit een recente evaluatie van kinderen verwezen naar brandwondencentra in Nederland is bekend dat één op de vijf geen pijnstilling had gekregen vóór overplaatsing naar een brandwondencentrum (Baartmans 2012). Daarnaast bleek dat maar in 41% van de gevallen de dosering adequaat was. Ook in de internationale literatuur wordt aangegeven dat er veel inadequaat pijn management is bij patiënten met brandwonden op de SEH en dat dit bij kinderen zelfs slechter is dan bij volwassenen (Friedland 1997, Rawlins 2007). Dit geeft aan dat er extra aandacht voor pijnbestrijding nodig is, ook in de Nederlandse situatie. Bij kinderen dient men hier extra oplettend voor te zijn.

Alle patiënten met brandwonden dienen zo snel mogelijk adequate pijnbestrijding te krijgen volgens de richtlijn "Pijnbehandeling bij traumapatiënten in de spoedzorgketen" (NVSHV, 2010). Voor bijna alle patiënten kan pijn het beste behandeld worden met intraveneuze opiaten gecombineerd met paracetamol en een vroegtijdige adequate pijnstilling is geassocieerd met een snellere pijnreductie in de eerste week na het ontstaan van de brandwond (de Jong 2014). Toedienen van pijnstilling is vooral via de intraveneuze route te adviseren, omdat door perifere vasoconstrictie de medicatie via intramusculaire of subcutane route slecht wordt opgenomen. Geef een maximale dosis paracetamol en opiaten op basis van gewicht. Langer werkende opiaten hebben de voorkeur boven een kortwerkend opiaat omdat bij brandwonden langduriger pijnbestrijding noodzakelijk is. Bij de toediening van opiaten is het belangrijk niet in één keer een maximale dosis te geven, maar de medicatie te titreren op geleide van het effect en de eventueel optredende bijwerkingen (NVSHV 2010). Tijdens de opvang moet frequent worden geëvalueerd of de pijnstilling nog voldoende is. Dit kan door de patiënt te vragen wat de pijnscore op een verbale numerieke 10-puntsschaal is en of de bereikte pijnscore overeenkomt met een acceptabele pijnvermindering (NVSHV 2010). Bij brandwonden kan bij milde pijn (score van 1-3 op een 10-puntsschaal) gebruik gemaakt worden van paracetamol en NSAID's.

Voor kinderen met brandwonden wordt de APLS richtlijn gevolgd. Bij bijna alle brandwonden is intraveneuze morfine (startdosis 0.1 mg/kg) geïndiceerd (APLS 2011).

Het meest geschikte instrument om pijn vast te stellen bij jonge kinderen is de COMFORT-B gedragsobservatieschaal (de Jong 2010, de Jong 2012). De professional zou getraind moeten zijn in het gebruik van deze schaal. Professionals die bekend zijn met de schaal kunnen deze gebruiken, anders wordt het instrument gebruikt waarmee de professional bekend is. Bij volwassenen vraagt men naar een zelfrapportage op een verbale numerieke 10-puntsschaal. Alle patiënten zouden bij voorkeur multimodale en maximale medicamenteuze pijnbestrijding krijgen op basis van gewicht.

H4 Primaire opvang en lichamelijk onderzoek op de SEH

Bij onrust en pijn moet men ook bedacht zijn op hypoxie. Wanneer men hypoxie heeft uitgesloten, kan er ook gebruik worden gemaakt van een sedativum, zoals benzodiazepines (APLS 2011, Baartmans 2008).

Naast het geven van pijnmedicatie is het ook van belang om te melden dat koelen en bedekken van de brandwonden een aanzienlijke verlichting van de pijn geeft (NZGG 2007, APLS 2011).

Deelvraag 4C: Intercollegiaal consult

Wat zijn de aandachtspunten bij een intercollegiaal consult?

Consulteer in geval van verdenking op een inhalatieletsel een anesthesioloog, intensivist, KNO arts en/of longarts. Bij aangezichtsverbrandingen en/of verdenking op oogletsel een oogarts consulteren. Consulteer bij kinderen altijd een kinderarts. Bij (diepe) hand verbrandingen contact opnemen met een plastisch chirurg. Bij twijfel of vragen contact opnemen met een brandwondencentrum. Consulteer een plastisch chirurg wanneer besloten wordt, bij voorkeur na overleg met een brandwondencentrum, om een slachtoffer met brandwonden over functionele gebieden niet te verwijzen naar een brandwondencentrum.

Deelvraag 4D: Secondary survey (anamnese en lichamelijk onderzoek)

Wat zijn de aandachtspunten bij de secondary survey (anamnese en lichamelijk onderzoek)?

De secondary survey begint met een herbeoordeling van de primaire opvang. Wanneer alle levensbedreigende situaties onder controle zijn, volgt een uitgebreide anamnese en top tot teen onderzoek. Een brandwondspecifieke secundaire survey bestaat uit het onderzoeken van het mechanisme van letsel en een volledig lichamelijk onderzoek naar brandwondspecifieke verwondingen en begeleidend letsel. Aanvullend onderzoek vindt plaats op indicatie.

De secondary survey vindt ook plaats volgens de methode van de ATLS, APLS en EMSB (ATLS 2012, APLS 2011, EMSB 2012). Onderstaande tekst is een overzicht van de speciale aandachtspunten voor patiënten met brandwonden zoals beschreven in het EMSB cursusboek en gedoceerd op de EMSB opleiding in Nederland, aangevuld met literatuur en praktijkervaring (EMSB 2012).

Anamnese

Een anamnese en een volledig lichamelijk onderzoek van top tot teen wordt uitgevoerd nadat levensbedreigende condities behandeld of onder controle zijn. De anamnese kan worden samengevat in het acroniem AMPLE:

- A Allergieën
- M Medicijngebruik
- P Past Illnesses (Medische voorgeschiedenis)
- L Laatste maaltijd
- E Events (Toedracht, omstandigheden ongeval)

Top tot teen onderzoek

- Hoofd (ogen: visus checken; roet, blaren, oedeem van tong of farynx)
- Nek
- Thorax (voor- en achterzijde controleren; secundair inwendig letsel door explosie)
- Buik (voor- en achterzijde controleren; secundair inwendig letsel door explosie)
- Perineum
- Ledematen (controle circulatie bij circulaire brandwonden)
- Neurologisch onderzoek (Glasgow comascore en kracht/sensibiliteit ledematen)

Mechanisme van het letsel

Men kan meer informatie over de ongevalstoedracht krijgen via het slachtoffer, ouders/partners, zorgverleners (ambulance, brandweer, politie), familie of getuigen van het ongeval. Er dient zoveel mogelijk informatie over de interactie tussen de patiënt en de omgeving verkregen te worden. Bij brandwonden gaat het hier met name om de duur van blootstelling, type kleding gedragen, temperatuur, hoeveelheid en type vloeistof bij heet waterverbrandingen, en toedienen van 1^e hulp (koelings maatregelen). Echter, bijkomend letsel is ook te verwachten bij een explosie, sprong van hoogte, verkeersongevallen etc.

Aanvullend onderzoek (op indicatie)

Radiologie: Bijkomend letsel bij brandwonden is te verwachten bij een explosie, sprong of val van hoogte, verkeersongevallen en dergelijke. Bij multitrauma of anderszins aanwijzingen voor thoracaal of pulmonaal letsel dient altijd een röntgenonderzoek van de thorax plaats te vinden. Bij verdenking van bijkomend trauma of een bewusteloze patiënt is röntgenonderzoek van de CWK en het bekken geïndiceerd. Overig uit te voeren onderzoek (TWK, LWK, extremiteiten en eventueel CT-onderzoek) vindt plaats op grond van anamnese en het top-teen onderzoek (ATLS 2012, EMSB 2012, NZGG 2007).

Bloed: Indien niet eerder afgenomen bij het plaatsen van de infusen, dient er alsnog bloed afgenomen te worden voor de bepaling van: bloedgroep, kruisserum, bloedbeeld (inclusief arteriële bloedgasen), elektrolyten, nierfunctie, glucose, stolling, CK, LDH, en de aanwezigheid van koolmonoxide (HbCO).

Urine: Urine wordt onderzocht voor de bepaling van: sediment, hemolyse en myoglobuline.

ECG: op indicatie.

Deelvraag 4E: (Wond)behandeling op de SEH

Waaruit bestaat de (wond)behandeling op de SEH?

Antibiotica en tetanus

Antibiotica profylaxe wordt niet toegepast in de eerste fase van brandwonden behandeling (ATLS 2012, Durtschi 1982).

Tetanus profylaxe wordt gegeven aan alle patiënten waarvan vaccinaties niet up to date zijn (volgens landelijk protocol) (EMSB 2012).

Wondbehandeling

Wonddiepte: Tijdens de eerste opvang is de beoordeling van de oppervlakte van de brandwond het belangrijkste. Daarnaast is de inschatting van de diepte van de brandwond belangrijk omdat het consequenties heeft voor de wondbehandeling en verwijzing. Dit staat verder beschreven in hoofdstuk 1, inleiding brandwonden.

Patiënten die naar een brandwondencentrum worden verwezen: Alleen bij ernstige contaminatie en problemen met het juist beoordelen dienen brandwonden eerst schoon gemaakt te worden met water en zeep voordat de patiënt doorverwezen wordt naar een brandwondencentrum. In de andere gevallen wordt het schoonmaken in het brandwondencentrum gedaan waardoor er geen onnodige vertraging in het vervoer optreedt. Daarnaast zijn de zorgprofessionals in een brandwondencentrum gespecialiseerd in deze complexe wondzorg waardoor de patiënt de meest optimale behandeling krijgt. Alle brandwonden dienen zo schoon mogelijk te worden afgedekt met folie, metalline lakens of schone doeken voorafgaand aan het vervoer naar een ziekenhuis of brandwondencentrum. Het is van belang dat er geen topicale zalven op de wonden worden gesmeerd voordat er overplaatsing plaatsvindt, omdat anders de wonden niet goed beoordeeld kunnen worden in het brandwondencentrum. Een interessant alternatief voor afdekken van de wond is het gebruik van plastic huishoudfolie dat (niet circulair) op de wond gelegd wordt en daarna bedekt met een doek.

Dergelijke alternatieven worden vermeld in de literatuur (Wilson 1987) en in richtlijnen van het Verenigd Koninkrijk en Nieuw-Zeeland (Allison 2004, NZGG 2007).

Bij brandwonden van het bovenlichaam of extremiteiten is elevatie van het aangedane deel gewenst om oedeemvorming te beperken (APLS 2011, EMSB 2012).

Patiënten die niet naar een brandwondencentrum worden verwezen: De wonden van patiënten waarvan de brandwonden niet ernstig genoeg zijn om naar een brandwondencentrum te verwijzen (zie hoofdstuk 8, verwijscriteria), dienen eerst te worden schoongemaakt en gedesinfecteerd met een desinfecterend middel op water basis (Alsbjörn 2007). Volgens de EMSB kan de wond schoongemaakt worden met fysiologisch zout, zeep en water of chloorhexidine 0.1% oplossing (Hibiscrub, Hibicet) en dienen andere antiseptica niet gebruikt te worden. Het schoonmaken van de wond en daarna bedekken is bedoeld ter vermindering van het infectierisico.

Wondbedekking (voor patiënten niet verwezen naar een brandwondencentrum):

Voor dit onderwerp is een aanvullend literatuur onderzoek uitgevoerd naar wondbedekkers voor brandwonden in de eerste fase. Echter, omdat er geen literatuur is gevonden specifiek gericht op de behandeling in de acute fase (24h), is ervoor gekozen om een overzicht te geven van richtlijnen, consensus protocollen en systematische reviews die wondbedekkers voor patiënten met brandwonden beschrijven.

Wondverbanden dienen een geleichtig milieu te creëren ter bevordering van de wondgenezing (NZGG 2007). Dit type gelvormende wondbedekkers zijn makkelijk in het gebruik, verminderen pijn en aantal verbandwissels (NZGG 2007). Er is geen bewijs gevonden die een voorkeur aangeeft voor het gebruik van een bepaalde wondbedekker. Echter, er is enig bewijs voor gebruik van hydrocolloïdaal verband, siliconengaas, antimicrobiële (zilverhoudende) verbanden, polyurethaan folie en bio-synthetische verbanden voor behandeling van gedeeltelijke dikte brandwonden (Wasiak, 2010). Daarnaast is er bewijs dat (lang) gebruik van silversulfadiazine (SSD) crème de epitheelgroei kan remmen (NZGG 2007, Wasiak 2009, Wasiak 2010, Storm-Versloot 2010). Er is geen bewijs gevonden voor de effectiviteit van zilverhoudende wondbedekkers op snellere wondgenezing of verminderde infecties vergeleken met niet-zilverhoudende wondbedekkers (Storm-Versloot, 2010; Aziz, 2012). Ook is er geen bewijs gevonden voor de effectiviteit van honing (Moore 1991) of Aloe Vera (Dat 2012).

Overzicht literatuuronderzoek: systematische reviews naar wondbedekkers bij gedeeltelijk dikte brandwonden:

- Een systematische review naar de effecten van honing als wondbedekker bij brandwonden includeerde 7 studies (Moore 2001). Deze studies waren van slechte kwaliteit en volgens de auteurs was er weinig vertrouwen in de effectiviteit van honing als behandeling van gedeeltelijke dikte brandwonden.
- Een systematische review naar de effecten van wondbehandeling van oppervlakkige dikte brandwonden gradeert de kwaliteit van de 8 geïncludeerde studies als lage kwaliteit volgens GRADE (Wasiak 2009). Volgens de auteurs was het niet duidelijk welke wondbedekking effectief is in de behandeling van oppervlakkige brandwonden. Daarnaast kunnen topische antibacteriële crèmes, zoals chloorhexidine, toxisch zijn voor regenererende epitheel cellen en kan SSD de wondgenezing vertragen en pijn verhogen.
- In een Cochrane review naar wondbedekkers voor oppervlakkige en gedeeltelijke dikte brandwonden werden 26 RCT's beoordeeld, de meeste van lage kwaliteit (Wasiak 2010). Er was zwak bewijs dat hydrocolloïdaal verband, siliconengaas, antimicrobiële (zilverhoudende) verbanden, polyurethaan folie en biosynthetisch verbanden gebruikt kunnen worden voor de behandeling van gedeeltelijke dikte brandwonden. Er was geen bewijs gevonden ten gunste van SSD crème.

- In een Cochrane review naar de effectiviteit van Aloe Vera voor de behandeling van acute wonden (inclusief brandwonden) werden 3 studies naar brandwonden geïnccludeerd (Dat 2012). Deze studies waren van lage kwaliteit en er werd geen bewijs gevonden ten gunste van Aloe Vera op wondgenezing.
- In een Cochrane review naar de effectiviteit van zilverhoudende verbanden of crèmes op wondinfectie en wondgenezing werden 20 studies naar brandwonden geïnccludeerd (Storm-Versloot 2010). Er werd geen bewijs gevonden ten gunste van zilverhoudende verbanden of crèmes om wondgenezing te verbeteren of infectie te verminderen. Er werd enig bewijs van slechte kwaliteit studies gevonden dat SSD de wondgenezing vertraagt in patiënten met gedeeltelijke dikte brandwonden.
- In een systematische review naar zilverhoudende wondbedekkers werden 14 studies geïnccludeerd (Aziz 2012). Er werd geen bewijs gevonden ten gunste van zilverhoudende wondbedekkers of crèmes ten opzichte van controle wondbedekkers in het voorkomen van wondinfectie of snellere wondgenezing.

Wondcontrole/verbandwissel voor patiënten niet verwezen naar een brandwondencentrum: De wondcontrole en/of verbandcontrole bij gedeeltelijke dikte brandwonden (oppervlakkige en diep) vindt plaats op basis van het type wondbedekker. Wondbedekkers dienen na verzadiging vervangen te worden. De diepte van de brandwond dient na 48-72 uur opnieuw beoordeeld te worden. Als de brandwond in de eerste twee weken na het ongeval onvoldoende tekenen van genezing laat zien, is verwijzing naar een brandwondencentrum geïndiceerd (Alsbjörn 2007).

Blaren: Er is zeer beperkt bewijs over wat te doen met blaren bij gedeeltelijke dikte brandwonden. Opties zijn intact laten, aspireren of verwijderen (deroofing). Gebaseerd op de beschikbare literatuur en praktisch ervaring kunnen de volgende richtlijnen worden gegeven:

- Kleine, niet in de weg zittende, intacte blaren worden in situ gelaten, want in een geleïchtig milieu vindt het snelste re-epithelialisatie plaats (NZGG 2007, Jonkman 1989, van Komen 2011). De blaarkap kan eventueel beschermd worden met een vet gaas.
- Grote blaren kunnen worden gedebrideerd. Indien blaren kapot zijn, moeten de blaardaken worden verwijderd omdat de blaarkap niet levensvatbaar weefsel is en wondinfectie kan veroorzaken.
- Fragiele (dun-wandige) blaren worden gedebrideerd omdat ze anders spontaan kunnen scheuren.
- Intacte dikwandige blaren op de handpalmen en voetzolen worden vanwege de geassocieerde pijn niet gedebrideerd. Echter niet-intacte blaren op handpalmen en voetzolen moeten worden gedebrideerd.

Na het debrideren van de blaar wordt bij voorkeur een vochtig wondmilieu gecreëerd en gelvormende wondbedekkers gebruikt, zoals hydro-actieve verbanden, hydrocolloïden of transparante wondfolies (Oen-Coral 2010, Komen 2011). Antibacteriële crème kan gebruikt worden als de genoemde wondbedekkers niet toepasbaar zijn, o.a. op locaties waar verband niet praktisch is.

Deelvraag 4F: Emotionele ondersteuning

Wat zijn de aandachtspunten voor emotionele ondersteuning?

Het oplopen van brandwonden is een traumatische gebeurtenis voor de patiënt zelf, maar ook voor familie en vrienden. Het is daarom van belang om emotionele ondersteuning te bieden aan de patiënt, familie en personeel.

Brandwonden kunnen het gevolg zijn van een tentamen suïcide, deze brandwonden zijn meestal diep en veroorzaakt door vuur/vlam verbrandingen. Vraag om een psychologische beoordeling van de patiënt in geval van verdenking op tentamen suïcide.

Uit een inventarisatie tijdens een focusgroepbijeenkomst van mensen met brandwonden is gebleken dat patiënten en hun partners/ouders/familieleden tijdens de acute fase (op SEH) veel behoefte hadden aan informatie over de behandeling, duidelijkheid over wat er gaat gebeuren en emotionele ondersteuning. Aangegeven werd ook dat het als zeer beangstigend werd ervaren als de patiënt (en partner/ouder) bemerkte dat de zorgprofessionals op de SEH niet goed wisten hoe te handelen of als er onduidelijkheid was over wie de 'eerstverantwoordelijke' (in charge) was over de zorg. Gelukkig zijn er ook goede ervaringen van patiënten en ouders die aangaven dat de emotionele ondersteuning die zij hebben ervaren in de acute fase (ambulance en SEH) hen enorm geholpen heeft en voor vertrouwen in de zorgverleners en gevoel van veiligheid zorgde. Daarnaast werd aangegeven dat de rust die zorgprofessionals uitstraalden het vertrouwen gaven dat ze in goede handen waren. Dit geeft aan hoe belangrijk de emotionele steun is, juist ook in de acute fase.

De bevindingen uit deze focusgroepbijeenkomst sluiten goed aan bij het patiëntperspectief beschreven in de richtlijn "Pijnbehandeling bij traumapatiënten in de spoedzorgketen" (NVSHV 2010), waarin benadrukt wordt dat het geven van informatie en geruststelling erg belangrijk is. Met geruststellen wordt nadrukkelijk niet bedoeld: zeggen 'dat er niets aan de hand is' of 'dat alles wel meevalt' als dit niet waar is. Volgens een van de aanbevelingen van deze richtlijn dient de zorgverlener rekening te houden met angst en/of stress bij de pijnbeoordeling en de traumapatiënt te informeren over zijn situatie en de behandeling, om daarmee angst en/of stress te verminderen.

Deelvraag 4G: Niet-accidenteel letsel

Wat zijn de aandachtspunten bij niet-accidenteel letsel?

Bij brandwonden moet met name bij kinderen gedacht worden aan niet-accidenteel letsel. Uit een systematische review blijkt dat de incidentie van niet-accidentele brandwonden bij kinderen opgenomen in een brandwondencentrum sterk varieert, van 1% tot 35% (Maguire 2008). Deze spreiding kan zo groot zijn door de verschillende definities van kindermishandeling. Naast de opzettelijke toegebrachte letsels kunnen brandwonden namelijk ook ontstaan door onveilige thuissituaties, zoals onoplettendheid of verwaarlozing. Voor de Nederlandse situatie zijn geen incidentie cijfers bekend.

Net als bij kinderen met accidentele brandwonden zijn slachtoffers van kindermishandeling vrijwel altijd onder de 10 jaar en in de meerderheid onder de 2 jaar (Baartmans 2008). Voor de herkenning van kindermishandeling bij brandwonden kan voor de anamnese en het lichamelijk onderzoek gebruik gemaakt worden van de SPUTOVAMO-lijst. Verdenking van een niet-accidenteel letsel kan ontstaan wanneer:

- er een delay in presentatie is
- er een vaag of inconsistent verhaal over de oorzaak is (door verschillende getuigen)
- het letsel niet overeenkomt met het verhaal
- er andere tekenen van letsel aanwezig zijn, bijvoorbeeld blauwe plekken (EMSB 2012).

Accidentele verbrandingen zijn meestal (oppervlakkige) heet water-mengverbrandingen met een druppelsgewijze distributie zoals gebeurt bij het omvallen van hete thee. Bij brandwonden met onderstaand patroon moet men bedacht zijn op niet-accidenteel letsel:

- verbrandingen met een scherpe begrenzing (handschoen of sok distributie als gevolg van onderdompeling in heet water)
- verbrandingen van de benen en billen met uitsparing distale deel ('donut-sign' als gevolg van vasthouden in heet badwater met onderste deel billen op relatief kouder bad)
- verbrandingen met een afdrukpatroon (sigaret, strijkijzer, aansteker, wafelijzer etc)
- verbrandingen bestaande uit 1 diepte en brandwonden van volledige dikte (NZGG 2007, EMSB 2012)

Bij verdenking op niet-accidenteel letsel dient te worden gehandeld volgens het lokale kindermishandeling/huiselijk geweld protocol. Daarnaast dient overwogen te worden om deze kinderen te verwijzen naar een brandwondencentrum, zeker wanneer men twijfelt over de competentie/toerusting van de eigen instelling voor deze problematiek. De kennis van brandwonden in combinatie met de multidisciplinaire aanpak in een brandwondencentrum maakt een brandwondencentrum uitermate geschikt voor de opvang en behandeling van deze complexe casus.

Deelvraag 4H: Chemisch letsel

Wat zijn de aandachtspunten bij chemisch letsel?

Het principiële verschil tussen thermische brandwonden en chemisch letsel is de tijdsduur waarin de weefselbeschadiging plaatsvindt, omdat chemische stoffen progressief weefselbeschadiging veroorzaken totdat de inwerking wordt gestopt door een neutraliserende stof of door verdunning met water (EMSB 2012).

De hoogste prioriteit bij de behandeling van chemisch letsel is de persoonlijke veiligheid en die van de omgeving. Bepaal of persoonlijke beschermingskleding of beademingsapparatuur nodig is. Daarnaast verschilt de primaire opvang van slachtoffers met chemisch letsel enigszins met die van slachtoffers met een thermisch letsel. Dit komt voornamelijk door de langere blootstelling aan het agens en de mogelijke systemische effecten die bij een chemisch letsel kunnen optreden. Om de blootstelling zo kort mogelijk te houden moet de kleding, waarin het agens zich nog kan bevinden, op een verantwoorde wijze verwijderd worden (bijv. wegknippen). Ook eventuele debris en vast chemisch materiaal dat op de wond zit moet verwijderd worden. Daarnaast kan de wond langdurig (45 tot 60 minuten) gespoeld worden met stromend water zodat het chemische middel zoveel mogelijk verwijderd en verdund wordt (NZGG 2007, EMSB 2012, LPA 2011). Het spoelwater dat van de wond komt bevat het chemische middel en kan weer nieuwe brandwonden veroorzaken. Daarom moet voorkomen worden dat het spoelwater via de wond in contact komt met niet aangedane gebieden. Om dezelfde reden moet het aangedane lichaamsdeel niet in stilstaand water ondergedompeld worden. Alle slachtoffers met chemisch letsel komen in aanmerking om verwezen te worden naar een brandwondencentrum.

Er zijn veel chemische middelen die huidletsels kunnen veroorzaken en die een specifieke behandeling behoeven. Daarom is het van belang om zo snel mogelijk vast te stellen met welke chemisch agens het slachtoffer in aanraking is geweest. Bij onduidelijkheid over hoe te (be)handelen dient contact opgenomen te worden met het Nationaal Vergiftigingen Informatie Centrum (NVIC)*, te vinden via de website www.umcutrecht.nl/nvic. Het NVIC geeft informatie en advies aan professionele hulpverleners over de gezondheidseffecten van een mogelijke vergiftiging, inclusief chemische letsels. Het NVIC is dag en nacht bereikbaar, zowel telefonisch (030-274 8888) als via internet (www.vergiftigingen.info).

Daarnaast zijn bij bedrijven die met chemische middelen werken veelal bedrijfshulpverlening (BHV) protocollen aanwezig die beschrijven welke acties hulpverleners moeten ondernemen bij specifieke chemische middelen. Hulpverleners kunnen ook de leidraad Chemische, Biologische, Radiologische of Nucleaire rampen (ZiROP 2009) volgen. Deze leidraad is ontwikkeld als eerste basis voor hulpverleners als voorbereiding op CBRN-incidenten en rampen.

*Het NVIC is onderdeel van het Universitair Medisch Centrum Utrecht (UMCU) en was voorheen de afdeling toxicologie van het RIVM.

Deelvraag 4I: Elektrisch letsel

Wat zijn de aandachtspunten bij elektrisch letsel?

Elektrische brandwonden kunnen grofweg ingedeeld worden in laag voltage letsel (<1000 volt), hoog voltage letsel (>1000 volt) en blikseminslag. Bij laag voltage letsel blijven de brandwonden veelal

beperkt tot de plaats van in- en uitrede, terwijl bij hoog voltage letsels ook de route die de elektrische stroom door het lichaam heeft gemaakt ernstige schade kan veroorzaken. Zo kan er necrose van spier-, bot-, vaat-, en zenuwweefsel optreden terwijl de bovenliggende huid intact is. Een elektrisch letsel kan ook gepaard gaan met een vlamverbranding ten gevolge van een vlamboog en bijkomend letsel ten gevolge van een explosie (bijv. fractures, trauma door blast injury). Ook kan zich door oedeemvorming een compartimentssyndroom ontwikkelen, waardoor in ernstige gevallen een fasciotomie geïndiceerd is. Naast de brandwond kan het slachtoffer als gevolg van het elektrische letsel ook neurologische, respiratoire en cardiale problemen hebben, zoals aritmie of een hartstilstand (EMSB 2012, NZGG 2007). Een directe blikseminslag is veelal fataal (NZGG 2007).

Bij de eerste opvang en onderzoek van slachtoffers met elektrische letsels is het van belang om zowel de plaats van intrede als de plaats van uitrede te lokaliseren. Dit geeft meteen een indicatie welke weg de elektrische stroom door het lichaam heeft gemaakt en waar zich eventueel ernstige necrose onderhuids kan bevinden. Naast adequate vloeistofresuscitatie (zie hoofdstuk 7, vloeistofresuscitatie) dient er een ECG gemaakt te worden ter controle van een eventuele aritmie (EMSB 2012, NZGG 2007). Als bij laagvoltage letsels dit eerste ECG geen bijzonderheden laat zien, zijn verdere ECG's niet nodig (NZGG 2007). Let op, bij elektrische brandwonden kan de vochtbehoefte groter zijn dan de grootte van de brandwond doet vermoeden (EMSB 2012). Alle slachtoffers met elektrische brandwonden komen in aanmerking om verwezen te worden naar een brandwondencentrum (EMSB 2012, NZGG 2007).

Aanbevelingen

De werkgroep adviseert het gebruik van de ABCDE-methodiek, zoals beschreven in de ATLS, APLS en EMSB, in de eerste opvang van slachtoffers met brandwonden.

De werkgroep adviseert om zo snel mogelijk adequate pijnbehandeling met intraveneuze opiaten te geven volgens de richtlijn "pijnbehandeling bij traumapatiënten in de spoedzorgketen" (NVSHV, 2010).

- Pijnstilling dient te worden getitreerd op geleide van het effect en de eventueel optredende bijwerkingen.
- Tijdens de opvang van slachtoffers met brandwonden dient ieder half uur de pijn te worden geëvalueerd en zo nodig de pijnstilling te worden aangepast.

De werkgroep adviseert om bij verdenking op een inhalatieletsel een anesthesioloog, intensivist, KNO arts en/of longarts te consulteren. Indien nodig dient er laagdrempelig contact gezocht te worden met een brandwondencentrum voor overleg.

Bij slachtoffers met brandwonden die verwezen worden naar een brandwondencentrum dienen de wonden zo schoon mogelijk afgedekt te worden met folie, metalline lakens of schone doeken waarover een deken gelegd kan worden. Er dienen geen topicale middelen op de wonden gesmeerd te worden.

Bij patiënten met brandwonden die niet doorverwezen worden naar een brandwondencentrum:

- dienen de brandwonden eerst schoongemaakt en gedesinfecteerd te worden, de wond kan schoongemaakt worden met fysiologisch zout, zeep, water of een chloorhexidine oplossing;
- wordt geadviseerd om de wonden te bedekken met gelvormende wondbedekkers die een geleiachtig milieu creëren ter bevordering van de wondgenezing (bijv. hydrofibre-, hydrocolloïd- of alginaatverbanden). Deze zijn makkelijk in het gebruik, verminderen pijn en aantal verbandwissels;
- dient inspectie van de brandwonden en/of het wondverband plaats te vinden op basis van het type wondbedekker;
- dienen wondbedekkers na verzadiging vervangen te worden;
- dient de brandwond binnen 48-72 uur opnieuw beoordeeld te worden;
- dienen kleine blaren intact gelaten te worden;
- kunnen grote blaren gedebrideerd worden, waarna gelvormende wondbedekkers gebruikt kunnen worden.

De werkgroep adviseert om professionaliteit uit te stralen en emotionele ondersteuning en informatie te geven aan slachtoffers met brandwonden en hun familie tijdens de eerste opvang. Zorgverleners dienen rekening te houden met angst en stress bij de pijnbeoordeling en de patiënt tijdig en eerlijk te informeren over zijn situatie en behandeling om daarmee angst en stress te verminderen.

Indien een brandwond in de twee weken na het ongeval onvoldoende tekenen van genezing laat zien, dient het slachtoffer doorverwezen te worden naar een brandwondencentrum.

De werkgroep adviseert alert te zijn op niet-accidenteel letsel. Bij verdenking van een niet-accidentele oorzaak dient verwijzing naar een brandwondencentrum overwogen te worden. Kenmerken van brandwonden waarbij men een niet-accidentele oorzaak moet uitsluiten zijn:

- er is een delay in presentatie;
- er is een vaag of inconsistent verhaal over de oorzaak (door verschillende getuigen);
- het letsel komt niet overeen met het verhaal;
- er zijn andere tekenen van letsel aanwezig, bijvoorbeeld blauwe plekken;
- verbrandingen met een scherpe begrenzing (handschoen of sok distributie als gevolg van onderdompeling in heet water);
- verbrandingen van de benen en billen met uitsparing distale deel ('donut-sign' als gevolg van vasthouden in heet badwater met onderste deel billen op relatief kouder bad);
- verbrandingen met een afdrukpatroon (sigaret, strijkijzer, aansteker, wafelijzer etc);
- verbrandingen bestaande uit 1 diepte en brandwonden van volledige dikte.

Bij slachtoffers met chemisch letsel

- dienen zorgprofessionals op de eigen veiligheid te letten, inclusief het gebruik van beschermende kleding;
- dient achterhaald te worden wat het agens is;
- dient de leidraad CBRN of een eventueel aanwezig BHV-protocol over het agens gevolgd te worden;
- dient verontreinigde kleding op een verantwoorde wijze verwijderd te worden (bijv. wegknippen) en op zodanige manier op te bergen dat de kleding geen gevaar voor derden oplevert;
- dient de wond zo mogelijk 45 tot 60 minuten gespoeld te worden, behalve bij letsels veroorzaakt door agentia die zeer sterk reageren met water zoals elementair natrium, kalium of lithium;
- van een agens waarbij de behandeling onduidelijk is, dient contact opgenomen te worden met het NVIC (dag en nacht bereikbaar op 030-274 8888 en via website www.vergiftigingen.info);
- dient contact opgenomen te worden met een brandwondencentrum.

Bij slachtoffers met elektrische brandwonden waarbij een stroomdoorgang heeft plaatsgevonden met een hoog voltage > 1000V,

- dient men alert te zijn op neurologische, respiratoire en cardiale problemen;
- dient men een ECG te maken om cardiale problemen uit te sluiten. Bij afwijkingen op de eerste ECG dient patiënt verder gemonitord te worden;
- dient men de plaats van intrede en plaats van uittrede te lokaliseren, tussen deze plaatsen kan zich onderhuids ernstige necrose bevinden;
- dient men alert te zijn op een mogelijk grotere vochtbehoefte dan de grootte van de brandwond doet vermoeden;
- dient men alert te zijn op oedeemvorming met als complicatie een compartimentsyndroom en dient het slachtoffer als zodanig behandeld te worden.

Bij slachtoffers met elektrische brandwonden dient contact opgenomen te worden met een brandwondencentrum.

Referenties

- Advanced Paediatric Life Support de Nederlandse editie (APLS), 2011
- Advanced Trauma Life Support® ATLS® Student course manual, 2012
- Allison K, Porter K. Consensus pre-hospital approach to burns patient management. *Emerg Med J* 2004;21:112-4
- Alsbjörn B, Gilbert P, Hartmann B, Kaźmierski M, Monstrey S, Palao R, et al. Guidelines for the management of partial-thickness burns in a general hospital or community setting – Recommendations of a European working party. *Burns* 2007;33(2):155-60.
- Aziz Z, Abu SF, Chong NJ. A systematic review of silver-containing dressings and topical silver agents (used with dressings) for burn wounds. *Burns* 2012;38:307-308
- Baartmans MGA, de Jong AEE, van Baar ME, Beerthuizen GIJM, van Loey NEE, Tibboel D, et al. Early management in children with burns prior to arrival in Dutch burn centres: cooling, wound covering and pain management, a nationwide evaluation. In: Baartmans MGA. *The paediatric skin at risk. Proefschrift 2012, Hoofdstuk 2: pp25-40*
- Baartmans MGA, Stas HG, Dokter J, Boxma H. De opvang van kinderen met brandwonden. *Tijdschrift Kindergeneeskunde* 2008;76:282-90
- Dat AD, Poon F, Pham KBT, Doust J. Aloe vera for treating acute and chronic wounds. *Cochrane database of systematic reviews* 2012;2
- De Jong A, Baartmans M, Bremer M, et al. Reliability, validity and clinical utility of three types of pain behavioural observation scales for young children with burns aged 0 to 5 years. *Pain* 2010;150(3):561-7.
- De Jong A, Bremer M, van Komen R, et al. Pain in young children with burns: Extent, course and influencing factors. *Burns* 2014;40(1) 38-47
- De Jong AEE, Tuinebreijer W, Bremer M, Van Komen R, Middelkoop E, Van Loey N. Construct validity of two pain behaviour observation measurement instruments for young children with burns by Rasch analysis. *Pain* 2012;153:2260-6.
- Durtschi MB, Orgain C, Counts GW, Heimbach DM. A prospective study of prophylactic penicillin in acutely burned hospitalized patients. *J Trauma* 1982;22(1):11-4.
- Education Committee of the Australian and New Zealand Burn Association. *Emergency Management of Severe Burns (EMSB) cursusboek. Nederlandse versie, Nederlandse Brandwonden Stichting, 2012.*
- Edwards RR, Magyar-Russell GM, Thombs B, Smith MT, Holavanahalli RK, Haythornthwaite JA, et al. Acute pain at discharge from hospital is a prospective predictor of self-injury. *Arch Phys Med Rehabil* 2007b;88(12):S36-42
- Edwards RR, Smith MT, Klick B, Magyar-Russell G, Smit M, Weichman P, et al. Symptoms of depression and anxiety as unique predictors of pain-related outcomes following burn injury. *Ann Behav Med* 2007a; 34(3):313-22
- Hohmeister J, Kroll A, Wollgarten-Hadamek I et al., Cerebral processing of pain in school-aged children with neonatal nociceptive input: an exploratory fMRI study. *Pain* 2010;150:257-67
- Landelijk Protocol Ambulancezorg (LPA 7.2), 2011
- Maguire S, Moynihan S, Mann M, Potokar T, Kemp AM. A systematic review of the features that indicate intentional scalds in children. *Burns* 2008;34(8):1072-81.
- Moore OA, Smith LA, Campbell F, Seers K, McQuay HJ, Moore RA. Systematic review of the use of honey as a wound dressing. *BMC Complementary and Alternative Medicine* 2001;1:2
- Nederlandse Vereniging Spoedeisende Hulp Verpleegkundige (NVSHV). *Richtlijn pijnbehandeling bij traumapatiënten in de spoedzorgketen. Nijmegen; 2010.*
- New Zealand Guidelines Group (NZGG). *Management of burns and scalds in primary care. Wellington (NZ): Accident Compensation Corporation (ACC); 2007:1-116*
- Oen-Coral IMM, Dokter J, van der Vlies CH, Boxma H. Brandwonden in de huisartspraktijk. *Modern Medicine* 2010;11:375-9
- Richardson P, Mustard L. The management of pain in the burns unit. *Burns* 2009;35(7):921-36.

H4 Primaire opvang en lichamelijk onderzoek op de SEH

- Storm-Versloot MN, vos CG, Ubbink DT, Vermeulen H. Topical silver for preventing wound infection. Cochrane Database of systematic reviews 2010 2010;3
- Summer GJ, Puntillo KA, Miakowski C, Green PG, Levine JD. Burn injury pain: the continuing challenge. J Pain 2007;8(7):533-48
- Taal LA, Faber AW. Burn injuries, pain and distress: exploring the role of stress symptomatology. Burns 1997;23(4):288-90
- van Komen R, van Es A, Prudhomme van Reine , Rozemeijer K. Richtlijn behandeling brandwondenblaren. WCS 2011;27(2):4-5
- Wasiak J, Cleland H. Burns (minor thermal). Clinical Evidence 2009;10:1903
- Wasiak J, Cleland H, Campbell F. Dressings for superficial and partial thickness burns. Cochrane Database of Systematic Reviews 2008, Issue 4
- Werner MU, Lassen B, Pedersen JL, Kehlet H. Local cooling does not prevent hyperalgesia following burn injury in humans. Pain 2002;98:297-303
- Wilson G, French G. Plasticised polyvinylchloride as a temporary dressing for burns. Br Med J (Clin Res Ed) 1987;294(6571):556-7.
- Wollgarten-Hadamek I, Hohmeister J, Demirakca S, Zohsel K, Flor H, Hermann C. Do burn injuries during infancy affect pain and sensory sensitivity in later childhood? Pain 2009;141:165-172
- ZiROP, Leidraad CBRN, 2009

5. Intubatie

Uitgangsvragen

Met betrekking tot (endotracheale) intubatie is de volgende hoofdvraag opgesteld:

Welk type slachtoffers met brandwonden komt tijdens de eerste opvang in aanmerking voor intubatie, rekening houdend met de nadelen van te snel of onnodig intuberen, en wat is het doel van deze intubatie?

Om de hoofdvraag te beantwoorden is deze in verschillende deelvragen opgesplitst:

- A) Wat is het doel van intubatie bij slachtoffers met brandwonden en wat zijn de verschillende type inhalatieletsels?
- B) Welk type slachtoffers met brandwonden komt tijdens de eerste opvang in aanmerking voor intubatie?
- C) Wat zijn de nadelen van te snel of onnodig intuberen?

Algemene achtergrond

In de brandwondenzorg is intubatie onlosmakelijk verbonden met inhalatieletsel (Cochran 2009), maar ook zonder dit letsel kan er reden zijn om tot intubatie over te gaan. Een inhalatieletsel heeft vaak een negatief effect op de lange termijn prognose van het slachtoffer, zowel wat betreft mortaliteit, opnameduur als complicaties (EMSB 2012). Daarnaast kan het niet tijdig intuberen in de acute fase ernstige en zelfs levensbedreigende consequenties op de korte termijn hebben. Vanuit dit oogpunt is ook het adagium “bij twijfel intuberen” ontstaan. Intubatie en beademing hebben echter ook nadelen voor het slachtoffer, welke men moet meewegen in de beslissing om tot intubatie over te gaan.

Een recente studie in het brandwondencentrum van Beverwijk toont aan dat er sinds 1997 een toename is van geïntubeerde patiënten tijdens de eerste opvang en vervoer naar een brandwondencentrum zonder dat deze patiënten klinisch anders zijn dan voor 1997. Een verklaring voor deze toename zou de introductie van het Advanced Trauma Life Support (ATLS) protocol in Nederland kunnen zijn (Mackie 2011). Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de rationale van intuberen en beschrijft welk type slachtoffers met brandwonden in aanmerking komt voor intubatie, rekening houdend met de voor- en nadelen van intubatie. Daarnaast wordt in dit hoofdstuk beschreven hoe deze slachtoffers herkend kunnen worden. Voor dit overzicht is gebruik gemaakt van richtlijnen, consensus protocollen en overige literatuur die intubatie bij slachtoffers met brandwonden beschrijven.

Deelvraag 5A: Doel van intubatie

Wat is het doel van intubatie bij slachtoffers met brandwonden en wat zijn de verschillende type inhalatieletsels?

Het doel van intubatie is tweeledig; enerzijds kan het gebruikt worden om de ademweg vrij te houden en anderzijds kan het gebruikt worden ter ondersteuning van de ademhaling van een slachtoffer. Dat de ademweg en ademhaling prioriteit hebben bij de eerste hulp aan een ongevalsslachtoffer blijkt uit het ATLS-protocol (ATLS 2012) waarbij men gebruik maakt van de ‘ABCDE-methodiek’. Dit is de volgorde van handelen bij traumaslachtoffers waarbij de A staat voor Airway (ademweg) en de B voor Breathing (ademhaling). Specifiek voor slachtoffers met brandwonden is de Emergency Management of Severe Burns ontwikkeld, maar ook hierin wordt de ABCDE volgorde aangehouden met als toevoeging de F voor Fluids (zie hoofdstuk 7, vloeistofresuscitatie).

Bij slachtoffers met brandwonden kunnen zowel de brandwonden als de aan brand gerelateerde verschijnselen de oorzaak zijn van een obstructie van de ademweg of problemen met de ademhaling. Zo kunnen verbrandingen van het aangezicht en circulaire verbrandingen van de nek, en het daarbij ontstane oedeem, een vernauwing of zelfs obstructie van de luchtweg tot gevolg hebben. Dit laatste

gebeurt vaker bij kinderen die een relatief smalle luchtweg en korte nek hebben, waardoor oedeem sneller een vervorming van de luchtweg tot gevolg heeft. Circulaire volledige dikte verbrandingen van de thorax kunnen de ademhalingsexcursies dusdanig belemmeren dat er onvoldoende verse/zuurstofrijke lucht ingeademd kan worden, waardoor er een hypoxie kan ontstaan. Bij jonge kinderen kan dit, gezien de buikademhaling, ook al optreden wanneer de flanken, bovenbuik en voorzijde van de thorax aaneengesloten verbrand zijn. Alhoewel bovenstaande ernstige brandwonden aanleiding kunnen zijn tot intubatie, is de verdenking op een inhalatieletsel de meest voorkomende reden om tot intubatie over te gaan.

Inhalatieletsel ontstaat na inademing van hete gassen of bijproducten van een brand en kan effect hebben op verschillende delen van de luchtwegen. Grofweg kan inhalatieletsel ingedeeld worden in drie groepen, gedefinieerd aan de hand van de plaats van het letsel:

1. bovenste luchtweg inhalatieletsel, inclusief de larynx;
2. onderste luchtweg inhalatieletsel, onder de larynx;
3. systemisch inhalatieletsel/intoxicatie.

Een slachtoffer met brandwonden kan ook een combinatie van deze letsels hebben (EMSB 2012).

1. Bovenste luchtweg (BLW) inhalatieletsel

BLW inhalatieletsel wordt veroorzaakt door inademing van hete gassen en komt daardoor vooral voor bij brand in een afgesloten ruimte of wanneer het slachtoffer is ingesloten door brand. Hierdoor wordt het slachtoffer gedwongen om de hete gassen in te ademen. Ook inhalatie van stoom kan letsel aan de BLW veroorzaken. Dit letsel komt overeen met de pathofysiologische veranderingen die gezien worden in thermisch letsel aan de huid, waarbij de ernst van het letsel evenredig is aan de blootstelling. Inflammatoire mediators veroorzaken oedeem van het weefsel dat tot obstructie kan leiden en in latere fase leidt dit tot verlies van de beschermende functies van de mucosa. Door de goede warmteabsorptie van de BLW zal alleen bij extreme hitte ook warmteletsel ontstaan aan de onderste luchtweg.

2. Onderste luchtweg (OLW) inhalatieletsel

OLW inhalatieletsel wordt veroorzaakt door inademing van rook waardoor een chemische tracheobronchitis optreedt. Dit is de klassieke rookinhalatie waardoor enige uren tot dagen na de verbranding een respiratoire insufficiëntie kan optreden. Het mechanisme achter dit letsel is dat de chemische verbindingen die ontstaan tijdens een brand reactieve verbindingen vormen met de mucosa en daardoor een ontstekingsrespons activeren in de mucosa. Daarnaast veroorzaken de roetdeeltjes die vrijkomen bij een brand schade aan de bronchiale boom met atelectasen en verminderde gaswisseling tot gevolg.

3. Systemisch inhalatieletsel

Systemisch inhalatieletsel wordt veroorzaakt door het inhaleren van toxische stoffen die vrijkomen bij een brand die vervolgens worden opgenomen in de circulatie. Dit kan leiden tot hypoxie en de klinische tekenen die daarmee gepaard gaan. De twee belangrijkste veroorzakers van een systemisch inhalatieletsel zijn koolstofmonoxide (CO) en cyanide. CO ontstaat door de onvolledige verbranding van koolstof, is een kleur- en reukloos gas en wordt snel opgenomen in het bloed. In het bloed concurreren CO en zuurstof om een verbinding met hemoglobine, maar omdat CO een 240x grotere affiniteit heeft met hemoglobine ontstaat er veel makkelijker een carboxyhemoglobine (COHb) verbinding dan een oxyhemoglobine (Hb-O₂) verbinding. Daarnaast ontbindt COHb minder snel dan Hb-O₂ waardoor er een lagere zuurstoftransportcapaciteit van het bloed ontstaat en vervolgens ook een zuurstoftekort in de weefsels. Dit heeft geen effect op het onopgeloste zuurstof in het plasma, dus de PaO₂ behoudt de normale waarde. De halfwaardetijd voor COHb bedraagt 250 minuten wanneer het slachtoffer normale lucht inademt en 40 minuten wanneer het slachtoffer 100% zuurstof krijgt toegediend. Ook kan CO zich tijdelijk binden aan het cytochroomstelsel, maar wordt binnen 24 uur weer uitgescheiden en komt opnieuw in de bloedsomloop terecht. Daar veroorzaakt

het een secundaire verhoging van het COHb gehalte met bijbehorende intoxicatie symptomen. Post-intoxicatie encefalopathie kan een ernstig gevolg zijn van dit verschijnsel. Cyanide intoxicatie kan ontstaan door het vrijkomen van waterstofcyanide (HCN) bij verbranding van plastic. Het wordt snel door de longen opgenomen en bindt makkelijk aan het cytochroomstelsel met een verstoorde cel functie tot gevolg. Dit leidt tot verminderd bewustzijn, neurotoxiciteit en convulsies. Cyanide wordt langzaam afgebroken door het leverenzym rhodanase. Additioneel kan hydroxocobalamine (vorm van vitamine B₁₂) toegediend worden waardoor cyanide gebonden wordt en het minder schadelijke cyanocobalamine vormt (Anseeuw 2013). Deze behandeling, met cyanokit, is opgenomen in de richtlijnen voor de Mobiele Medische Teams in Nederland (Eindhoven, 2007).

Deelvraag 5B: Indicatie

Welk type slachtoffers met brandwonden komt tijdens de eerste opvang in aanmerking voor intubatie?

Bij deelvraag 5A is beschreven dat slachtoffers met brandwonden die mogelijk een obstructie van de ademweg ontwikkelen of ondersteuning bij de ademhaling nodig hebben in aanmerking komen voor intubatie. Om dit te kunnen beoordelen, moeten circulaire verbrandingen en inhalatieletsels herkend worden.

Men spreekt over een circulaire volledige dikte verbranding van de nek of thorax als de brandwond rondom dat lichaamsdeel aaneengesloten van volledige dikte is. Een volledige dikte brandwond kenmerkt zich door een witte, bruine of zwarte leerachtige huid zonder blaren waarin geen capillaire refill en geen gevoel aanwezig is. Naast intubatie is het maken van ontlastende incisies tot in vitaal weefsel geïndiceerd bij deze circulaire volledige dikte verbrandingen. Deze ontlastende incisies worden bij voorkeur in een brandwondencentrum en altijd pas na overleg met een brandwondenarts uitgevoerd. Vooral bij kinderen kunnen ook circulaire gedeeltelijke dikte verbrandingen van de nek of brandwonden in het gezicht een ademwegobstructie veroorzaken.

Zoals eerder beschreven kan een inhalatieletsel op verschillende locaties in het respiratoire systeem aangrijpen. Dit heeft als gevolg dat de symptomen en behandeling ook verschillend zijn. Allereerst moet elk slachtoffer met brandwonden benaderd worden als een slachtoffer met een mogelijk inhalatieletsel. Het uitsluiten of bevestigen van een inhalatieletsel is van belang omdat dit een potentieel levensbedreigende complicatie is. Vanwege de dynamiek van de symptomen moet deze evaluatie herhaaldelijk plaatsvinden. De combinatie van een anamnese en een klinisch onderzoek leiden tot het vermoeden van een inhalatietrauma, welke bevestigd kan worden met bronchoscopie en een COHb meting.

Anamnese

De belangrijkste aanwijzingen in de anamnese zijn brand in een afgesloten ruimte, de duur van de blootstelling aan rook en de rookontwikkeling. Het betreft vaak een patiënt die als gevolg van verminderd bewustzijn niet tijdig een rokerige ruimte verlaat. Vandaar dat een steekvlamverbranding vrijwel nooit tot een inhalatietrauma leidt, terwijl er klinisch wel uiterlijke kenmerken van inhalatieletsel aanwezig kunnen zijn.

Klinische symptomen

Klinische aanwijzingen voor een mogelijk inhalatieletsel zijn aangezichtsverbrandingen en verbrande neusharen. Bij inspectie van de mond/keelholte kan een rode of gezwollen uvula en/of pharynxbogen zichtbaar zijn. De patiënt heeft een stemverandering, hoest of produceert sputum met roet. Bij auscultatie let men op stridor, wheezing en rhonchi. Daarnaast hebben patiënten met brandwonden die een veranderde staat van bewustzijn hebben een diagnose van CO intoxicatie totdat het tegendeel is bewezen.

De symptomen van inhalatieletsel veranderen met de tijd en zijn afhankelijk van de locatie in het respiratoire systeem. Tabel 5.1 geeft een overzicht van deze veranderingen per locatie.

Tabel 5.1 Klinische symptomen van inhalatieletsel over de tijd (bewerkt uit EMSB course manual 2012).

Locatie inhalatieletsel	Symptomen en tijdstip van optreden
Bovenste luchtweg inclusief larynx	Tot 24 uur na het ongeval <ul style="list-style-type: none"> • Verergering stridor • Heesheid of zwakke stem • Diepe en schor klinkende hoest • Rusteloosheid • Bemoeilijkte ademhaling • Respiratoire obstructie
Onderste luchtweg	<p>Acuut</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rusteloosheid • Levensbedreigende anoxie <p>Langzame ontwikkeling</p> <ul style="list-style-type: none"> • Afnemende zuurstofspanning <p>Enige uren tot dagen na het ongeval</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pulmonaal oedeem / Acute Respiratoir Distress Syndrome (ARDS) • Respiratoir falen
Systemisch / Intoxicatie	<p>Acuut</p> <ul style="list-style-type: none"> • Buiten bewustzijn • Verdoofd, apathisch <p>Verbetering over de tijd</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verwardheid • Duizeligheid • Slechte cognitieve functies • Visuele ongemakken • Hoofdpijn

Intubatie is niet noodzakelijk bij alle vermoedens van inhalatieletsel. Dit is afhankelijk van de locatie van inhalatieletsel, zoals die eerder beschreven zijn, en de ernst van dat letsel.

Tijdens het eerste onderzoek is het van belang dat alle patiënten met brandwonden bevochtigde zuurstof toegediend krijgen via een non-rebreathing masker (tenminste 12 liter per minuut). Dit zal de zuurstofspanning in de weefsels optimaliseren tijdens het verdere lichamelijk onderzoek.

Bovenste luchtweg

Bij vermoeden van een bovenste luchtweg inhalatieletsel dient intubatiemateriaal direct beschikbaar te zijn. Dit omdat er zich vroegtijdig een snelle en progressieve obstructie kan ontwikkelen (vooral bij kinderen). De luchtweg van de patiënt dient frequent her-beoordeeld te worden en bij dreigend respiratoire obstructie dient direct endotracheale intubatie plaats te vinden. Door verder uitstel kan zwelling van de weefsels de obstructie verergeren waardoor de intubatie wordt bemoeilijkt. Stridor en een bemoeilijkte ademhaling zijn duidelijke indicaties voor intubatie.

Onderste luchtweg

Bij vermoeden van een onderste luchtweg inhalatieletsel wordt alleen geïntubeerd en beademd bij dreigend respiratoir falen.

Systemisch / Intoxicatie

Bij vermoeden van een systemisch inhalatieletsel is het zaak om de zuurstofspanning in het bloed weer te normaliseren. Dit kan het beste gedaan worden door het verhogen van de toegediende zuurstofconcentratie naar 100%. De noodzaak voor intubatie hangt af van de toestand van het

slachtoffer. Als deze buiten bewustzijn is, dient het slachtoffer in de stabiele zijligging gedraaid te worden en zuurstof toegediend te krijgen. De luchtweg moet veiliggesteld worden, eventueel door middel van intubatie. In de ATLS wordt een Glasgow Coma Score van 8 of lager aangehouden als indicatie om tot intubatie over te gaan (ATLS 2012). Veelal is daarnaast ook handmatige of mechanische volume gestuurde beademing nodig.

Zowel slachtoffers met brandwonden die circulaire volledige dikte verbrandingen hebben als die met (vermoedelijke) inhalatieletsels voldoen aan de criteria om naar een brandwondencentrum verwezen te worden (zie hoofdstuk 8, verwijscriteria).

Deelvraag 5C: Nadelen

Wat zijn de nadelen van te snel of onnodig intuberen?

Gezien de potentieel levensbedreigende consequenties van een obstructie van de ademweg of een inhalatieletsel wordt geadviseerd om bij twijfel tot intubatie over te gaan. Hierbij dient men wel onderstaande nadelen van een (onnodige) intubatie in overweging te nemen.

Delay

Bij een overplaatsing naar een brandwondencentrum van een geïntubeerde slachtoffer met brandwonden zal volgens de huidige ambulance protocollen het vervoer niet alleen door ambulancepersoneel worden verzorgd, maar is ook 'extra begeleiding door ter zake deskundige vereist' (LPA 2011). Het gevolg hiervan is dat vanwege de langere wachttijd op begeleiding bij het ambulancevervoer (en wellicht een Mobiele Intensive Care Unit (MICU) in ernstige gevallen) ook de overplaatsing en specialistische behandeling later van start gaat.

Vochtretentie

Een recent onderzoek naar vochtretentie in slachtoffers met brandwonden laat zien dat intubatie hier een belangrijke negatieve rol in speelt, onafhankelijk van de aanwezigheid van een inhalatieletsel (Mackie 2009). Vochtretentie geeft vervolgens weer een verhoogd risico op compartimentsyndromen, intracraniale inklemming, pneumonie, sepsis, ARDS, multi-orgaan dysfunctie syndroom (MODS) en overlijden.

Complicaties

Een intubatie kan iatrogene letsels veroorzaken en verhoogt de kans op tracheobronchitis of een pneumonie (Cochrane 2009). Eckert et al. onderzochten of de setting waar de intubatie had plaatsgevonden van invloed was op de incidentie van een pneumonie. De resultaten gaven aan dat slachtoffers met brandwonden die in een brandwondencentrum waren geïntubeerd een lagere incidentie van pneumonie hadden in vergelijking met de slachtoffers die op een SEH in een ander ziekenhuis of op de plaats van het ongeval geïntubeerd waren (Eckert 2006).

Anamnese

Bij een geïntubeerde patiënt kan geen anamnese worden afgenomen. Een goede anamnese is niet alleen van belang voor de behandeling, maar kan ook cruciaal zijn voor het überhaupt starten van de behandeling. Bij zeer ernstige brandwonden waarbij de overlevingskans nihil is, kan een slachtoffer dat niet geïntubeerd is zijn laatste wensen nog overbrengen aan naasten en medici, in tegenstelling tot een geïntubeerde patiënt.

Hoofdvraag

Om de hoofdvraag te beantwoorden is deze in drie onderdelen uitgesplitst die elk een gedeelte van de hoofdvraag beantwoorden. Uit de zoekstrategie zijn geen wetenschappelijke studies gevonden om de onderdelen te beantwoorden, daarom is gebruik gemaakt van richtlijnen, consensus

protocollen en overige literatuur die intubatie bij slachtoffers met brandwonden beschrijven. De aanbevelingen zijn hierop gebaseerd en deze zijn samengevat in stroomschema 3, intubatie.

Aanbevelingen

Algemeen:

Voordat tot intubatie wordt overgegaan, moet letsel aan de cervicale wervelkolom (CWK) uitgesloten worden. Wanneer cervicaal letsel aanwezig is of niet uit te sluiten valt, dient de CWK eerst gestabiliseerd te worden.

De werkgroep adviseert het opvangteam om bij twijfel over intubatie in niet acuut levensbedreigende situaties, eerst contact op te nemen met een brandwondencentrum om overleg te plegen over de noodzaak van intubatie op basis van anamnese en onderzoek. De nadelen van intubatie (delay van vervoer, beperking anamnese, vochtretentie en complicaties) moeten in overweging worden genomen.

Bij vermoeden van inhalatietrauma dient de patiënt met brandwonden halfzittend vervoerd te worden.

Een geïntubeerde patiënt dient halfzittend vervoerd te worden.

Inhalatieletsel van de bovenste luchtweg:

Bij slachtoffers met brandwonden waarbij er op basis van anamnese en klinisch onderzoek een vermoeden is van een inhalatieletsel van de bovenste luchtweg dient intubatiemateriaal binnen handbereik van een voor intubatie bevoegde hulpverlener te zijn en moet adequate monitoring van de luchtweg op respiratoire obstructie plaatsvinden. Wanneer respiratoire obstructie optreedt, dient te worden geïntubeerd.

Slachtoffers met brandwonden waarbij respiratoire obstructie dreigt, of die stridor of een bemoeilijkte ademhaling hebben, dienen te worden geïntubeerd.

Inhalatieletsel van de onderste luchtweg:

Slachtoffers met brandwonden waarbij respiratoire falen optreedt, dienen te worden geïntubeerd.

Systemisch inhalatieletsel:

Bij slachtoffers met brandwonden die een Glasgow Coma Score van 8 of lager hebben, dient intubatie overwogen te worden.

Aandachtspunt

De hulpverlener dient zich bewust te zijn van de mogelijk snelle progressieve ontwikkeling van respiratoire obstructie bij kinderen. Om dit tijdig te signaleren dient de luchtweg bij kinderen intensief her-beoordeeld te worden. Bij de overweging om een kind te intuberen is, gezien de consequenties voor verwijzing en vervoer, overleg tussen opvangteam, brandwondencentrum en kinder-IC aan te bevelen. De brandwondencentra en kinder-IC's in hun nabijheid hebben onderling afspraken gemaakt over multidisciplinaire samenwerking bij kinderen met ernstige brandwonden. Op basis van welke specialistische zorg prioriteit heeft, wordt in gezamenlijk overleg besloten waar deze kinderen opgenomen worden.

Referenties

- Advanced Trauma Life Support® ATLS® Student course manual, 2012.
- Anseeuw K, Delvau N, Burillo-Putze G, de Laco F, Geldner G, Holmström P, et al. Cyanide poisoning by fire smoke inhalation: an European expert consensus. *Eur J Med* 2013;20(1):2-9.
- Cochran A. Inhalation injury and endotracheal intubation. *J Burn Care Res* 2009;30(1):190-5.
- Eckert MJ, Wade TE, Davis KA, Luchette FA, Esposito TJ, Poulakidas SJ, et al. Ventilator-Associated Pneumonia after combined burn and trauma is caused by associated injuries and not the burn wound. *J Burn Care Res* 2006;27(4):457-62.
- Education Committee of the Australian and New Zealand Burn Association. Emergency Management of Severe Burns (EMSB) cursusboek. Nederlandse versie, Nederlandse Brandwonden Stichting, 2012.
- Eindhoven B, et al. Richtlijnen voor de Mobiele Medische Teams in Nederland. 2^{de} herziene druk 2013.
- Landelijk Protocol Ambulancezorg (LPA 7.2), 2011.
- Mackie DP, Dehn van F, Knape P, Breederveld RS, Boer C. Increase in early mechanical ventilation of burn patients: an effect of current emergency trauma management? *J Trauma* 2011;70(3):611-5.
- Mackie DP, Spoelder EJ, Paauw FJ, Knape P, Boer C. Mechanical ventilation and fluid retention in burn patients. *J Trauma* 2009;67(6):1233-8.

6. TVLO inschatting bij kinderen en volwassenen

Uitgangsvragen

Met betrekking tot de inschatting van het Totaal Verbrand Lichaams Oppervlak (TVLO) zijn de volgende deelvragen opgesteld:

- A) Wat is de te prefereren methode voor inschatting van totaal verbrand lichaamsoppervlak bij kinderen tijdens de 1^{ste} opvang gelet op de accuratesse en toepasbaarheid?
- B) Wat is de te prefereren methode voor inschatting van totaal verbrand lichaamsoppervlak bij volwassenen tijdens de 1^{ste} opvang gelet op de accuratesse en toepasbaarheid?

Achtergrond

De ernst van een brandwond wordt mede bepaald door de diepte van de brandwond en het oppervlak dat verbrand is. De inschatting van de diepte in de acute fase is zelfs voor ervaren artsen lastig. Vandaar dat de verwijscriteria mede gebaseerd zijn op het totaal verbrand lichaamsoppervlak. Volgens de criteria die in Nederland gehanteerd worden (door de Nederlandse Brandwonden Stichting overgenomen uit de Emergency Management of Severe Burns (EMSB) cursus), dient een kind met meer dan 5% TVLO verwezen te worden naar een brandwondencentrum (EMSB 2012). Volgens diezelfde criteria dient een volwassene met meer dan 10% TVLO verwezen te worden naar een brandwondencentrum en in het geval van evident volledige dikte verbrandingen (3^{de} graads brandwond) van meer dan 5% TVLO is verwijzing ook geïndiceerd (EMSB 2012).

Een correcte TVLO inschatting is niet alleen van belang voor een eventuele verwijzing maar ook voor de vloeistofresuscitatie. In de berekening van de hoeveelheid vloeistof die een patiënt toegediend moet krijgen, is het percentage TVLO een belangrijke variabele. Meer informatie over resuscitatie is opgenomen in hoofdstuk 7, vloeistofresuscitatie. Meer informatie over verwijzing naar een brandwondencentrum is opgenomen in hoofdstuk 8, verwijscriteria.

De meest bekende methoden om een inschatting te maken van het TVLO zijn de 'Regel van 9', de 'Lund & Browder' en het gebruik van het handoppervlak van de patiënt. De regel van 9 maakt gebruik van veelvouden van 9 om tot een snelle inschatting van het percentage TVLO te komen. Voor het hoofd samen met de hals 9%, voor elk arm 9%, voor elk been 2x9 of 18%, voor de voorzijde en achterzijde van de romp elk 2x9 of 18% en 1% voor de genitaliën. De 'Lund & Browder' methode maakt gebruik van een schema met twee tekeningen (voor- en achterzijde) van een persoon. De tekeningen zijn opgedeeld in verschillende gebieden met een cijfer die correspondeert met het maximale TVLO van dat gebied. Een derde veel gebruikte methode is de 'hand-methode'. Hierbij wordt het TVLO bepaald door het aantal keer dat de hand (inclusief 5 gesloten vingers) van de patiënt in de brandwond past. De hand staat dan gelijk aan 1% van het lichaamsoppervlak. Uit recente Nederlandse literatuur komt naar voren dat het TVLO tijdens de 1^{ste} opvang niet goed wordt ingeschat. Vooral het inschatten van het TVLO bij een afwijkende lichaamsbouw, zoals bij kinderen, geeft vaak een incorrecte schatting (Baartmans 2011, Breederveld 2009). Om problemen met de verwijzing en resuscitatie te verhelpen, zijn nieuwe methoden ontwikkeld en geïntroduceerd. Dit zijn veelal varianten op de 'Lund & Browder' en de 'Regel van 9' die specifiek rekening houden met de leeftijd en Body Mass Index (BMI) van de patiënt. Met deze deelvragen wordt nagegaan welke methode voor inschatting van het TVLO bij kinderen en volwassenen tijdens de 1^{ste} opvang te prefereren is gelet op de accuratesse en toepasbaarheid.

Methode

De werkgroep heeft, vanwege de gedeeltelijke overlap, ervoor gekozen om de TVLO inschatting voor kinderen en volwassenen te beschrijven in hetzelfde hoofdstuk. Vanwege de verschillen tussen kinderen en volwassenen in TVLO inschatting zijn eerst de resultaten en conclusie per groep in aparte paragrafen beschreven. Vervolgens worden de aanbevelingen en de rationale om tot die aanbevelingen te komen voor beide groepen samen beschreven.

Voor het beantwoorden van deelvraag 6A is de literatuur geselecteerd waarbij verschillende methoden voor de inschatting van het percentage TVLO (I) bij acute brandwonden bij kinderen (P) vergeleken worden wat betreft accuratesse of haalbaarheid (O) bij de 1^{ste} opvang.

Voor het beantwoorden van deelvraag 6B is de literatuur geselecteerd waarbij verschillende methoden voor de inschatting van het percentage TVLO (I) bij acute brandwonden bij volwassenen (P) vergeleken worden wat betreft accuratesse of haalbaarheid (O) bij de 1^{ste} opvang. Ook is literatuur geselecteerd waarbij er door verschillende populaties (bijv. artsen ten opzichte van verpleegkundigen) een inschatting van het TVLO is gemaakt.

De werkgroep heeft op basis van het AGREE instrument de richtlijn uit 2006 van de New Zealand Guidelines Group (NZGG) als 'sterk aan te bevelen' gescoord en neemt het bewijs uit deze richtlijn over. De gradering van het bewijs in de NZGG richtlijn bestaat uit drie niveaus (goed, redelijk en zwak/internationale expert opinion). Wat betreft de aanbeveling voor de optimale methode voor TVLO inschatting baseert de NZGG zich op 13 studies (NZGG 2007). Daarnaast zijn in de NZGG 4 studies geïdentificeerd die het verschil in TVLO inschatting tussen verschillende populaties weergeven. Als aanvulling hierop worden studies vanaf 2005 tot december 2011 besproken die een toegevoegde waarde hebben aan het bewijs van de NZGG. Gezien de aard van de uitgangsvraag is gezocht op systematische reviews, gerandomiseerde studies, cross-over studies, retrospectieve en prospectieve cohort studies.

Resultaten voor kinderen

Kwaliteit van het bewijs

In de NZGG richtlijn wordt het bewijs voor het gebruik van de 'Lund & Browder' als de te prefereren methode voor inschatting van totaal verbrand lichaamsoppervlak tijdens de 1^{ste} opvang gelet op de accuratesse als redelijk gegradeerd. De NZGG heeft redelijk bewijs gevonden dat de 'Lund & Browder' een accuratere inschatting van het TVLO geeft dan de 'Regel van 9' of 'hand-methode', maar dat deze methode minder accuraat wordt bij kinderen en bij een van normaal afwijkende lichaamsbouw (extremen in BMI). Daarnaast wordt de 'Regel van 9' bij kinderen als niet accuraat gezien (NZGG 2007). Er is 1 prospectieve studie gevonden die na de ontwikkeling van de NZGG richtlijn is verschenen en daarnaast is er 1 vergelijkende cohortstudie geïdentificeerd die voor 2005 is gepubliceerd maar niet in de NZGG richtlijn is opgenomen (zie bijlage 2, bewijstabellen 6A). De kwaliteit van het bewijs in deze studies wordt mede beperkt door beperkingen in onderzoeksoptzet (onduidelijkheid over de vergelijkbaarheid van de groepen in de vergelijkende cohort studie) en de indirectheid (Indiase populatie).

Gunstige effecten

In de prospectieve studie wordt het daadwerkelijke percentage van de hand in verhouding met het totale lichaamsoppervlak bepaald in 300 gezonde Indiase kinderen. De hand inclusief 5 vingers beslaat gemiddeld 1.06% van het totale lichaamsoppervlak terwijl de handpalm exclusief vingers gemiddeld 0.63% beslaat (Agarwal 2010). Het belang van dit verschil wordt aangetoond in een cross-sectionele studie waarbij 50 junior/beginnende artsen in het Verenigd Koninkrijk zijn geïnterviewd. Op de vraag welk gedeelte van de hand gelijk staat aan 1% van het lichaamsoppervlak, gaven 24 personen het goede antwoord (hand inclusief 5 vingers), 22 personen het foute antwoord (palm exclusief vingers) en 4 personen antwoordden dat ze het niet wisten (Jose 2004).

De cohortstudie vergelijkt de accuratesse van TVLO inschatting voor en na de invoering van nieuwe leeftijdsspecifieke 'Lund & Browder' schema's in spoedeisende hulp posten. In de nieuwe schema's zijn de tekeningen van een persoon geproportioneerd naar leeftijd en staat het percentage lichaamsoppervlak in de lichaamsdelen beschreven. In de oude versie werd het percentage lichaamsoppervlak voor de verschillende leeftijdsgroepen uit een tabel afgelezen. De accuratesse gaat met de nieuwe schema's vooruit van 18% goed ingeschat naar 45% goed ingeschat, maar dit verschil was niet significant ($p > 0.01$). Wel was het verschil tussen de inschatting op het

brandwondencentrum en de SEH met de oude methode statistisch significant ($p < 0.01$) groter dan de inschatting met de nieuwe methode, 8.6% ten opzichte van 3.1% respectievelijk (Wilson 1987).

Schadelijke effecten

Het onderwerp en de vraagstelling van dit knelpunt zorgt ervoor dat er geen direct schadelijke effecten zijn. Wel kan een foutieve inschatting negatieve gevolgen hebben voor de verdere behandeling. Dit is echter niet beschreven in bovenstaande studies. Daarnaast beschrijft geen van de studies de niet direct zichtbare schadelijke effecten zoals de psychische impact van een onnodig transport naar een brandwondencentrum of juist het onthouden van specialistische brandwondenzorg terwijl dat wel geïndiceerd was.

Conclusie deelvraag 6A

Algehele kwaliteit van het bewijs	De te prefereren methode voor inschatting van totaal verbrand lichaamsoppervlak bij kinderen tijdens de 1 ^{ste} opvang gelet op de accuratesse en toepasbaarheid is onzeker, met name vanwege beperkingen in studieopzet en indirectheid van het bewijs.
Laag	<i>Referenties: [Agarwal 2010, Jose 2007, NZGG 2007, Wilson 1987]</i>

Resultaten voor volwassenen

Kwaliteit van het bewijs

In de NZGG richtlijn wordt het bewijs voor het gebruik van de 'Lund & Browder' als de te prefereren methode voor inschatting van totaal verbrand lichaamsoppervlak bij volwassenen tijdens de 1^{ste} opvang gelet op de accuratesse als redelijk gegradeerd. De NZGG heeft redelijk bewijs gevonden dat de 'Lund & Browder' een accuratere inschatting van het TVLO geeft dan de 'Regel van 9' of 'hand-methode', maar dat deze methode minder accuraat wordt bij kinderen en bij een van normaal afwijkende lichaamsbouw (extremen in BMI). Daarnaast is er bewijs gevonden dat de 'Regel van 9' sneller en toepasbaarder is voor de inschatting van TVLO bij volwassenen tijdens de 1^{ste} opvang (NZGG 2007). Er zijn 6 studies gevonden die na de ontwikkeling van de NZGG richtlijn zijn verschenen; 1 gerandomiseerde studie (RCT), 1 retrospectief cohort onderzoek en 4 prospectieve studies. Daarnaast is er 1 studie geïdentificeerd die voor 2005 is gepubliceerd maar niet in de NZGG richtlijn is opgenomen (zie bijlage 2, bewijstabellen 6B). De kwaliteit van het bewijs in deze studies wordt mede beperkt door beperkingen in onderzoeksopzet (verschillende criteria voor dezelfde uitkomstmaat) en de indirectheid (Indiase populatie).

Gunstige effecten

In de RCT werd gekeken welke methode voor het schatten van TVLO tot een adequatere verwijzing zou leiden. Hiervoor zijn 125 participanten met een medische achtergrond gerandomiseerd in een groep die de 'Regel van 9' gebruikt en een groep die de halveermethode gebruikt. Bij de halveermethode wordt het TVLO van de brandwond ingeschat als meer dan de $\frac{1}{2}$; tussen $\frac{1}{4}$ en $\frac{1}{2}$; tussen $\frac{1}{8}$ en $\frac{1}{4}$; en minder dan $\frac{1}{8}$ van het lichaamsoppervlak. Alle participanten beoordeelden 10 gesimuleerde brandwondpatiënten en bepaalden het TVLO. Op basis van de TVLO inschatting van een consensus groep werd bepaald in hoeverre de inschatting van de participanten tot een adequate beslissing over verwijzing zou leiden. Er zijn geen significante verschillen gevonden in adequate behandeling/verwijzing tussen de 'Regel van 9' en de halveermethode. De verwijscriteria in deze studie verschillen wel per gebruikte methode omdat de 'Regel van 9' een absolute uitkomst geeft terwijl de halveermethode een range als resultaat heeft (Smith 2005).

In het retrospectieve dossier onderzoek wordt de inschatting van het verwijzend ziekenhuis vergeleken met de inschatting in het brandwondencentrum. De TVLO inschatting was gemiddeld 1.8% hoger in het verwijzend ziekenhuis vergeleken met de inschatting in het brandwondencentrum. Dit verschil was niet statistisch significant ($p = 0.153$) maar bij uitsplitsing in grote en kleine

brandwonden werd wel een statistisch significant verschil gevonden. De TVLO inschatting bij kleinere brandwonden (<20% TVLO) was gemiddeld 4.3% hoger in het verwijzend ziekenhuis vergeleken met de inschatting in het brandwondencentrum terwijl de inschatting voor grote brandwonden (>20% TVLO) gemiddeld 4.9% lager was ($p=0.0002$). Verder bleef in 60% van de dossiers het verschil in TVLO inschatting kleiner dan 5%. In 27% van de dossiers was er sprake van een overschatting van meer dan 5% TVLO door het verwijzende ziekenhuis en in 13% van een onderschatting van meer dan 5% TVLO. In deze studie is niet specifiek naar de gebruikte methode van inschatting gekeken (Freiburg 2007).

In een prospectieve studie wordt de accuratesse van de 'Regel van 9' en de 'Lund & Browder' in 163 volwassenen met verschillende BMI's bepaald aan de hand van een nauwkeurige berekening van het lichaamsoppervlak volgens de 'Du Bois and Du Bois' methode. Participanten zijn verdeelt in drie BMI-groepen; normaal/overgewicht (BMI<30), obees (BMI 30-40) en morbide obees (BMI>40). Het daadwerkelijke lichaamsoppervlak is vergeleken met de gegeneraliseerde waarden van beide methoden per relevant lichaamsdeel (voor de 'Regel van 9': hoofd, armen, romp en benen; voor de Lund & Browder: hoofd, armen, romp, handen, bovenbenen, onderbenen en voeten). Hieruit blijkt dat de 'Regel van 9' in 10 van de 12 vergelijkingen significant verschilt met het daadwerkelijke lichaamsoppervlak en de Lund & Browder in 20 van de 21 vergelijkingen. Op basis van de resultaten heeft de auteur een gemodificeerde 'Regel van 9' en 'Lund & Browder' voorgesteld die een onderverdeling maakt in BMI (normaal/overgewicht, obees, morbide obees). Voor de 'Regel van 9' wordt de verdeling: hoofd 5%, armen 15%, romp 35/40/45% en voor de benen 45/40/35%. Voor de 'Lund & Browder' wordt de verdeling: hoofd 4%, nek 1%, armen 12%, romp 35/40/45%, handen 3%, bovenbenen 25/22/19%, onderbenen 14/12/10%, voeten 5% en genitaliën 1% (Neaman 2011).

In een andere prospectieve studie wordt het daadwerkelijke percentage van de hand in verhouding met het totale lichaamsoppervlak bepaald in 300 gezonde Indiase volwassenen. De hand inclusief 5 vingers beslaat gemiddeld 0.92% van het totale lichaamsoppervlak terwijl de handpalm exclusief vingers gemiddeld 0.50% beslaat (Agarwal 2010). Het belang van dit verschil wordt aangetoond in een cross-sectionele studie waarbij 50 junior/beginnende artsen in het Verenigd Koninkrijk zijn geïnterviewd. Op de vraag welk gedeelte van de hand gelijk staat aan 1% van het lichaamsoppervlak, gaven 24 personen het goede antwoord (hand inclusief 5 vingers), 22 personen het foute antwoord (palm exclusief vingers) en 4 personen antwoordden dat ze het niet wisten (Wilson 1987).

Een andere prospectieve studie stelt een nieuwe methode voor, waarbij gebruik gemaakt wordt van Resuscitatie Brandwonden Kaart. Deze kaart heeft het formaat van een creditcard en is bedrukt met een nomogram waarmee de kaart kan worden uitgedrukt in het percentage van het totale lichaamsoppervlak. Dit percentage kan vervolgens vermenigvuldigd worden met het aantal keer dat de kaart in een brandwond past met als resultaat het TVLO. De studie, met 75 participanten met een medische achtergrond, geeft aan dat bij kleine brandwonden de kaart accurater is dan een visuele schatting of de Lund & Browder. Dit wordt echter niet onderbouwd met statistisch gegevens en de resultaten lijken onwaarschijnlijk extreem. Zo wordt een brandwond van 1,5% op een been door 25 2^{de} jaars geneeskundestudenten visueel geschat op gemiddeld 16.4% en met de 'Lund & Browder' gemiddeld op 12% (Malic 2007).

De laatste prospectieve studie maakte gebruik van een 3D computerprogramma om het TVLO te berekenen. Allereerst werd het computerprogramma gevalideerd middels een gouden standaard. Vervolgens worden zowel het computerprogramma als de TVLO inschatting van 5 artsen met de gouden standaard vergeleken. De uitkomst hiervan gaf aan dat het computerprogramma niet statistisch verschilt met de gouden standaard en de inschatting van 4 van de 5 artsen wel. Als laatste experiment werd het TVLO van 80 brandwondpatiënten door het computerprogramma geschat en vergeleken met de inschatting van de 5 artsen. Het gemiddelde verschil was 3.34% en statistisch significant. Deze studie gaat niet in op de praktische toepasbaarheid bij de eerste opvang van patiënten met brandwonden (Prieto 2011).

Schadelijke effecten

Het onderwerp en de vraagstelling van dit knelpunt zorgt ervoor dat er geen direct schadelijke effecten zijn. Wel kan een foutieve inschatting negatieve gevolgen hebben voor de verdere

behandeling. Dit is echter maar in één retrospectieve cohort onderzoek beschreven. In deze studie hadden de verwezen patiënten meer complicaties dan de patiënten die rechtstreeks waren opgenomen, maar dit werd niet verklaard door de inschatting van het TVLO ($p=0.903$) (Freiburg 2007).

Geen van de studies beschrijft de niet direct zichtbare schadelijke effecten zoals de psychische impact van een onnodig transport naar een brandwondencentrum of juist het onthouden van specialistische brandwondenzorg terwijl dat wel geïndiceerd was.

Conclusie deelvraag 6B

Algehele kwaliteit van het bewijs Laag	De te prefereren methode voor inschatting van totaal verbrand lichaamsoppervlak bij volwassenen tijdens de 1 ^{ste} opvang gelet op de accuratesse en toepasbaarheid is onzeker, met name vanwege beperkingen in opzet en uitvoering van de studies en indirectheid van het bewijs. <i>Referenties: [Agarwal 2010, Freiburg 2007, Jose 2004, Malic 2007, NZGG 2007, Neaman 2011, Prieto 2011, Smith 2005]</i>
--	--

Van conclusie naar aanbeveling

Door de lage kwaliteit van het bewijs is de werkgroep terughoudend met het aanbevelen van een methode voor inschatting van totaal verbrand lichaamsoppervlak bij zowel kinderen als volwassenen. De meeste studies gaan voorbij aan de meest voor de hand liggende oorzaak van overschatting van TVLO, namelijk het niveau van brandwondenkennis bij de assessor. Veelal ziet het medisch personeel in de primaire opvang onvoldoende brandwonden om deze adequaat in te kunnen schatten. Hierdoor kan bijvoorbeeld onterecht de roodheid (1^{ste} graads verbranding) meegeteld worden in de TVLO berekening waardoor de accuratesse van de gebruikte methode van ondergeschikt belang zal zijn.

De werkgroep is van mening dat een accurate TVLO inschatting tijdens de 1^e opvang van belang is voor eventuele vloeistofresuscitatie (zie hoofdstuk 7, vloeistofresuscitatie). Daarnaast wordt het TVLO gebruikt als verwijs criterium, al moet aangetekend worden dat er ook andere verwijs criteria zijn die bij sommige patiënten makkelijker zijn toe te passen (zie hoofdstuk 8, verwijs criteria). Vandaar dat de ideale methode voor TVLO inschatting tijdens de 1^e opvang accuraat genoeg moet zijn om een beslissing te nemen over het wel of niet verwijzen naar een brandwondencentrum en ook om een adequaat vochtbeleid in te zetten. Vervolgens moet de methode ook nog zo eenvoudig mogelijk zijn om fouten te voorkomen en het de assessor zo gemakkelijk mogelijk te maken. Ervaringen van werkgroepsleden zijn dat het gebruik van de 'Lund & Browder' tijdens de 1^{ste} opvang als ingewikkeld wordt ervaren. De aanbeveling van de werkgroep richt zich daarom op de consequenties voor het vervolgbeleid en de toepasbaarheid van de methode in de 1^{ste} opvang. Daarnaast zijn de aanbevelingen samengevat in stroomschema 4, TVLO inschatting.

Aanbeveling

De werkgroep is van mening dat in de 1^{ste} opvang van slachtoffers met kleine brandwonden (<10% TVLO) het gebruik van de 'hand-methode' de voorkeur verdient boven de 'Regel van 9' en de 'Lund & Browder' voor het inschatten van het percentage TVLO bij kinderen en volwassenen.

De werkgroep is van mening dat in de 1^{ste} opvang van slachtoffers met grote brandwonden (>10% TVLO) het gebruik van de 'Regel van 9' de voorkeur verdient boven de 'hand-methode' en de 'Lund & Browder' voor het inschatten van het percentage TVLO bij kinderen en volwassenen.

Wanneer gebruik wordt gemaakt van de 'Regel van 9' dient de leeftijdsspecifieke 'Regel van 9' gebruikt te worden. (zie Figuur 6.1)

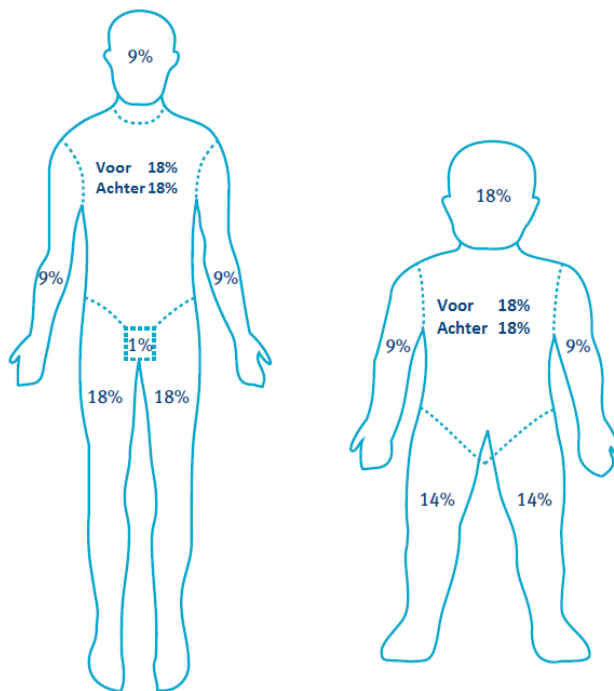
Wanneer gebruik wordt gemaakt van de 'Lund & Browder', is het aan te bevelen om de leeftijds-specifieke 'Lund & Browder' te gebruiken. (zie Tabel 6.1)

Aandachtspunten

Bij het gebruik van de hand-methode correspondeert de volledige hand (dus inclusief 5 gesloten vingers) van de patiënt met 1% TVLO.

De assessor dient zich bewust te zijn van de neiging om het TVLO van kleine brandwonden te overschatten en het TVLO van grote brandwonden te onderschatten.

De 'Lund & Browder' is in potentie accurater dan de 'Regel van 9' en de 'hand-methode' maar vereist een meer ervaren assessor, welke in de 1^{ste} opvang veelal niet aanwezig is.



Regel van negen bij kinderen tot 10 jaar:

1 jaar oud	Per jaar ouder dan 1 jaar
Hoofd: 18%	Hoofd: -1%
Been: 14%	Been: +0.5%

Figuur 6.1: Regel van negen voor volwassenen en kinderen. (Bewerkt uit: EMSB course manual 2012)

Tabel 6.1: Maximaal percentage TVLO per lichaamsdeel naar leeftijd volgens Lund & Browder schema

Verbranding	0-1 jaar	1-4 jaar	5-9 jaar	10-14 jaar	15 jaar	volwassen
Hoofd	19	17	13	11	9	7
Hals	2	2	2	2	2	2
Romp voor	13	13	13	13	13	13
Romp achter	13	13	13	13	13	13
Rechter bil	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Linker bil	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Genitaliën	1	1	1	1	1	1
Rechter bovenarm	4	4	4	4	4	4
Linker bovenarm	4	4	4	4	4	4
Rechter onderarm	3	3	3	3	3	3
Linker onderarm	3	3	3	3	3	3
Rechter hand	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Linker hand	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Rechter bovenbeen	5,5	6,5	8	8,5	9	9,5
Linker bovenbeen	5,5	6,5	8	8,5	9	9,5
Rechter onderbeen	5	5	5,5	6	6,5	7
Linker onderbeen	5	5	5,5	6	6,5	7
Rechter voet	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Linker voet	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5

Referenties

- Agarwal P, Sahu S. Determination of hand and palm area as a ratio of body surface area in Indian population. *Indian J Plast Surg* 2010;43(1):49-53.
- Baartmans MGA, Baar van ME, Boxma H, Dokter J, Tibboel D, Nieuwenhuis MK. Accuracy of burn size assessment prior to arrival in Dutch Burn centres and its consequences in children: A nationwide evaluation. *Injury* 2011, doi:10.1016/j.injury.2011.06.027
- Breederveld RS, Boxma H, Beerhuizen G, Baartmans MGA. Enorme discrepantie tussen eerste inschatting en uiteindelijk bevinding: Meer onderwijs nodig in brandwondenzorg. *Medisch contact* 2009;64(38):1570-2.
- Education Committee of the Australian and New Zealand Burn Association. *Emergency Management of Severe Burns (EMSB) cursusboek*. Nederlandse versie, Nederlandse Brandwonden Stichting, 2012.
- Freiburg C, Igeri P, Sartorelli K, Rogers F. Effects of differences in percent total body surface area estimation on fluid resuscitation of transferred burn patients. *J Burn Care Res* 2007;28(1):42-8.
- Jose RM, Roy DK, Vidyadharan R, Erdmann M. Burns area estimation – an error perpetuated. *Burns* 2004;30(5):481-2.
- Malic CC, Karoo ROS, Austin O, Phipps A. Resuscitation burn card – A useful tool for burn injury assessment. *Burns* 2007;33(2):195-9.
- Neaman KC, Andres LA, McClure AM, Burton ME, Kemmeter PR, Ford RD. A new method for estimation of involved BSAs for obese and normal-weight patients with burn injury. *J Burn Care Res* 2011;32(3):421-8.
- New Zealand Guidelines Group (NZGG). *Management of burns and scalds in primary care*. Wellington (NZ): Accident Compensation Corporation (ACC); 2007:1-116
- Prieto MF, Acha B, Gomez-Cía T, Fondón I, Serrano C. A system for 3D representation of burns and calculation of burnt skin area. *Burns* 2011;37(7):1233-40.
- Smith JJ, Malyon AD, Scerri GV, Burge TS. A comparison of serial halving and the rule of nines as a pre-hospital assessment tool in burns. *Br J Plast Surg* 2005;58(7):957-67.
- Wilson GR, Fowler CA, Housden PL. A new burn area assessment chart. *Burns* 1987;13(5):401-5.

7. Vloeistofresuscitatie tijdens eerste opvang bij kinderen en volwassenen

Uitgangsvragen

Met betrekking tot vloeistofresuscitatie is de volgende hoofdvraag opgesteld:

Wat is de te prefereren methode voor vloeistofresuscitatie bij brandwonden tijdens de eerste opvang en welke gegevens zijn daarbij van belang?

Om de hoofdvraag te beantwoorden zijn de volgende deelvragen opgesteld:

- A) Welke patiënten dienen behandeld te worden met vloeistofresuscitatie tijdens de eerste opvang?
- B) Wat is de te prefereren vochtoplossing voor vloeistofresuscitatie tijdens de eerste opvang?
- C) Wat is de te prefereren methode voor berekening van volume voor vloeistofresuscitatie tijdens de eerste opvang? En welke gegevens zijn hierbij van belang?
- D) Wat is de te prefereren methode van monitoren van vloeistofresuscitatie tijdens de eerste opvang?

Achtergrond algemeen

In een brandwond komen mediators vrij waardoor er een vergrote capillaire permeabiliteit ontstaat. Bij grote brandwonden (TVLO > 20-25%) komen er zoveel mediators vrij dat dit leidt tot gegeneraliseerd oedeem. Oedeem in combinatie met aanhoudende verdamping van het vochtige brandwondoppervlak leidt tot klinisch significante daling van het plasma volume, daling van de cardiac output en ontwikkeling van hypovolemische shock. Als dit niet adequaat behandeld wordt kan dit leiden tot ernstige orgaan-schade en in het bijzonder nierfalen (EMSB 2012, Monafa 1966, Pham 2008). Het vochtverlies is het grootst in de eerste 24 uur na het ontstaan van de brandwond (Hettiarchy 2004, Pham 2008). In de eerste 8 tot 12 uur is er een algemene verschuiving van vocht van de intravasculaire naar de extracellulaire ruimte, wat betekent dat vocht gegeven binnen deze periode snel uit de intravasculaire ruimte zal verdwijnen (Hettiarchy 2004). Dit fenomeen wordt ook wel het capillaire lek genoemd.

Het hoofddoel van vloeistofresuscitatie bij patiënten met brandwonden is het behoud van orgaanperfusie, het voorkomen van ischemie en het herstellen van het natriumverlies. Onvoldoende vochttoediening kan bijvoorbeeld leiden tot verminderde perfusie, acuut nierfalen en overlijden (Pham 2008). De laatste jaren is er juist veel aandacht voor te veel vochttoediening ('fluid creep') waarbij diverse complicaties kunnen ontstaan zoals longoedeem, intra-abdominale hypertensie en compartimentsyndromen (Saffle 2007). De uitdaging bij vloeistofresuscitatie is om voldoende vocht toe te dienen zodat orgaanperfusie gehandhaafd blijft zonder dat er te veel vocht wordt toegediend. Daarnaast is een goede perfusie van het brandwondgebied nodig om de nog vitale gedeelten niet verloren te laten gaan als gevolg van onvoldoende of te veel vochttoediening (secundaire verdieping van de brandwond). Adequate dosering (en monitoring) van vloeistofresuscitatie is daarom uitermate belangrijk.

Bij deze hoofdvraag gaat het vooral over het beleid van de vloeistofresuscitatie in de initiële opvang op de spoedeisende hulp. De aanbevelingen zijn samengevat in stroomschema 5, vloeistofresuscitatie.

Verschil volwassenen en kinderen

Vloeistofresuscitatie bij kinderen verschilt van volwassenen omdat er sprake is van een beperkte fysiologische reserve en een groter lichaamsoppervlak in relatie tot massa waardoor er meer volume vocht nodig is per kilogram lichaamsgewicht. Ook moet er rekening gehouden worden met de neiging tot hypoglycaemie bij kinderen.

Omdat er ook een gedeeltelijke overlap is, heeft de werkgroep ervoor gekozen om vloeistofresuscitatie voor volwassenen en kinderen in hetzelfde hoofdstuk te beschrijven. Echter, vanwege de verschillen tussen volwassenen en kinderen is er bij iedere deelvraag een aparte paragraaf met resultaten voor kinderen beschreven.

Deelvraag 7A: Indicatie

Welke patiënten met brandwonden dienen behandeld te worden met vloeistofresuscitatie tijdens de eerste opvang?

Achtergrond

In de literatuur worden verschillende afkapwaarden van ernst van verbranding beschreven waarboven vloeistofresuscitatie geïndiceerd is. Deze paragraaf geeft een overzicht.

Methode

Er zijn geen wetenschappelijke studies gevonden over welke patiënten behandeld dienen te worden met vloeistofresuscitatie. Voor het beantwoorden van deze deelvraag is daarom gebruik gemaakt van richtlijnen, consensus protocollen, cursus handboeken en overige literatuur die vloeistofresuscitatie voor patiënten met brandwonden beschrijven.

Samenvatting van de literatuur, richtlijnen en praktijkervaring

Vloeistofresuscitatie is geïndiceerd bij patiënten met een grote brandwond. Gepubliceerde richtlijnen en protocollen hanteren hierbij een verschillende grootte van wondoppervlakte waarboven vloeistofresuscitatie geïndiceerd is. De berekening van het totaal verbrand lichaams oppervlakte (TVLO) is beschreven in hoofdstuk 6, TVLO inschatting.

Volgens de American Burn Association (ABA) richtlijn is vloeistofresuscitatie, middels intraveneuze toediening, geïndiceerd voor patiënten (volwassenen en kinderen) met brandwonden vanaf 20% TVLO (Pham 2008). Het Emergency Management of Severe Burns (EMSB) cursusboek en de New Zealand Guideline Group (NZGG) richtlijn geven aan dat vloeistofresuscitatie gegeven dient te worden bij kinderen met verbrandingen vanaf 10% TVLO en bij volwassenen vanaf 15% TVLO (EMSB 2012, NZGG 2007). In het Verenigde Koninkrijk (UK) is de consensus dat pre-hospitaal vloeistofresuscitatie direct gestart moet worden voor patiënten (volwassenen en kinderen) met een brandwond groter dan een kwart van het lichaamsoppervlak (ofwel >25% TVLO) en/of bij verwachte aankomsttijd in het ziekenhuis meer dan 1 uur na het ongeval (Allison 2004). Bij kleinere brandwonden (TVLO<25%) hoeft, volgens de UK consensus, vloeistofresuscitatie alleen gestart te worden als bij de patiënt al een infuus is ingebracht. Let op, bij dit laatste protocol gaat het specifiek om de pre-hospitale (dus voor aankomst op SEH) behandeling van patiënten met brandwonden. Geen van de bovenstaande richtlijnen en protocollen geeft een onderbouwing voor de keuze van afkapwaarde.

Hoewel er geen wetenschappelijke onderbouwing is voor de keuze van patiënten die vloeistofresuscitatie dienen te krijgen tijdens eerste opvang, is op basis van goede praktische ervaring en de voorkeur vanuit de werkgroep gekozen voor het aanhouden van het EMSB protocol wat betreft de indicatiestelling voor vloeistofresuscitatie.

Ook dienen patiënten voor wie vloeistofresuscitatie geïndiceerd is, vanwege de grootte van hun brandwonden naar een brandwondencentrum verwezen te worden (zie hoofdstuk 8, verwijsriteria).

Voor patiënten met chemisch letsel gelden dezelfde regels voor vloeistofresuscitatie als bij thermisch letsel, dus afhankelijk van de grootte van de brandwond.

Ook patiënten met elektrisch letsel dienen met vloeistofresuscitatie behandeld te worden. Echter deze patiënten hebben een grotere vochtbehoefte dan op basis van de grootte van de brandwond zou worden verwacht, vanwege inwendig letsel. Zie ook paragraaf 7D over monitoring en titratie van vloeistofresuscitatie.

Aanbevelingen

Vloeistofresuscitatie is geïndiceerd voor volwassenen bij verbrandingen $\geq 15\%$ TVLO.

Vloeistofresuscitatie is geïndiceerd voor kinderen bij verbrandingen $\geq 10\%$ TVLO.

Deelvraag 7B: Vochtoplossing

Wat is de te prefereren vochtoplossing (kristalloïde, colloïdale of hypertoon zout) voor vloeistofresuscitatie tijdens de eerste opvang?

Achtergrond

Vloeistofresuscitatie vormt het belangrijkste onderdeel van de medische behandeling van hypovolemie bij ernstig zieke patiënten, dus ook bij patiënten met brandwonden. De meest gebruikte vochtoplossingen bij de start van resuscitatie zijn de kristalloïde oplossingen Ringerlactaat (Fakhry 1995, Baker 2007, Greenhalgh 2010), Hartmann oplossing of Fysiologisch Zout (NaCl 0,9%). Omdat deze vochtoplossingen in principe altijd beschikbaar zijn, wordt hier vanuit praktisch oogpunt voor gekozen. Naast kristalloïden worden ook colloïdale vochtoplossingen veel gebruikt voor vloeistofresuscitatie. Er zijn verschillende soorten colloïdale oplossingen, echter over het gebruik van en de effectiviteit ten opzichte van kristalloïde oplossingen is nog veel discussie.

Plasma-eiwitten hebben een belangrijke rol in het handhaven van de colloïd-osmotische druk om de uitwaartse hydrostatische druk te compenseren (Pham 2008). Het nut van gebruik van colloïdale oplossingen wordt toegeschreven aan het handhaven van de colloïd-osmotische druk en het voorkomen van complicaties gerelateerd aan het toedienen van een te hoog volume vocht. Echter vanwege het capillaire lek na het oplopen van brandwonden wordt het gebruik van colloïden in de eerste 12 tot 24 uur meestal afgeraden omdat ze in verband gebracht worden met het versterken van oedeemvorming.

Ook orale toediening van vocht valt onder vloeistofresuscitatie (en moet worden meegerekend in het totaal volume toegediend vocht), echter in deze deelvraag gaat het om de intraveneuze toediening van vocht.

Bij deze deelvraag gaat het vooral over de beoogde voordelen van colloïdale oplossingen vergeleken met een kristalloïde oplossing. Hierbij staat de discussie over het voorkomen van het toedienen van teveel vocht centraal.

Methode

Voor het beantwoorden van de deelvraag is de literatuur geselecteerd waarbij het effect van vloeistofresuscitatie met verschillende vochtoplossingen* (I) bij patiënten met acute brandwonden na een vlam of hete vloeistof verbranding (P)** op het totale volume vocht toegediend in 1^e 24 uur en complicaties*** (O) beschreven wordt.

*Bij (I) worden kristalloïde, colloïdale en hypertone zout oplossingen beschreven.

**De onderzoekspopulatie moeten menselijke brandwondenslachtoffers zijn (dier en computermodellen zijn niet geselecteerd).

***De complicaties mortaliteit, compartimentsyndroom en MODS (multi orgaan dysfunctie syndroom) worden gezien als relevante uitkomstmaten.

Wat betreft vochtoplossingen voor resuscitatie baseert de ABA richtlijn zich op 14 prospectieve klinische studies: 6 over colloïde resuscitatie (2 x klasse I en 4 x klasse IV)* en 8 studies over hypertoon zout (2 x klasse I en 6 x klasse II) (Pham 2008). De NZGG baseert zich op 1 non-systematische review, terwijl de UK consensus en het EMSB handboek gebaseerd zijn op consensus (Allison 2004, EMSB 2012, NZGG 2007).

**(Klasse I: grote prospectieve klinische studie; Klasse II: kleine prospectieve klinische studie (lage power; Klasse III: retrospectieve patiënt-controle studie met controlegroep uit dezelfde periode; Klasse IV: retrospectieve patiënt-controle studie met historische controlegroep; Klasse V: case series, expert opinie).*

Als aanvulling op bovenstaande worden studies vanaf 2000 tot december 2011 besproken die een toegevoegde waarde hebben op het bewijs van de ABA, NZGG, UK consensus en EMSB richtlijn. Voor

deze deelvraag zijn systematische reviews, gerandomiseerde studies en prospectieve cohort studies geselecteerd.

Om de deelvraag goed te kunnen beantwoorden is deze paragraaf opgedeeld in type vochtoplossing: kristalloïde oplossingen, kristalloïde vs colloïdale oplossingen en hypertoon zout. Per type vochtoplossing worden de uitkomstmaten mortaliteit, volume vocht toegediend, net fluid accumulation ofwel netto vocht toename (als 'surrogaat'-uitkomstmaat voor volume vocht toegediend) en nierfalen beschreven.

7B-1 Kristalloïde oplossingen

Resultaten

Kwaliteit van het bewijs

In de ABA richtlijn zijn er geen RCT's gevonden waarop de keuze voor gebruik van type isotone kristalloïde oplossing bij vloeistofresuscitatie gebaseerd kan worden.

Er is een systematische (Cochrane) review die na de ontwikkeling van de ABA richtlijn is verschenen en deze is geselecteerd voor deze deelvraag (Bunn 2008) (zie bijlage 2, bewijstabellen 7B). De kwaliteit van het bewijs in deze review is als laag geclassificeerd en wordt beperkt door onderzoeksopzet (inclusie van oudere studies met grote verschillen in behandelprotocollen, 1 studie was geen RCT en 2 studies hadden beperkingen in de randomisatieprocedure (geen blinding van allocatie, blinding van de interventie niet beschreven)), imprecisie (kleine studies) en indirectheid (generaliseerbaarheid is laag omdat er weinig (n=3) brandwondenstudies zijn geïnccludeerd).

Samenvatting effecten op mortaliteit

In de systematische (Cochrane) review zijn drie studies over patiënten met brandwonden geïnccludeerd waarin hypertone versus isotone kristalloïde vocht oplossingen voor resuscitatie zijn vergeleken (Bunn 2008). In totaal waren er 89 patiënten (40 en 12 volwassenen, 37 kinderen) geïnccludeerd. In deze studies werd de behandeling met een Ringerlactaat oplossing vergeleken met een hypertone zout oplossing. Het aantal overleden patiënten was 6/47 vs 8/42 voor de vergelijking tussen een isotone en hypertone oplossing. De meta-analyse geeft aan dat er een niet significant verhoogd relatieve risico (RR 1.49 (95% CI 0.56-3.95)) voor overlijden is voor patiënten met brandwonden behandeld met een hypertone oplossing vergeleken met isotone kristalloïde oplossing (zie bijlage 2, bewijstabellen).

7B-2 Kristalloïde vs Colloïde oplossingen

Resultaten

Kwaliteit van het bewijs

Voor deze deelvraag is het bewijs van 5 RCT's uit de ABA richtlijn meegenomen die specifiek over de vergelijking tussen een kristalloïde (Ringerlactaat of isotone zoutoplossing) en een colloïde oplossing gaan. De kwaliteit van het bewijs is volgens GRADE als matig beoordeeld en wordt beperkt door de indirectheid (generaliseerbaarheid is laag vanwege verschil tussen de gebruikte oplossingen, vloeistofresuscitatie protocollen en uitkomstmaten) (Pham 2008).

Er zijn 2 systematische reviews, 1 RCT en 1 prospectieve cohort studie die na de ontwikkeling van de richtlijn zijn verschenen en geselecteerd voor deze deelvraag (zie bijlage 2, bewijstabellen 7B). De kwaliteit van het bewijs van de systematische reviews is als laag geclassificeerd. De kwaliteit van 1 review (Roberts 2011) wordt beperkt door indirectheid (generaliseerbaarheid is laag omdat er weinig (n=3) studies over brandwonden zijn geïnccludeerd) en beperkingen in de onderzoeksopzet (geen blinding (n=1), geen beschrijving ernst brandwonden onderzoeks populatie (n=3) en verschil tussen vloeistofresuscitatie protocollen). De 2^{de} review (Perel 2011) wordt beperkt door indirectheid

(generaliseerbaarheid is laag omdat er weinig (n=2) studies over brandwonden zijn geïncludeerd) en beperkingen in de onderzoeksopzet (inclusie van oudere studies met verschil in type colloïde oplossingen, geen beschrijving van blinding en gezamenlijke analyse van de 2 studies over brandwonden met de overige studies).

De kwaliteit van de overige studies is als matig (Vlachou 2010) en als laag (Bechir 2010) beoordeeld. De eerstgenoemde studie is een RCT welke beperkingen heeft in de onderzoeksopzet vanwege een klein aantal geïncludeerde patiënten (n=14 vs n=12; kristalloïde vs colloïde vloeistof) (Vlachou 2010). De 2^{de} studie heeft ook beperkingen in de onderzoeksopzet, het gaat hier om een prospectieve open label studie in 30 opeenvolgende patiënten behandeld met een kristalloïde oplossing (n=14) of met een gecombineerde kristalloïde en colloïde oplossing (n=16) (Bechir 2010).

Samenvatting effecten op mortaliteit

De resultaten van een van de systematische reviews suggereren dat albumine behandeling mortaliteit verhoogt (RR 2.93 (95% CI 1.28-6.72) ten opzichte van een kristalloïde oplossing bij patiënten met brandwonden (Roberts 2011). Een kanttekening bij het berekenen van deze relatieve risico's is dat in 1 van de geïncludeerde studies de controle groep met kristalloïde oplossing zo nodig een 'colloïd rescue' toegediend kreeg. Hierdoor is er sprake van heterogeniteit tussen de 3 gepoolde studies. De 2^{de} review geeft aan dat er geen verschil is in mortaliteit na behandeling met albumine of Dextran vergeleken met een kristalloïde oplossing (Perel 2011), echter dit bewijs heeft een lage relevantie omdat er geen aparte analyse is voor patiënten met brandwonden.

In een kleine prospectieve interventie open-label studie (mono center) in 30 volwassen patiënten met brandwonden >30% TVLO, werden patiënten toegewezen aan vloeistofresuscitatie met een kristalloïde oplossing (Ringerlactaat) of een kristalloïde oplossing met colloïden (hydroxyethylstarch, HES 200/0.5 (10%)) (Bechir 2010). Hoewel er geen significante groepsverschillen waren, was er wel een non-significante verhoogde mortaliteit in de HES groep (hazard ratio 7.12 (0.45-112.7, p=0.16)). Geconcludeerd werd dat toediening van hyperosmotische HES 200/0.5 (10%) in de eerste 24 uur na oplopen van een ernstige brandwond mogelijk gerelateerd kan zijn aan een verhoogde mortaliteit. Ondanks dat deze drie studies neigen naar een verhoogde mortaliteit bij colloïde oplossingen, geeft het huidige bewijs geen zekerheid door beperkingen in de kwaliteit van het bewijs.

Samenvatting effecten op volume vocht toegediend

Het wetenschappelijk bewijs beoordeeld in de ABA richtlijn geeft aan dat het toevoegen van een colloïdale oplossing kan leiden tot een lager volume vochttoediening, maar dat er meer RCT's nodig zijn om overige voordelen aan te tonen. Er zijn echter weinig voordelen van het gebruik van een colloïdale oplossing in de eerste 12 uur na het oplopen van brandwonden (Pham 2008).

In een RCT werden 26 volwassen patiënten (TVLO >15%) gerandomiseerd voor resuscitatie met een kristalloïde oplossing (oplossing van Hartmann) of een colloïde-supplement oplossing waarvan 1/3 van het toegediende vocht bestond uit 6% hydroxyethylstarch (HES) oplossing (Vlachou 2010).

Resuscitatie met de HES oplossing resulteerde in een lager benodigd volume vocht en minder gewichtstoename (gebruikt als een surrogaatmarker voor weefseloedeem) in de 1^e 24 uur (gegeven vochtvolume: 263 vs 307 ml/%TVLO, p<0.05; gewichtstoename 1^e 24 uur: 1.4 vs 2.5 kg, p<0.01).

In de al eerder genoemde prospectieve interventie open-label studie waarin patiënten werden toegewezen aan vloeistofresuscitatie met een kristalloïde oplossing (Ringerlactaat) of een kristalloïde oplossing met colloïden (HES 200/0.5 (10%)) (Bechir 2010) was geen verschil waargenomen in het totaal volume vocht gegeven tussen de 2 groepen.

De ABA richtlijn en 1 RCT concluderen dat colloïde oplossingen leiden tot lager toegediend vocht volume in vergelijking met kristalloïde oplossingen (Pham 2008, Vlachou 2010), terwijl de derde studie van lage kwaliteit geen verschil aangaf (Bechir 2010).

Naast bovenstaande studies werd in een systematische review het effect van het toegediende vochtvolume op het ontwikkelen van abdominaal compartiment syndroom (ACS) in patiënten met brandwonden onderzocht (Azzopardi 2009). In deze review ging het niet om het type vocht oplossing,

maar om een aantal gerelateerde aspecten rondom de resuscitatiebehandeling in volwassen patiënten met brandwonden. Er werd gekeken naar het effect van vochtvolume op de ontwikkeling van ACS, de rol van blaasdrukmeting tijdens vochtbehandeling en het bewustzijnsniveau van professionals in de brandwondenzorg op het bestaan en de effecten van secundaire ACS. Van belang voor deze deelvraag is dat het bewijs in deze review aangeeft dat het toegediende vochtvolume gerelateerd is aan de ontwikkeling van intra-abdominale hypertensie (IAH) en ACS.

Samenvatting effecten op nierfalen

In de hierboven al genoemde prospectieve interventie open-label studie waarin 30 patiënten werden toegewezen aan resuscitatie met een kristalloïde oplossing (Ringerlactaat) of een kristalloïde oplossing met colloïden (HES 200/0/5 (10%) (Bechir 2010) was een non-significante verhoogd nierfalen in de HES groep waargenomen (incidentie nierfalen 4/16 vs 1/14, $p=0.42$). Echter, vanwege het relatief klein aantal patiënten is het niet mogelijk hier een onderbouwde conclusie uit te trekken.

7B-3 Hypertone zoutoplossing

Resultaten

Kwaliteit van het bewijs

De kwaliteit van het wetenschappelijk bewijs in de ABA richtlijn is volgens GRADE als matig beoordeeld en wordt mede beperkt door indirectheid (generaliseerbaarheid is laag vanwege verschil tussen gebruikte oplossingen en vloeistofresuscitatie protocollen) (Pham 2008).

Er is 1 RCT die na de ontwikkeling van de richtlijn is verschenen en deze is geselecteerd voor deze deelvraag (zie bijlage 2, bewijstabellen 7B). De kwaliteit van deze studie is matig (Belba 2009a) vanwege beperkingen in de studieopzet (beperkte omschrijving protocol en de gecombineerde analyse van data van kinderen en volwassenen).

Samenvatting effecten op mortaliteit

In een RCT met 110 patiënten (waarvan 88 kinderen) met brandwonden >20% TVLO, werden patiënten gerandomiseerd voor resuscitatiebehandeling met een Ringerlactaat oplossing (volume berekening m.b.v. de Parkland formule voor volwassenen en Shriner formule voor kinderen) of een resuscitatie met een hypertone lactaat zout (HLS) oplossing volgens een specifiek protocol (Belba 2009a). Er werd geen verschil in mortaliteit tussen beide groepen gevonden (5/55 vs 5/55, 9 vs 9%).

Samenvatting effecten op volume vocht (inclusief netto vocht toename)

Het wetenschappelijk bewijs beoordeeld in de ABA richtlijn geeft aan dat bij resuscitatie met hypertoon zout een lager toegediend volume nodig is om de urineproductie te handhaven (Pham 2008). Echter tussen de beoordeelde studies is een groot verschil in de gebruikte Natriumconcentratie in de vochttoplossing (150 – 300 mEq/L). In een van de beoordeelde studies (lage kwaliteit vanwege beperkingen in de studieopzet) werd het gevaar voor hypernatriëmie beschreven. In deze retrospectieve studie werden 2 verschillende vochttoplossingen met elkaar vergeleken over verschillende tijdsperioden ($n=65$ patiënten behandeld met hypertoonisch zout, $n=148$ Ringerlactaat oplossing) (Huang 1995). Er werd een verhoogde mortaliteit en nierfalen waargenomen in de groep die hypertoon zout ontvingen (acuut nierfalen 40 vs 10.1%, $p<.001$; mortaliteit 53.8 vs 26.6% $p<.001$).

In de hierboven al genoemde RCT met 110 patiënten (waarvan 88 kinderen), werden patiënten gerandomiseerd voor resuscitatiebehandeling met een Ringerlactaat oplossing of resuscitatie met een hypertone lactaat zout (HLS) oplossing volgens een specifiek protocol (Belba 2009a). Er was een grotere netto vocht toename* geobserveerd in de Ringerlactaat groep. Daarnaast was er een matige positieve correlatie gevonden (beide groepen samen geanalyseerd) tussen het netto vocht toename en mortaliteit (Kendall $T_{br}=0.234$, $p=0.001$). Dit laatste geeft aan dat een hogere netto vocht toename geassocieerd is met een hogere mortaliteit. *(netto vocht toename = verschil tussen het totaal volume toegediend en volume urineproductie).

De conclusie van deze studie over een lagere netto vocht toename sluit aan bij de conclusie van de ABA richtlijn m.b.t. het lagere toegediende volume in de groep behandeld met een hypertone zoutoplossing. In de ABA richtlijn wordt het belang van het monitoren van het zoutgehalte genoemd i.v.m. het gevaar voor hypernatriëmie.

Vochtoplossingen voor kinderen

Kwaliteit van het bewijs

Naast de bestaande richtlijnen zijn er maar 2 studies gevonden waarin verschillende vochtoplossingen in kinderen met brandwonden zijn onderzocht (Belba 2009a, Faraklas 2011). Omdat de studies erg verschillen in opzet en uitkomstmaten is de kwaliteit niet gegradeerd.

Samenvatting

De mono center RCT is ook al hierboven beschreven (Belba 2009a). In deze studie werden de bevindingen van 88 kinderen samen met die van de volwassenen als 1 groep (n=110) geanalyseerd, dus er zijn helaas geen aparte resultaten voor kinderen beschreven. Kinderen werden gerandomiseerd voor resuscitatiebehandeling met een Ringerlactaat oplossing volgens het Shriners protocol of resuscitatie met een hypertone lactaat zout (HLS) oplossing volgens een specifiek protocol (volume 1e uur = 0.5ml/kg/%TVLO, daarna aanpassing op basis van urineproductie (0.5-1 ml/kg/uur)). Er waren geen verschillen in mortaliteit tussen groepen, maar wel een positieve correlatie tussen netto vocht toename en mortaliteit.

In een retrospectief dossier onderzoek van 53 kinderen (>15% TVLO) werden 2 groepen kinderen met elkaar vergeleken waarbij beiden vloeistofresuscitatie kregen volgens de Parkland formule met titratie op basis van handhaving van urineproductie tussen 1 en 2 ml/kg/uur (Faraklas 2011). In de 1^e groep werd alleen Ringerlactaat als vocht oplossing gebruikt, terwijl in groep 2 was overgegaan op een 'colloid rescue' vanwege steeds hoger wordende behoefte aan vocht (Ringerlactaat) op basis van gemeten urineproductie of dreigende ontwikkeling van complicaties. De zogenaamde 'colloid rescue' bestond uit het toevoegen van een 5% albumine oplossing, met een ratio van 1/3 albumine en 2/3 Ringerlactaat oplossing. De resultaten lieten zien dat met de 'colloid rescue' de ratio tussen vocht volume toediening en urineoutput weer terugkeerde naar waarden vergelijkbaar met groep 1 en geeft daarmee aan dat door toediening van colloïden het benodigde volume vocht minder wordt.

Conclusies deelvraag 7B

Algehele kwaliteit van het bewijs Laag	Er is beperkt vertrouwen in een klinisch relevante toename van mortaliteit door het gebruik van een hypertone kristalloïde oplossing in vergelijking met een isotone of bijna isotone kristalloïde oplossing bij patiënten met brandwonden. <i>Referenties: [Bunn 2008]</i>
Algehele kwaliteit van het bewijs Laag	Er is beperkt vertrouwen in een toename van mortaliteit door het gebruik van een albumine oplossing bij patiënten met brandwonden. <i>Referenties: [Bechir 2010, Perel 2011, Roberts, 2011]</i>
Algehele kwaliteit van het bewijs Matig	Er is beperkt vertrouwen dat gebruik van een colloïde oplossing leidt tot een lager volume vocht toegediend vergeleken met een kristalloïde oplossing in de eerste 24 uur bij patiënten met brandwonden. <i>Referenties: [Bechir 2010, Pham 2008, Vlachou, 2010]</i>

Algehele kwaliteit van het bewijs Matig	Er is beperkt vertrouwen dat gebruik van een hypertone zout oplossing leidt tot een lager volume vocht toegediend vergeleken met een kristalloïde oplossing in de eerste 24 uur bij patiënten met brandwonden. <i>Referenties: [Belba 2009a, Pham 2008]</i>
Algehele kwaliteit van het bewijs NVT	Er is beperkt vertrouwen dat het toevoegen van colloïden naar aanleiding van een oplopende kristalloïde vochtbehoefte (daling in urineproductie) leidt tot normalisatie van de urineproductie (ratio input/output) bij kinderen en volwassenen met brandwonden. <i>Referenties: [Faraklas 2011]</i>
Algehele kwaliteit van het bewijs Matig	Er is beperkt vertrouwen in de relatie tussen een verhoogde netto vocht toename en een toename in mortaliteit. <i>Referenties: [Belba 2009a]</i>

Van conclusie naar aanbevelingen

In de internationale literatuur is de meest gebruikte en geprefereerde vloeistof voor de start van vloeistofresuscitatie bij patiënten met brandwonden een kristalloïde oplossing (Baker 2007, Fakhry 1995, Greenhalgh 2010). In de huidige Nederlandse praktijk wordt vooral uitgegaan van de op consensus gebaseerde aanbeveling uit het EMSB cursusboek om te kiezen voor een Hartmann's oplossing (EMSB 2012). In het EMSB cursusboek wordt aangegeven dat vanwege gebrek aan eenduidig bewijs voor een bepaalde vochtoplossing er vanuit praktisch oogpunt is gekozen voor de in principe altijd beschikbare Hartmann oplossing (of Ringerlactaat). Dit is ook internationaal de algemeen geaccepteerde keuze voor de start van vloeistofresuscitatie. Volgens de werkgroep is een fysiologische zoutoplossing (NaCl) in de Nederlandse praktijk het meest beschikbaar.

Daarnaast geeft het EMSB cursusboek aan dat colloïde oplossingen niet in de eerste 24 uur gebruikt dienen te worden. De aanbeveling van de NZGG richtlijn en UK consensus sluiten aan bij de EMSB cursus (Allison 2004, NZGG 2007). De NZGG geeft de aanbeveling voor gebruik van kristalloïde vochttoplossing in 1^{ste} 24 uur, welke is gebaseerd op 'international expert opinion'. In de UK consensus over behandeling in pre-hospitale fase wordt aanbevolen om een Hartmann's oplossing te gebruiken. Wanneer deze niet beschikbaar is kan een 0.9% NaCl of fysiologisch zout oplossing gebruikt worden. Overigens is het hierbij interessant om te vermelden dat in de oorspronkelijke Parkland formule (de meest gebruikte formule) colloïden (plasma) worden toegevoegd in de 4^{de} 8-uurs-periode na het ongeval, ter voltooiing van de vloeistofresuscitatie (Baxter 1979). Echter dit valt buiten de scope van deze richtlijn (behandeling 1^{ste} 24 uur).

Klinische relevantie: Omdat de studies in deze paragraaf gaan over vloeistofresuscitatie op een brandwondencentrum is er een beperkte generaliseerbaarheid van de resultaten naar de pre-hospitale en pre-brandwondencentrum fase. Echter bij gebrek aan studies die de initiële vloeistofresuscitatie onderzoeken, is er voor gekozen de resultaten van deze studies wel in dit hoofdstuk te beschrijven.

Veiligheid: Het toedienen van te veel vocht is geassocieerd met complicaties zoals oedeem ontwikkeling, verhoogde compartiment druk, acuut respiratoir distress syndroom (ARDS) en multiple orgaan falen (Azzopardi 2009, Klein 2007, Saffle 2007). De discussie over keuze voor type vochttoplossing gaat vooral over de voor- en nadelen van het toedienen van een colloïdale ten

opzichte van een kristalloïde oplossing. Vanwege het beperkte bewijs dat het toevoegen van een colloïdale oplossing mogelijke voordelen heeft en vanwege de verhoogde vasculaire permeabiliteit in de 1^{ste} 12 uur van de acute fase (Demling 2005), is dit geen vocht oplossing die gebruikt dient te worden tijdens de eerste opvang (pre-brandwondencentrum). De aanbeveling uit het EMSB cursusboek is om geen colloïdale oplossing te gebruiken in de 1^{ste} 24 uur (EMSB 2012). Het toedienen van colloïden als 'rescue' na 12 uur bij een slecht lopende resuscitatie komt in de Nederlandse praktijk voor bij volwassen patiënten en is ook beschreven in de internationale literatuur bij zowel volwassenen (Lawrence 2010) als bij kinderen (Faraklas 2011).

Professioneel perspectief: Het aantal patiënten met brandwonden dat vloeistofresuscitatie behoeft in Nederland beperkt zich tot ongeveer honderd per jaar. Daarom is het voor een medisch professional praktisch om in deze bijzondere omstandigheden een eenvoudige eerste behandeling te kunnen starten die in principe weinig risico voor de patiënt met zich meebrengt.

Beschikbaarheid voorzieningen: In de Nederlandse praktijk zijn Ringerlactaat en fysiologisch zout (NaCl 0.9%) standaard beschikbaar, en ook een Hartmann oplossing is meestal voorhanden. Daarom zijn dit de geaccepteerde vocht oplossingen voor de start van vloeistofresuscitatie. In principe zijn alle kristalloïden oplossingen uitwisselbaar.

Kosten: Colloïdale oplossingen zijn duurder dan kristalloïde oplossingen. Derhalve is er een voorkeur om kristalloïde oplossingen te gebruiken als er geen voordeel te verwachten is van het toevoegen/gebruik van een colloïdale oplossing.

Zorgorganisatie: Gezien het beperkte aantal patiënten met ernstige brandwonden is de zorgcapaciteit in de brandwondencentra beperkt. Dit kan tot gevolg hebben dat een patiënt met ernstige brandwonden een aantal uren in het eerst opvangende ziekenhuis moet verblijven voor overplaatsing naar een brandwondencentrum. Gezien de opmerkingen genoemd bij het professioneel perspectief is het voor elke zorginstelling op deze manier mogelijk deze categorie patiënten adequaat op te vangen.

Er is niet bewezen dat colloïdale vocht oplossingen beter zijn in de initiële opvang, echter het gebruik van colloïdale oplossingen heeft wel nadelen. Daarom is vanuit het oogpunt van goede praktische ervaring en gezien het risico op complicaties bij gebruik van niet-kristalloïde oplossingen bij zowel kinderen als volwassenen, gekozen voor het aanhouden van het EMSB protocol betreft de keuze voor een kristalloïde oplossing in de 1^{ste} 24 uur.

Aanbeveling

Volgens de werkgroep dient gebruik gemaakt te worden van een kristalloïde oplossing bij de start van vloeistofresuscitatie voor **volwassenen en kinderen** met brandwonden.

Deelvraag 7C: Berekening vloeistofvolume

Wat is de te prefereren methode voor de berekening van volume voor vloeistofresuscitatie tijdens de eerste opvang? En welke gegevens zijn hierbij van belang?

Achtergrond

Voor de berekening van het volume voor vloeistofresuscitatie in de eerste 24 uur bestaan verschillende formules. De meest gebruikte formule is de Parkland formule (Baker 2007, Fakhry, 1995, Greenhalgh 2010). Ideale vloeistofresuscitatie wordt gezien als het toedienen van de laagst mogelijke hoeveelheid vocht welke nodig is om weefselperfusie te handhaven en het door het letsel verloren gegane zout en water te vervangen.

Methode

Voor het beantwoorden van de deelvraag is de literatuur geselecteerd waarin verschillende formules voor berekening vocht volume (I) bij patiënten met acute brandwonden na een vlam of hete vloeistof verbranding (P) beschreven wordt.

Vanwege gebrek aan voldoende wetenschappelijk bewijs is de literatuur niet geselecteerd op uitkomstmaten en is niet gegradeerd voor mate van wetenschappelijk bewijs.

Samenvatting van de literatuur

De literatuursearch leverde 1 richtlijn voor vloeistofresuscitatie (Pham 2008) en 1 richtlijn (NZGG 2007) en 2 consensus protocollen (Allison 2004, EMSB 2012) over eerste opvang van patiënten met brandwonden op. Daarnaast is er 1 systematische review (Spelten 2011), 1 observationele studie (Luo 2009) en 4 retrospectieve studies (Barrow 2000, Chung 2009, Klein 2007, Mitra 2006) waarin het berekende of toegediende vochtvolume van verschillende resuscitatieformules werden vergeleken of geëvalueerd (zie bijlage 2, bewijstabellen 7C).

Richtlijnen en consensus protocollen

De ABA richtlijn beschrijft dat het benodigde vochtvolume ingeschat wordt tussen 2 en 4 ml kristalloïde vocht oplossing per kg/%TVLO gedurende de eerste 24 uur. Er wordt aanbevolen dat resuscitatieformules vooral gebruikt moeten worden als startpunt van behandeling in plaats van een strikt doel voor het volume dat gegeven dient te worden (Pham 2008).

Het EMSB cursusboek hanteert de aanbeveling om het volume vocht te berekenen volgens de Baxter-Parkland formule (4 ml/kg/%TVLO) in de eerste 24 uur. Deze 24 uur gaan in vanaf het moment van het ongeval (dus niet vanaf binnenkomst op de eerste hulp). De helft van het berekende vocht dient gegeven te worden in de eerste 8 uur na verbranding, de andere helft in de opvolgende 16 uur (EMSB 2012).

In de NZGG richtlijn wordt de aanbeveling gegeven voor gebruik van 3 tot 4 ml kristalloïde vocht oplossing per kg/ %TVLO, waarin de helft van het vocht in de eerste 8 uur gegeven dient te worden en de andere helft in de opvolgende 16 uur (NZGG 2007).

De aanbeveling van de UK consensus is voor gebruik van een standaard volume van 1000ml voor volwassenen. Daarnaast wordt specifiek aandacht gevraagd ter voorkoming van het toedienen van teveel vocht bij kleine, fragiele, oudere patiënten met 'linker ventrikel falen' in de voorgeschiedenis. Ook wordt aanbevolen om het vocht verwarmd toe te dienen. Deze consensus richtlijn richt zich puur op de pre-hospitale behandeling van patiënten met brandwonden (Allison 2004).

Studies over vloeistofresuscitatie formules

In een (Duitse) systematische review (Spelten 2011) wordt een overzicht gegeven van alle formules voor vloeistofresuscitatie. Van de 8 formules die gevonden zijn, wordt bij 4 formules een vergelijkbaar schema gevolgd: benodigde vocht volume in de eerste 24 uur = X ml/kg/%TVLO. Omdat er geen gecontroleerde studies zijn die formules met elkaar vergelijken kan er niet worden aangegeven welke formule het meest geschikt is. Met behulp van een rekenvoorbeeld wordt aangetoond dat er (grote) verschillen zijn tussen de berekende volumes. Onder andere vanwege het

gevaar van het toedienen van een te groot vochtvolume concluderen de auteurs dat het monitoren van groot belang is. Vanwege gebrek aan vergelijkende studies wordt aanbevolen om in de praktijk het Duitse resuscitatie protocol te gebruiken (bij volwassen patiënten >15% TVLO gebruik van de Baxter-Parkland formule met Ringerlactaat oplossing: 4ml/kg/%TVLO, de helft van het volume in de eerste 8 uur).

In een observationele studie van 46 volwassenen en 25 kinderen met brandwonden >30% TVLO werd het TMMU (Third Military Medical University) protocol geëvalueerd, een veel gebruikte methode in China (Luo 2009). Het protocol in de eerste 24 uur voor volwassenen bestaat uit 1,5 ml (1ml kristalloïd + 0.5ml colloïdale oplossing)/kg/%TVLO + 2 l water (5% glucose oplossing) als basis behoefte. Hoewel de evaluatie van het TMMU protocol in volwassenen aantoont dat het toegediende volume in veel patiënten groter is dan volgens de formule (gemiddeld 20% meer toegediend in de eerste 24 uur), waren er geen compartiment syndroom of andere complicaties opgetreden in de eerste 48 uur. De conclusie was dat het TMMU protocol in de praktijk bruikbaar is, mits gemonitord op basis van fysiologische parameters.

In een retrospectieve studie werd de vloeistofresuscitatie behandeling van 58 Amerikaanse soldaten met brandwonden in oorlogsgebied geëvalueerd (Chung 2009). Volgens de behandelrichtlijn voor Amerikaanse brandwondenslachtoffers is het benodigde vochtvolume in de eerste 24 uur tussen 2 en 4 ml per kg/%TVLO (startvolume gevolgd door titratie op basis van urineoutput). Echter omdat in praktijk blijkt dat de vloeistofresuscitatie veelal gebeurt volgens de gemodificeerde Brooke (2ml/kg/%TVLO) of de Parkland formule (4ml/kg/%TVLO) was het doel van de evaluatie om deze twee formules met elkaar te vergelijken. In beide groepen was het volume vocht toegediend groter dan vooraf berekend. Alhoewel er geen verschillen waren in uitkomsten (complicaties) tussen de groepen werd aangetoond dat er in de Parkland groep relatief meer patiënten waren waarbij de Ivy index (gedefinieerd als kristalloïde resuscitatie >250 ml/kg in acute resuscitatie fase) werd overschreden. Daarnaast was het overschrijden van de Ivy index ook een significante voorspeller van overlijden. Omdat naast het verschil in volume toegediend er verder geen groepsverschillen in morbiditeit en mortaliteit waren, werd geconcludeerd dat het starten van vloeistofresuscitatie met een lager volume (gemodificeerde Brooke formule) leidt tot een lager volume in de eerste 24 uur en daarom de voorkeur heeft.

In een retrospectieve cohort studie (multi-center) van 72 volwassen patiënten met brandwonden werd de Parkland formule geëvalueerd (Klein 2007). Het gemiddelde volume vocht (per kg/%TVLO) gegeven in de eerste 24 uur was groter dan vooraf bepaald met de Parkland formule. Factoren voorspellend voor een groter vocht volume waren TVLO, leeftijd, intubatie en gewicht. Ook werd aangetoond dat bij een groter volume vochttoediening dan berekend er een grotere kans was op de complicaties pneumonie, sepsis, ARDS, MODS en mortaliteit.

In een retrospectieve studie van 49 volwassen patiënten met brandwonden >15%TVLO werd het resuscitatie protocol volgens de Parkland formule geëvalueerd (Mitra 2006). Aangetoond werd dat gemiddeld een groter volume (5.58 ml/kg/%TVLO) werd gegeven dan berekend volgens de Parkland formule (4ml/kg/%TVLO), en dat 73% van de patiënten meer vocht hadden gekregen dan de Parkland formule. Opvallend was dat het volume gegeven in de eerste 2 uur bijna 2 x hoger was dan berekend volgens de Parkland formule. Ondanks dat er geen negatieve uitkomsten waren in deze patiënten, waren de auteurs bezorgd over de bevinding dat een groot deel van het te veel gegeven volume al in de eerste 8 uur gegeven wordt.

Vloeistofresuscitatieformules voor kinderen

In de ABA richtlijn wordt voor kinderen dezelfde formule als bij volwassenen aanbevolen: 2-4 ml kristalloïde vochtoplossing per kg/%TVLO gedurende de eerste 24 uur (Pham 2008). Kinderen hebben daarnaast ook een onderhoudsdosis (echter niet gespecificeerd) nodig bovenop het berekende

vochtvolume. Verder wordt het belang van het handhaven van de glucose homeostase in kinderen beschreven, omdat na 12-14 uur vasten de voorraad leverglycogeen bij jonge kinderen op is. Hiertoe dient de serum glucosewaarde tijdig gecontroleerd te worden.

De aanbeveling van de EMSB voor vloeistofresuscitatie bij kinderen is om naast de berekening volgens de Baxter-Parkland formule (4 ml/kg/%TVLO) een constant onderhoudsinfuus te geven van een gemengde glucose-zoutoplossing (EMSB 2012). Het onderhoudsinfuus is afhankelijk van het lichaamsgewicht: 100 ml/kg/24 uur (tot 10 kg) + 50 ml/kg 24 uur (10-20 kg) + 20 ml/kg/24 uur (20-30 kg).

In de NZGG richtlijn wordt de aanbeveling gegeven voor gebruik van 3 tot 4 ml kristalloïde vocht oplossing per kg/%TVLO, waarin de helft van het vocht in de 1^e 8 uur gegeven dient te worden en de andere helft in de opvolgende 16 uur (NZGG 2007). Daarnaast dient er voor kinderen ook nog een onderhoudsinfuus gegeven te worden, echter dit is verder niet gespecificeerd.

De UK consensus (Allison 2004) beveelt een standaard volume aan van 500ml voor kinderen van 10-15 jaar, 250 ml voor kinderen van 5-10 jaar en geen vocht voor kinderen onder de 5 jaar. Daarnaast wordt aanbevolen om het vocht verwarmd toe te dienen. De consensus richtlijn beperkt zich tot de pre-hospitale behandeling van patiënten met brandwonden.

In een retrospectieve studie van 133 kinderen met zeer ernstige brandwonden (>50% TVLO) werden uitkomsten vergeleken tussen kinderen waarbij resuscitatie was gestart binnen 2 uur na het ongeval met kinderen waarbij dit na meer dan 2 uur was gestart (Barrow 2000). Er was geen verschil tussen de 2 groepen betreft leeftijd, TVLO en inhalatieletsel. De bevindingen geven aan dat bij kinderen waarbij vloeistofresuscitatie binnen 2 uur gestart was, er minder complicaties waren (sepsis, nierfalen, mortaliteit).

In een observationele studie werd het TMMU (Third Military Medical University) protocol geëvalueerd in 25 kinderen met brandwonden >30% TVLO (Luo 2009). Bevindingen van kinderen werden naast die van 46 volwassenen geëvalueerd. Het protocol voor de eerste 24 uur voor kinderen was: 1 ml Ringerlactaat + 1 ml colloïdale oplossing (onder de 2 jaar) of 0.88 ml Ringerlactaat en 0.88 ml colloïdale oplossing bij kinderen ouder dan 2 jaar per %TVLO/kg. Hieraan wordt een basisbehoefte van vocht inname (oraal) toegevoegd, waarbij het volume gerelateerd is aan het lichaamsgewicht (100 ml/kg/24 uur (tot 10 kg) + 50 ml/kg 24 uur (10-20 kg) + 20 ml/kg/24 uur (>20 kg)). De evaluatie van het TMMU protocol in kinderen toonde aan dat het toegediende volume in de eerste 24 uur niet verschilde van het berekende volume en er geen compartiment syndroom of andere complicaties waren opgetreden in de eerste 48 uur. De conclusie was dat het TMMU protocol in de praktijk bruikbaar is, mits gemonitord op basis van fysiologische parameters.

Conclusies deelvraag 7C

- De meest gebruikte en aanbevolen formule voor de berekening van het benodigd volume vocht in 1^e 24 uur is tussen 2 en 4 ml/kg/%TVLO (berekend van moment van ongeval), waarbij de helft van het berekende vocht gegeven wordt in 1^e 8 uur na verbranding en de andere helft in volgende 16 uur. Voor deze berekening zijn het lichaamsgewicht en een inschatting van het TVLO nodig (Baker 2007, EMSB 2011, Fakhry 1995, Greenhalgh 2010, NZGG 2007, Pham 2008).
- De formule voor de berekening van het benodigd volume vocht dient alleen gebruikt te worden voor de start van vloeistofresuscitatie (EMSB 2011, Pham 2008, Spelten 2011).
- Het volume vocht in de 1^e 24 uur is vaak hoger dan het benodigde volume berekend met een formule (Chung 2009, Klein 2007, Luo 2009, Mitra 2006).
- Bij patiënten waarbij een groter volume vocht is toegediend dan was berekend als vochtbehoefte in de 1^e 24 uur, is een groot deel van het te veel aan vocht al in de eerste uren gegeven (Chung 2009, Mitra 2006).
- Bij het toedienen van een (te) groot volume vocht is er een verhoogd risico op ernstige complicaties (Klein, 2007).

- Kinderen hebben een basis glucose-bevattende vochtbehoefte naast het berekende vocht volume. Het volume van dit onderhoudsinfuus wordt bepaald op basis van lichaamsgewicht (EMSB 2011, Luo 2009, Pham, 2008).
- Bij het later starten (meer dan 2 uur na ongeval) van vloeistofresuscitatie is aangetoond dat er bij kinderen een verhoogd risico op complicaties is (Barrow 2000).

Andere overwegingen

Klinische relevantie: De meeste studies beschreven in de samenvatting gaan niet specifiek over de eerste opvang maar over vloeistofresuscitatie in de eerste 24-48 uur. Van belang voor de eerste opvang zijn met name de conclusie over de meest gebruikte en aanbevolen resuscitatieformules en dat deze alleen gebruikt dient te worden als startpunt.

Veiligheid: Er zijn ernstige risico's wanneer er te veel vocht wordt toegediend in de eerste fase (1^e 8 uur) en het later (dan 2 uur na het ongeval) starten van de vloeistofresuscitatie bij kinderen met ernstige brandwonden. Bij kinderen dient ook gelet te worden op het ontwikkelen van hyponatriëmie en hypoglycaemie.

Zie ook hieronder bij onderdeel zorgorganisatie, over risico's gerelateerd aan mogelijke lange wachttijden op passend vervoer naar een brandwondencentrum.

Professioneel perspectief: Er dient rekening gehouden te worden met de algemene ATLS richtlijnen uit de traumatologie, die bij groot trauma een infuus van 1 tot 2 liter kristalloïden adviseren voor volwassenen (waarbij het absolute volume wordt bepaald op basis van patiënt respons zoals urineproductie etc.) (ATLS 2012). Echter het ATLS onderdeel voor brandwonden adviseert een start volume tussen 2-4 ml/kg/%TVLO, waarbij getitreerd wordt op basis van de urineproductie. De ambulance richtlijnen adviseren een start infuus van 0.25 ml/kg/%TVLO/uur (NaCl 0.9%) (LPA 2011). Deze richtlijnen zijn van belang in verband met bovenstaande conclusie over de aanwijzingen dat een groot deel van het te veel aan vocht al in de eerste uren is gegeven. Bij de berekening van de vochtbehoefte (met behulp van de formule) dient het volume vocht wat al eerder is gegeven verrekend te worden.

Ervaring en deskundigheid: Uit een evaluatiestudie is gebleken dat de resuscitatieformules veelal niet bekend zijn bij medisch personeel op de spoedeisende hulp en op de ambulance (Breederveld 2011). Daarnaast is voor de berekening van de vochtbehoefte het percentage TVLO en lichaamsgewicht nodig. Het lichaamsgewicht is niet altijd precies bekend en wordt vaak (fout) geschat (Cubison 2005). De inschatting van %TVLO in de eerste fase is vaak moeilijk vanwege o.a. paniek bij de patiënt/familieleden en onduidelijkheid over of roodheid (erytheem) van de huid wel of niet moet worden meegerekend (zie hoofdstuk 6, TVLO inschatting). Ook wordt de inschatting vaak door onervaren artsen gedaan. Het is daarom niet verbazend dat er een discrepantie is tussen TVLO inschattingen door verwijzers (SEH professionals) en professionals in de brandwondencentra (Baartmans 2011; Freiburg 2007). In een Nederlandse evaluatie van kinderen met brandwonden opgenomen in brandwondencentra is gebleken dat er ondanks fouten in TVLO inschatting en gebruik van de resuscitatieformules er gemiddeld niet te veel vocht wordt gegeven (Baartmans 2011). Echter vanuit de Nederlandse praktijk is de ervaring dat te veel vocht toedienen in eerste uren regelmatig voorkomt.

Om het berekenen van het benodigd vocht volume makkelijker te maken zou eventueel gebruik gemaakt kunnen worden van een rekenhulpmiddel, bijvoorbeeld een 'App' voor professionals op de SEH.

Zorgorganisatie: Te overwegen valt de mogelijkheid om alle acute patiënten met brandwonden, zonder een exacte TVLO berekening, een standaard volume vocht toe te dienen tijdens de initiële fase. De exacte berekening van het vochtvolume zou in dat geval gedaan worden bij aankomst in het brandwondencentrum, alwaar expertise aanwezig is over de inschatting van TVLO en de berekening

van het vochtvolume in brandwonden patiënten. Echter, in een situatie met een langere wachttijd op (begeleiding bij) ambulancevervoer is het medisch niet verantwoord om te wachten met het opstarten van de resuscitatiebehandeling en dient de vochtbehoefte op de SEH berekend te worden. Tijdens een situatie van intensieve zorg op de SEH ontstaat er een verhoogd risico op een benodigde escharotomie, bijvoorbeeld als er in deze periode te veel vocht wordt gegeven, echter dit zijn uitzonderingssituaties.

Daarnaast is het belangrijk om rekening te houden met mogelijke rampensituaties, waarbij het wenselijk is om niet af te wijken van het standaard protocol vloeistofresuscitatie om verwarring te voorkomen over de berekening van vochtvolumes. Dit is van belang omdat bij een groot aantal slachtoffers niet iedereen direct kan worden opgenomen in een brandwondencentrum.

Hoewel er weinig wetenschappelijke onderbouwing gevonden is voor de keuze van resuscitatie formule, blijkt uit diverse evaluaties van de meest gebruikte formule (Parkland formule) dat deze vooral gebruikt moet worden als startpunt en dat adequate monitoring moet voorkomen dat er te veel vocht wordt gegeven. Hoewel het geven van een vast volume vocht op de SEH te overwegen valt is dit vanuit praktisch oogpunt niet wenselijk vanwege mogelijke lange wachttijden op vervoer naar een brandwondencentrum. Vanwege het belang van het geven van het juiste volume vocht en om de start van vloeistofresuscitatie niet uit te stellen wordt aanbevolen om bij twijfel direct contact op te nemen met een brandwondencentrum voor advies.

Gebaseerd op ervaringen in de praktijk gaat de voorkeur van de werkgroep uit naar het gebruik van de Parkland formule en adequate monitoring (zie paragraaf 7D) tijdens de eerste opvang, zoals beschreven in de EMSB (EMSB 2012).

Aanbevelingen

De werkgroep adviseert het gebruik van de Parkland formule voor de start van vloeistofresuscitatie voor **volwassenen** met brandwonden $\geq 15\%$ van het lichaamsoppervlak:

- De Parkland formule: 4 ml/kg/%TVLO voor de start van vloeistofresuscitatie*
- De behandeling dient zo snel mogelijk na het ongeval te starten.
- Gerekend wordt vanaf het tijdstip van ongeval en al gegeven vochtvolume wordt meegerekend.
- De helft van het berekende volume wordt gegeven in de 1^e 8 uur en de andere helft in de opvolgende 16 uur

*Let op:

- Deze formule dient alleen als startvolume gebruikt te worden.
- De berekening van vochtvolume gaat vaak fout door:
 - rekenfouten
 - fouten in TVLO inschatting
 - fouten in gewicht
- Het vocht toegediend dient nauwlettend gemonitord te worden (diurese per uur) vanwege de grote risico's van overdosering.
- Gebrek aan monitoring kan leiden tot te veel (of te weinig) vochttoediening waarbij diverse complicaties kunnen ontstaan (longoedeem, intra-abdominale hypertensie, compartimentsyndromen, nierfalen etc.).

Rekenvoorbeeld volwassenen:

Gewicht (kg)	TVLO (%)	Volume (ml/24 uur)	Totaal volume 1 ^e 8 uur (ml)	Volume 1 ^e 8 uur (ml/uur)
60	15	3600	1800	225
70	15	4200	2100	262,5
80	15	4800	2400	300
90	15	5400	2700	337,5
100	15	6000	3000	375

De werkgroep adviseert het gebruik van de Parkland formule voor de start van vloeistofresuscitatie voor **kinderen** met brandwonden $\geq 10\%$ van het lichaamsoppervlak:

- De Parkland formule: 4 ml/kg/\%TVLO voor de start van vloeistofresuscitatie*
- De behandeling dient zo snel mogelijk na het ongeval te starten.
- Gerekend wordt vanaf het tijdstip van ongeval en al gegeven vochtvolume wordt meegerekend.
- De helft van het berekende volume wordt gegeven in de 1^e 8 uur en de andere helft in de opvolgende 16 uur

Daarnaast dient een onderhoudsinfuus gegeven te worden op basis van gewicht:

- Glucose-zout (glucose 2,5% en NaCl 0,45%):
 - 100 ml/kg/24 uur (tot 10 kg)
 - $+50 \text{ ml /kg/24 uur}$ (10-20 kg)
 - $+20 \text{ ml/kg/24 uur}$ (20-30kg)
- Let op: bij orale intake dient het volume naar beneden bijgesteld te worden.

*Let op:

- Deze formule dient alleen als startvolume gebruikt te worden.
- De berekening van vochtvolume gaat vaak fout door:
 - rekenfouten
 - fouten in TVLO inschatting
 - fouten in gewicht
- Het vocht toegediend dient nauwlettend gemonitord worden (diurese per uur) vanwege de grote risico's van overdosering.
- Gebrek aan monitoring kan leiden tot te veel (of te weinig) vochttoediening waarbij diverse complicaties kunnen ontstaan (longoedeem, intra-abdominale hypertensie, compartimentsyndromen, nierfalen etc.).
- Alert zijn op mogelijke ontwikkeling van hyponatriëmie bij kinderen.

Rekenvoorbeeld kinderen:

		Resuscitatie			Onderhoudsinfuus	
Gewicht* (kg)	TVLO (%)	Volume (ml/24 uur)	Volume 1 ^e 8 uur (ml)	Volume 1 ^e 8 uur (ml/uur)	Onderhoudsinfuus (ml/24 uur)	Onderhoudsinfuus (ml/uur)
10	10	400	200	25	1000	42
15	10	600	300	37,5	1250 (1000 + 250)	52
25	10	1000	500	62,5	1600 (1000 + 500 + 100)	67

*Wanneer het gewicht onbekend is, kan voor kinderen < 10 jaar de volgende vuistregel worden gebruikt (APLS 2011): leeftijd X 2,5 + 8 = gewicht in kg.
 Voorbeeld van kind van 6 jaar: $6 \times 2,5 + 8 = 23\text{kg}$.

Deelvraag 7D: Monitoren van vloeistofresuscitatie

Wat is de te prefereren methode van monitoren van vloeistofresuscitatie tijdens de eerste opvang?

Achtergrond

Bij ideale resuscitatie is er een adequate doorbloeding van de organen. Ideaal is het behouden van een matige hypovolemie ("permissive hypovolemia"). Omdat resuscitatie met te veel of te weinig vocht kan leiden tot diverse complicaties is het van belang om de 'snelheid' van vochttoediening te titreren. Onder-resuscitatie (onder-vulling) leidt tot verminderde weefselperfusie met kans op celbeschadiging, acuut nierfalen en mortaliteit. Te veel vochttoediening, ook wel 'fluid creep' genoemd, is geassocieerd met ontwikkeling van oedeem, een verhoogde compartiment druk, acute respiratoire distress syndroom (ARDS) en multiple orgaan falen (Klein 2007, Pham 2008, Saffle 2007). Dit is een bevinding die steeds vaker lijkt voor te komen in de huidige brandwondenzorg, en is internationaal gerapporteerd (Cancio 2004, Friedrich 2004).

Voor het monitoren van de resuscitatie wordt traditioneel gebruikt gemaakt van de urineproductie op basis waarvan de vochttoediening wordt getitreerd. In de laatste jaren zijn er door ontwikkeling van modernere apparatuur en technieken steeds meer potentiële fysiologische parameters bijgekomen. Er is nog veel discussie over het nut en de toegevoegde waarde van meer geavanceerde monitoring technieken vergeleken met de urineproductie.

Methode

Voor het beantwoorden van de deelvraag is de literatuur geselecteerd waarbij het effect van verschillende methode van monitoren van vloeistofresuscitatie (I) bij patiënten met acute brandwonden na een vlam of hete vloeistof verbranding (P) op het totale volume vocht toegediend in de eerste 24 uur beschreven wordt.

Vanwege gebrek aan wetenschappelijk bewijs is er niet gezocht en geselecteerd op uitkomstmaten en is niet gegradeerd voor mate van wetenschappelijk bewijs.

Samenvatting literatuur

De literatuursamenvatting leverde 1 richtlijn voor vloeistofresuscitatie (Pham 2008) en 1 richtlijn (NZGG 2007) en 2 consensus protocollen (Allison 2004, EMSB 2012) over eerste opvang van patiënten met brandwonden op. Daarnaast zijn er 1 systematische review, 2 RCT's en 1 retrospectief dossier onderzoek verschenen na de ontwikkeling van bovenstaande richtlijnen en gebruikt in deze paragraaf (zie bijlage 2, bewijstabellen 7D).

Richtlijnen en protocollen

In de ABA richtlijn is de aanbeveling om vloeistofresuscitatie (ongeacht type vochttoplossing) te titreren op geleide van een urineoutput tussen 0.5-1.0 ml/kg/uur in volwassenen (Pham 2008). In de richtlijn wordt aangegeven dat eerdere positieve indicaties van het herstel van pre-load (voorbelaasting van het hart) en cardiac output (hartminuutvolume) met agressievere vochtvolume toediening op geleide van het intra-thoracale bloed volume niet kon worden bevestigd door een grote gerandomiseerde studie (Holm 2004) en dat een 'pre-load' strategie daarom niet geadviseerd wordt voor patiënten met brandwonden. Daarnaast is er ook geen bewijs gevonden voor het titreren van resuscitatie op basis van invasief monitoren. Echter invasief monitoren (m.b.v. centraal veneuze katheters of pulmonale katheters) kan geïndiceerd zijn in speciale gevallen, zoals bij ouderen of patiënten die niet goed reageren op de standaard behandeling.

De aanbeveling uit het EMSB cursusboek is om op basis van urineproductie te titreren (EMSB 2012). Het volgen van de urineproductie met behulp van een blaaskatheter is de makkelijkste en meest betrouwbare methode van monitoren. Voor volwassenen wordt aangegeven om een urineproductie van 0.5 ml/kg/uur (≈30-50 ml/uur) aan te houden. Verder wordt aangegeven dat centraal invasief hemodynamisch monitoren soms geïndiceerd is bij patiënten met cardiale aandoeningen of andere ernstige bijkomend trauma. Overige parameters voor het bewaken van resuscitatie zijn:

hartfrequentie (echter is vaak verhoogd vanwege pijn en emoties), bloeddruk (accurate meting alleen mogelijk via invasieve drukmeting en aanbevolen bij grote brandwonden), elektrolyten en pH waarde (pH<7.33 is indicatie van onvoldoende weefsel perfusie). Daarnaast geven rusteloosheid, verwardheid en angst bij de patiënt vaak een indicatie van hypovolemie en een signaal om de vloeistofresuscitatie te controleren.

In de NZGG richtlijn wordt aangegeven dat monitoren nodig is met behulp van o.a. een blaaskatheter (geen streefwaarde aangegeven), ECG, polsslag, bloeddruk, ademhalingsfrequentie, pulsoximetrie of bloedgasen indien van toepassing (NZGG 2007).

Studies over monitoren /bewaken van resuscitatie

In de systematische review (Azzopardi 2009) zijn studies naar de rol van blaasdrukmeting bij het monitoren van resuscitatie onderzocht in relatie tot het ontwikkelen van intra-abdominale hypertensie (IAH), secundair abdominaal compartiment syndroom (ACS) en het aanpassen van de vloeistofresuscitatie. Uit de onderzochte wetenschappelijke literatuur werd geconcludeerd dat het constant monitoren van de intravesicale druk is aanbevolen om vloeistofresuscitatie te begeleiden, voor de vroege diagnose van IAH en secundaire ACS en om de betrouwbaarheid van urineproductie als maat voor orgaanperfusie te bewaken.

In een mono center RCT waren 35 volwassenen en 75 kinderen met brandwonden gerandomiseerd tot een vloeistofresuscitatie behandeling zonder titratie of tot een behandeling met titratie op basis van urineproductie (Belba 2009b). Er was significant meer volume vocht toegediend in de groep zonder titratie vergeleken met de groep met titratie (4.23 ± 1.54 vs 3.33 ± 1.44 ml/kg/%TVLO, $p < .006$). Hoewel er geen significant verschil was in mortaliteit en morbiditeit tussen beide groepen, was de mate van netto vocht toename* gerelateerd aan mortaliteit en morbiditeit.

*(netto vocht toename =verschil tussen het totaal volume toegediend en volume urineproductie).

In een kleine mono center RCT van 24 volwassen patiënten (>15% TVLO) werd het effect van twee resuscitatie regimes vergeleken op multi-organ dysfunction score (MODS) en centraal veneuze zuurstof saturatie (ScvO₂) in de eerste 3 dagen na het ongeval (Csontos 2008). Patiënten werden gerandomiseerd tot titratie van resuscitatie op basis van de urineproductie per uur (HUO) of de intrathoracale bloed volume index (ITBVI). In de 1^e 24 uur was ScvO₂ saturatie lager en MODS hoger in de HUO groep vergeleken met ITBVI groep. Geconcludeerd werd dat ITBVI mogelijk een beter parameter is dan HUO om resuscitatie te monitoren.

Monitoren van resuscitatie bij kinderen

In de ABA richtlijn is de aanbeveling om vloeistofresuscitatie (ongeacht type vocht oplossing) te titreren op geleide van de urineoutput tussen 1.0-1.5 ml/kg/uur voor kinderen (Pham 2008). De aanbeveling uit het EMSB cursusboek is om voor kinderen (<30 kg) een urineproductie van 1.0 ml/kg/uur na te streven, al is een urineproductie tussen de 0.5-2 ml/uur acceptabel (EMSB 2012).

In een retrospectief dossier onderzoek van 53 kinderen (>15% TVLO) werden 2 groepen kinderen met elkaar vergeleken waarbij beiden vloeistofresuscitatie kregen volgens de Parkland formule met titratie op basis van handhaving van urineproductie tussen 1 en 2 ml/kg/uur (Faraklas 2011). In de 1^e groep werd alleen Ringerlactaat als vocht oplossing gebruikt, terwijl in groep 2 was overgegaan op een 'colloïd rescue' vanwege steeds hoger wordende behoefte aan vocht (Ringerlactaat) op basis van gemeten urineproductie of dreigende ontwikkeling van complicaties. De 'colloïd rescue' bestond uit het toevoegen van een 5% albumine oplossing, met een ratio van 1/3 albumine en 2/3 Ringerlactaat oplossing. De I/O ratio werd berekend als totale vocht inname/urineproductie en geëvalueerd op bruikbaarheid om de vloeistofresuscitatie te monitoren. De resultaten lieten zien dat groep 1 een constante I/O ratio had, terwijl in groep 2 de ratio vergroot was totdat deze na de 'colloïd rescue'

weer terug ging naar vergelijkbare waarde als in groep 1. Geconcludeerd werd dat meting van I/O mogelijk een nuttige parameter is voor het monitoren van vloeistofresuscitatie.

Conclusies deelvraag 7D

- De meest gebruikte en aanbevolen methode voor titratie van vloeistofresuscitatie is op basis van het handhaven van de urineproductie tussen 0.5-1.0 ml/kg/uur voor **volwassenen** (*EMSB 2012, NZGG 2007, Pham 2008*).
- De meest gebruikte en aanbevolen methode voor titratie van vloeistofresuscitatie is op basis van het handhaven van de urineproductie tussen 1.0-1.5 ml/kg/uur voor **kinderen** (*EMSB 2012, Faraklas 2011, NZGG 2007, Pham, 2008*).
- Er is geen bewijs voor een verbeterde vochtbalans door gebruik van invasief monitoren of een pre-load strategie bij vloeistofresuscitatie in patiënten met brandwonden (*Pham 2008*).
- Het gebruik van een invasieve methode van monitoren wordt aanbevolen voor patiënten met hart aandoeningen en/of ernstige brandwonden die niet goed op vloeistofresuscitatie reageren (*Pham 2008, EMSB 2012*).
- De meest gebruikte en aanbevolen methoden voor het bewaken/monitoren van resuscitatie naast urineproductie zijn het regelmatig meten van hartfrequentie, bloeddruk, centrale bloeddruk, elektrolyten en de pH waarde (*EMSB 2012, NZGG 2007*).

Andere overwegingen

Klinische relevantie: De meeste studies beschreven in de samenvatting gaan niet specifiek over de eerste opvang maar over vloeistofresuscitatie in de eerste 24-48 uur. Van belang voor de eerste opvang zijn met name de conclusie over het titreren op basis van de urineproductie en de conclusie dat er geen bewijs is voor betere monitoring door middel van invasief monitoren of gebruik van een pre-load strategie. Monitoren op de SEH kan worden gedaan met behulp van een blaaskatheter, pulsoxymetrie, bloeddruk, hartfrequentie en lichaamstemperatuur. Daarnaast is het van belang dat er een goede documentatie plaatsvindt van de berekening, het gegeven volume vocht, urineoutput etc. (zie bijlage 3, overplaatsingsformulier).

Veiligheid (bijv. bijwerkingen, risico's of complicaties op korte of lange termijn): Vanwege de grote risico's op complicaties als er veel vocht wordt toegediend is regelmatig monitoren van urineproductie uitermate belangrijk, ook tijdens de eerste opvang en vervoer naar een brandwondencentrum. Het risico op overvulling is groter bij zuigelingen, bejaarden en bij patiënten met cardiale aandoeningen.

Op basis van de urineproductie dient de vochttoediening aangepast te worden. Als bij **volwassenen** de urineproductie onder 0,5 ml/kg/uur komt, moet het infuus met ca. 10% omhoog. Bij urineproductie boven 1,0 ml/kg/uur moet het infuus met ca. 10% omlaag. Bij **kinderen** geldt dat als de urineproductie onder 1,0 ml/kg/uur komt, het infuus met ca. 10% omhoog moet. Bij urineproductie boven 1,5 ml/kg/uur moet het infuus met ca. 10% omlaag. Bij kinderen onder de 1 jaar mag een hogere urineproductie tot 2,0 ml/kg/uur geaccepteerd worden (*APLS 2011*). Het is hierbij ook belangrijk om te vermelden dat bolus vloeistoffen niet geïndiceerd zijn, vanwege de risico's op overvulling, tenzij er sprake is van andere oorzaken van hypovolemie (bijv. bloedverlies).

Bij de volgende patiënten is er een extra vochtbehoefte: kinderen, inhalatietrauma, elektrisch letsel, stomp trauma en dehydratie (bijvoorbeeld brandweerpersoneel, patiënten met een intoxicatie).

In geval van hemochromogenurie, wordt urine donkerrood gekleurd door hemoglobine en myoglobine afbraakproducten. Dit komt voor bij patiënten met een uitgebreide diepe verbranding, elektrisch letsel, stomp trauma en weefsel ischemie. Doordat deze afbraakproducten neerslaan in de proximale tubuli kan er acute nierinsufficiëntie ontstaan. De diurese dient in dat geval verhoogd te

worden tot 1-2 ml/kg/uur door verhogen van infuussnelheid en het toedienen van Mannitol (100 ml, 20%). Bij kinderen kan de diurese verhoogd worden (naar > 2 ml/kg/uur) door middel van extra vochttoediening en Mannitol (0.25-0.5 gr/kg) nadat eerst het vocht is verhoogd. Alkaliseren van de urine bevordert daarnaast de uitscheiding van myoglobine.

Bij patiënten met elektrisch letsel kan er een grotere vochtbehoefte zijn dan op basis van de grootte van de brandwond zou worden verwacht. Bij de eerste tekenen van rood kleuren van de urine dient de infuussnelheid te worden verhoogd zodat een hogere urineproductie van 1-2 ml/kg kan worden gehandhaafd totdat urine weer normaal van kleur is. Als de urineproductie niet kan worden gehandhaafd kan het gebruik van Mannitol overwogen worden als ook het alkaliseren van de urine (zie ook hierboven) (EMSB 2012).

Met betrekking tot vloeistofresuscitatie is het vanuit het patiëntperspectief van belang dat er duidelijkheid is over of en hoeveel er gedronken mag worden. Tijdens de eerste opvang op de plaats van ongeval/incident en het primaire vervoer wordt de patiënt in principe nuchter gehouden.

Volgens het wetenschappelijke bewijs en de in de praktijk meest gebruikte methode is het monitoren van de urineproductie tijdens vloeistofresuscitatie de belangrijkste parameter om te monitoren, ook tijdens de eerste opvang op de SEH en tijdens vervoer naar een brandwondencentrum. Daarnaast is het van belang om de hartfrequentie, bloeddruk, centrale bloeddruk, nierfunctie, elektrolyten en de Ph waarde te blijven monitoren. Op basis van de urineoutput moet de vochttoediening aangepast worden.

Aanbevelingen

Volgens de werkgroep dient bij **volwassenen** de vloeistofresuscitatie gemonitord te worden op basis van de urineproductie (0.5 ml/kg/uur).

Volgens de werkgroep dient bij **kinderen** vloeistofresuscitatie gemonitord te worden op basis van de urineproductie (1.0-1.5 ml/kg/uur).

Bij kinderen < 1 jaar is een hogere urineproductie geaccepteerd (tot 2.0 ml/kg/uur).

Volgens de werkgroep dient de vloeistofresuscitatie voor **volwassenen en kinderen*** getitreerd te worden op geleide van urineproductie en vitale functies.

In geval van hemochromogenurie diurese verhogen tot 1-2 ml/kg/uur door verhogen infuussnelheid, toedienen van Mannitol en alkaliseren van urine.

*Let op: bij kinderen dient alleen het resuscitatievolume bijgesteld te worden, niet het onderhoudsinfuus.

De extra vochtbehoefte bij patiënten die beademd worden of met elektrisch letsel, stomp trauma of dehydratie kan/dient te worden gemonitord aan de hand van de urineproductie.

Vanuit patiëntperspectief is het van belang dat er helder wordt gecommuniceerd naar de patiënt of orale intake van vocht is toegestaan.

Referenties

- Advanced Trauma Life Support® ATLS® Student course manual, 2012
- Allison K, Porter K. Consensus pre-hospital approach to burns patient management. *Emerg Med J* 2004;21:112-4
- Advanced Paediatric Life Support de Nederlandse editie (APLS), 2011
- Azzopardi EA, McWilliams B, Iyer S, Whitaker IS. Fluid resuscitation in adults with severe burns at risk of secondary abdominal compartment syndrome - An evidence based systematic review. *Burns* 2009; 35(7):911-20
- Baartmans MGA, van Baar ME, Boxma H, Dokter J, Tibboel D, Nieuwenhuis MK. Accuracy of burn size assesment prior to arrival in Dutch Burn centres and its consequences in children: a nationwide evaluation. *Injury* 2012;43(9):1451-6
- Baker RHJ, Akhavani MA, Jallali N. Resuscitation of thermal injuries in the United Kingdom and Ireland. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2007; 60:682-5
- Barrow RE, Jeschke MG, Herndon DN. Early fluid resuscitation improves outcomes in severely burned children. *Resuscitation* 2000; 45:91-96
- Baxter C. Fluid resuscitation, burn percentage, and physiological age. *J Trauma* 1979; 19(11 Suppl):864-5
- Béchir M, Puhan MA, Neff SB, Guggenheim M, Wedler V, Stover JF, et al. Early fluid resuscitation with hyperoncotic hydroxyethyl starch 200/0.5 (10%) in severe burn injury. *Critical Care* 2010;14:R123
- Belba MK, Petrela EY, Belba GP. Comparison of hypertonic vs isotonic fluids during resuscitation of severely burned patients. *Am J Emerg Med* 2009a;27:1091-6
- Belba M, Aleksy A, Nezha I, Tafaj S, Shtylla M, Belba G. Net fluid accumulation and outcome. A randomized clinical trial. *Annals of Burns and Fire Disasters* 2009b; 22(1):16-21
- Breederveld RS, Nieuwenhuis MK, Tuinebreijer WE, Aardenburg B. Effect of training in the emergency management of severe burns on the knowledge and performance of emergency care workers as measured by an online simulated burn incident. *Burns* 2011;37(2):281-7
- Bunn F, Roberts IG, Tasker R, Trivedi D. Hypertonic versus near isotonic crystalloid for fluid resuscitation in critically ill patients. *Cochrane Database Syst Rev* 2004; Issue 3 (Edited version published in Issue 4, 2008)
- Cancio LC, Chavez S, Alvarado-Ortega M, et al. Predicting increased fluid requirements during the resuscitation of thermally injured patients. *J Trauma* 2004; 56: 404-413
- Chung KK, Wolf SE, Cancio LC, Alvarado R, Jones JS, McCorcle J, et al. Resuscitation of severely burned military casualties: fluid begets more fluid. *J Trauma* 2009;67(2)231-7
- Csontos C, Foldi V, Fischer T, Bogar L. Arterial thermodilution in burn patients suggests a more rapid fluid administration during early resuscitation. *Acta Anaesthesiol Scand* 2008;52:742-9
- Cubison TCS, Gilbert PM. So much for percentage, but what about the weight? *Emerg Med J* 2005; 22:643-645
- Demling RH. The burn edema process: current concepts. *J Burn Care Rehabil* 2005;26:207-27
- Education Committee of the Australian and New Zealand Burn Association. Emergency Management of Severe Burns (EMSB) cursusboek. Nederlandse versie, Nederlandse Brandwonden Stichting, 2012.
- Fakhry SM, Alexander J, Smith D, Meyer AA, Peterson HD. Regional and institutional variation in burn care. *J Burn Care Rehabil* 1995; 16(1):86-90
- Faraklas I, Lam U, Cochran A, Stoddard G, Saffle J. Colloid normalizes resuscitation ratio in pediatric burns. *J Burn Care Res* 2011; 32:91-7
- Freiburg C, Igneri P, Sartorelli K, Rogers F. Effects of differences in percent total body surface area estimation on fluid resuscitation of transferred burn patients. *J Burn Care Res* 2007;28(1):42-8.
- Friedrich JB, Sullivan SR, Engrav LH, Round KA, Blayney CB, Carrougher GJ, et al. Is supra-baxter resuscitation in burn patients a new phenomenon? *Burns* 2004; 30(5):464-6
- Greenhalgh DG. Burn resuscitation: The results of the ISBI/ABA survey. *Burns* 2010; 36:176-82

- Hettiarchy S, Papini R. ABC of burns. Initial management of a major burn: I-overview. *BMJ* 2004;328:1555-7
- Holm C, Mayr M, Tegeler J, et al. A clinical randomized study on the effects of invasive monitoring on burn shock resuscitation. *Burns* 2004;30:798-807.
- Huang PD, Stucky FS, Dimick AR, Treat RC, Bessey PQ, Rue LW. Hypertonic sodium resuscitation is associated with renal failure and death. *Annals of Surgery* 1995;221(5):543-557
- Klein MB, Hayden D, Elson C, Nathens AB, Gamelli RL, Gibran NS, et al. The Association between fluid administration and outcome following major burn. *Annals of Surgery* 2007; 245(4):622-8
- Landelijk Protocol Ambulancezorg (LPA 7.2), 2011
- Lawrence A, Faraklas I, Watkins H, et al. Colloid administration normalizes resuscitation ratio and ameliorates "fluid creep". *J Burn Care Rehabil* 2010; 31:40-7
- Luo G, Peng Y, Uuan Z, Cheng W, Wu J, Tang J, et al. Fluid resuscitation for major burn patients with the TMMU protocol. *Burns* 2009; 35(8):1118-23
- Monafó W. Initial Management of Burns. *New Engl J of Med* 1966;355(21):1581-86
- Mitra B, Fitzgerald M, Cameron P, Cleland H. Fluid resuscitation in major burns. *ANZ J Surg* 2006;76:35-8
- New Zealand Guidelines Group (NZGG). Management of burns and scalds in primary care. Wellington (NZ): Accident Compensation Corporation (ACC); 2007:1-116
- Perel P, Roberts I. Colloids versus crystalloids for fluid resuscitation in critically ill patients. *Cochrane Database Syst Rev* 2011; Issue 3
- Pham TN, Cancio LC, Gibran NS. American Burn Association Practice Guidelines Burn Shock Resuscitation. *J Burn Care Res* 2008;29(1):257-66
- Roberts I, Blackhall K, Alderson P, Bunn F, Schierhout G. Human albumin solution for resuscitation and volume expansion in critically ill patients. *Cochrane Database Syst Rev* 2011; Issue 11
- Saffle JR. The Phenomenon of "Fluid Creep" in acute burn resuscitation. *J Burn Care Res* 2007;28:382-95
- Spelten O, Wetsch WA, Braunecker S, Genzwürker H, Hinkelbein J. Abschätzung des substituionsvolumens nach verbrennungstrauma. Systematische übersichtsarbeit über publizierte formeln. *Der Anaesthesist* 2011; 4:303-311
- Vlachou E, Gosling P, Moiemens NS. Hydroxyethylstarch supplementation in burn resuscitation. A prospective randomised controlled trial. *Burns* 2010; 36(7):984-91

8. Verwijscriteria naar een brandwondencentrum voor kinderen en volwassenen

Uitgangsvraag:

Wanneer dient contact te worden opgenomen met een brandwondencentrum en welke factoren bepalen de urgentie van verwijzing van kinderen en volwassenen naar een brandwondencentrum?

Algemene achtergrond

De brandwondenzorg in een brandwondencentrum wordt gekenmerkt door een multidisciplinaire aanpak op een bouwkundig aangepaste afdeling. Het gespecialiseerde behandelteam, bestaande uit onder andere (plastisch) chirurgen, intensivisten, kinderartsen, verpleegkundigen en paramedici, waarborgt een optimale medische behandeling voor het slachtoffer met brandwonden. Daarnaast is er expertise in de begeleiding van het gezin en familie (Vloemans 2012). Niet elk slachtoffer met brandwonden heeft deze uitgebreide medische zorg nodig en om de beperkte capaciteit van de Nederlandse brandwondencentra goed te benutten zijn er verwijscriteria opgesteld. Deze verwijscriteria zijn erop gericht om slachtoffers met de meest ernstige en complexe brandwonden de juiste specialistische zorg te bieden.

Methode

Uit de zoekstrategie zijn geen wetenschappelijke studies gevonden over welke factoren de urgentie bepalen van verwijzing van slachtoffers met brandwonden naar een brandwondencentrum. Voor deze uitgangsvraag is daarom gebruik gemaakt van richtlijnen, consensus protocollen en overige literatuur die verwijscriteria bij slachtoffers met brandwonden beschrijven.

Resultaten (samenvatting van de literatuur, richtlijnen en praktijkervaring)

Verwijscriteria zijn bedoeld om de slachtoffers met complexere brandwonden de gespecialiseerde zorg te bieden die ze nodig hebben. Dat het toepassen van de verwijscriteria niet altijd goed gaat, laten de resultaten van twee recente studies zien (Carter 2010, Rose 2010). Een Amerikaanse retrospectieve studie vergeleek de ICD-9 ontslagcodes van volwassen slachtoffers met brandwonden in brandwondencentra met niet- brandwondencentra. Resultaten lieten zien dat 48% van de mensen behandeld in niet- brandwondencentra eigenlijk voldeden aan de verwijscriteria zoals de American Burn Association die heeft opgesteld. Van de slachtoffers die opgenomen waren in een brandwondencentrum voldeed 88% aan de verwijscriteria (Carter 2010). Een vergelijkbaar retrospectief dossier onderzoek heeft plaatsgevonden in Engeland (Rose 2010). Hierbij zijn de dossiers van 190 kinderen bekeken en de resultaten lieten zien dat 93 (49%) kinderen die aan de verwijscriteria voldeden niet verwezen werden naar een brandwondencentrum. Hiervan voldeden 47% aan het criterium “jonger dan 5 jaar” en 46% aan het criterium “brandwonden in specifieke gebieden (gelaat, handen en voeten)”. De meerderheid van deze groep (63%) had uiteindelijk maar één of twee follow-up behandelingen nodig, terwijl bij zeven kinderen sprake was van complicaties in het verdere behandeltraject.

Verwijscriteria verschillen per land en voor de Nederlandse situatie zijn de verwijscriteria zoals die door de American Burn Association (ABA), de Australian and New Zealand Burn Association (ANZBA) en de European Burns Association (EBA) worden gehanteerd het meest toepasbaar (ABA 2006, Brychta 2011, EMSB 2012). De verwijscriteria van deze drie organisaties komen grotendeels overeen en verschillen slechts in details. In Tabel 8.1 staan de verwijscriteria gegroepeerd met de criteria van de ANZBA (EMSB) als basis en inclusief de huidige Nederlandse verwijscriteria. Daarnaast adviseert een werkgroep van Europese brandwondspecialisten om slachtoffers waarbij de brandwonden in de eerste twee weken na het ongeval onvoldoende tekenen van genezing laten zien, te verwijzen naar een brandwondencentrum (Alsbjörn 2007).

H8 Verwijscriteria

Tabel 8.1: Verwijscriteria zoals gehanteerd door de ANZBA, EBA, ABA en Nederlandse Brandwonden Stichting.

ANZBA (EMSB)	EBA	ABA	Brandwonden- stichting
Brandwonden > 10% TVLO	Brandwonden van: >20% TVLO bij volwassenen >10% TVLO bij 65+-ers	Brandwonden > 10% TVLO	Brandwonden > 10% TVLO
Brandwonden > 5% TVLO bij kinderen	Brandwonden van: >5% TVLO in kinderen onder de 2 jaar >10% TVLO in kinderen tussen de 3-10 jaar >15% TVLO in kinderen tussen de 10-15 jaar	-	Brandwonden > 5% TVLO bij kinderen
Brandwonden over functionele gebieden (gelaat, handen, voeten, genitalia, perineum en grote gewrichten) en circulaire brandwonden van de ledematen of borst.	Brandwonden van het gelaat, handen, genitalia en grote gewrichten. Circulaire brandwonden bij alle leeftijden.	Brandwonden van het gelaat, handen, voeten, genitalia, perineum en grote gewrichten.	Brandwonden over functionele gebieden (gelaat, handen, genitalia, gewrichten). Circulaire brandwonden aan hals, thorax en ledematen.
Derdegraads brandwonden >5% TVLO	Diep tweede en derdegraads brandwonden van elke grootte en bij alle leeftijden.	Derdegraads brandwonden bij alle leeftijden.	Derdegraads brandwonden >5% TVLO
Brandwonden t.g.v. elektriciteit	Grote brandwonden t.g.v. elektriciteit	Grote brandwonden t.g.v. elektriciteit (incl. blikseminslag)	Brandwonden t.g.v. elektriciteit
Chemische verbrandingen	Grote chemische verbrandingen	Chemische verbrandingen	Chemische verbrandingen
Brandwonden met een vermoeden van inhalatieletsel	Brandwonden met een vermoeden van inhalatieletsel.	Inhalatieletsel	Brandwonden gecombineerd met een inhalatietrauma.
Brandwonden met een ander begeleidend trauma	Brandwonden met een ander begeleidend trauma of aandoening die de behandeling en genezing kunnen beïnvloeden en mortaliteit verhogen.	Brandwonden met een ander begeleidend trauma (zoals fracturen) waarbij de brandwond het grootste risico op morbiditeit en mortaliteit vormt. In die gevallen dat het begeleidend trauma het grootste risico geeft, kan het slachtoffer voor vervoer naar een BWC eerst gestabiliseerd worden in een trauma centrum.	Brandwonden gecombineerd met een ander begeleidend letsel.
Verbranding bij patiënten met pre-existente aandoeningen, die de behandeling en genezing kunnen beïnvloeden en mortaliteit verhogen.		Verbranding bij patiënten met pre-existente aandoeningen, die de behandeling en genezing kunnen beïnvloeden en mortaliteit verhogen.	Brandwonden bij slachtoffers met een pre-existente ziekte
Brandwonden bij uitersten van leeftijd: jonge kinderen en bejaarden			Brandwonden bij kinderen en bejaarden
Brandwonden bij zwangere vrouwen			
Niet-accidentele brandwonden			Bij twijfel aan de vermelde ongevalstoedracht
	Slachtoffers die vloeistof-resuscitatie nodig hebben.		
	Elke brandwond waarbij er twijfel over de behandeling is.		
	Slachtoffers met brandwonden	Slachtoffers met brandwonden die	

	die speciale sociale, emotionele of langdurige revalidatie nodig hebben.	speciale sociale, emotionele of langdurige revalidatie nodig hebben.	
	Aandoeningen geassocieerd met brandwonden, zoals toxische epidermale necrolyse, necrotiserende fasciitis, staphylococcal scalded skin syndrome etc., wanneer het aangedane gebied 10% is bij kinderen en 15% bij volwassenen of bij twijfel over de behandeling.		
		Kinderen met brandwonden opgenomen in ziekenhuizen zonder gekwalificeerd personeel of faciliteiten gericht op de zorg voor kinderen.	

Van resultaten naar aanbeveling

De resultaten bestaan uit richtlijnen, consensus protocollen en overige literatuur die verwijscriteria bij slachtoffers met brandwonden beschrijven. Op basis van deze criteria en de ervaringen van de werkgroepsleden zijn verwijscriteria opgesteld die toepasbaar zijn voor de Nederlandse situatie.

Aanbevelingen

Bij alle patiënten die voldoen aan één of meer van de volgende criteria dient er contact opgenomen te worden met een brandwondencentrum voor advies en eventueel verwijzing.

- Brandwonden $\geq 10\%$ TVLO bij volwassenen
- Brandwonden $\geq 5\%$ TVLO bij kinderen
- Volledige dikte brandwonden $\geq 5\%$ TVLO
- Brandwonden over functionele gebieden (gelaat, handen, voeten, genitalia, perineum en grote gewrichten)
- Circulaire brandwonden aan hals, romp of ledematen
- Brandwonden t.g.v. elektriciteit (hoog voltage), inclusief brandwonden t.g.v. blikseminslag
- Chemische letsels
- Brandwonden met een vermoeden van inhalatieletsel (zie hoofdstuk 5, intubatie)
- Brandwonden met een ander begeleidend trauma of (pre-existente) aandoening die de behandeling en genezing kan beïnvloeden en mortaliteit verhogen.
- Brandwonden bij uitersten van leeftijd: jonge kinderen (≤ 1 jaar) en ouderen (≥ 75 jaar)
- Niet-accidentele brandwonden
- Brandwonden waarbij twijfel bestaat over de vermelde ongevalstoedracht in combinatie met twijfel over competentie/toerusting van de eigen instelling voor deze problematiek.

Indien een brandwond in de twee weken na het ongeval onvoldoende tekenen van genezing laat zien, dient het slachtoffer doorverwezen te worden naar een brandwondencentrum.

Indien een slachtoffer met brandwonden aan een van bovenstaande criteria voldoet, dient men eerst contact op te nemen met een brandwondencentrum (BWC), alvorens overplaatsing plaatsvindt.

Telefoonnummers en websites van ziekenhuizen met een brandwondencentrum

BWC Beverwijk, Rode Kruis ziekenhuis: tel (0251) 265555

www.rkz.nl

BWC Groningen, Martini ziekenhuis: tel (050) 5245245

www.martiniziekenhuis.nl

BWC Rotterdam, Maasstad ziekenhuis: tel (010) 2911911

www.maasstadziekenhuis.nl

Referenties

- Alsbjörn B, Gilbert P, Hartmann B, Kaźmierski M, Monstrey S, Palao R, et al. Guidelines for the management of partial-thickness burns in a general hospital or community setting – Recommendations of a European working party. *Burns* 2007;33(2):155-60.
- American Burn Association (2006) Chapter 14: Guidelines for the operation of burn centers. In American College of Surgeons (ed.1), *Resources for optimal care of the injured patient* (pp 79-86).
- Brychta P, Magnette A. European practice guidelines for burn care (Minimum level of burn care provision in Europe). The Hague, the Netherlands 2011
- Carter JE, Lucas PN, Holmes JH. Adherence to burn center referral criteria: are patients appropriately being referred? *J burn Care Res* 2010;31(1)26-30.
- Emergency Management of Severe Burns. EMSB cursusboek, Nederlandse versie 2012
- Rose AM, Hassan Z, Davenport K, Evans N, Falder S. Adherence to National Burn Care Review referral criteria in a paediatric emergency department. *Burns* 2010;36(8)1165-71.
- Vloemans J, Tempelman F, Breederveld R, van Zuijlen P. Reactie op: Grootte brandwond sterkste voorspeller overleving bij kinderen. *Ned Tijdschr Geneesk* 2012;156:C1236.

9. Vervoer en overplaatsing van de patiënt met brandwonden naar een brandwondencentrum

Uitgangsvraag:

Welke maatregelen dienen te worden toegepast om een adequaat vervoer van de patiënt met brandwonden naar een ziekenhuis of brandwondencentrum te verzorgen?

Algemene achtergrond

Het vervoer van een patiënt met brandwonden kan onderverdeeld worden in primair en secundair vervoer. Onder primair vervoer wordt verstaan het prehospitale vervoer van de plaats van het ongeval naar het dichtstbijzijnde ziekenhuis. Hier wordt de patiënt verder gestabiliseerd en geëvalueerd of de patiënt doorverwezen moet worden naar een meer gespecialiseerd ziekenhuis, al dan niet een brandwondencentrum. Het vervoer horende bij een overplaatsing is het secundaire vervoer.

Resultaten (samenvatting van de literatuur, richtlijnen, protocollen en praktijkervaring)

Uit de zoekstrategie worden vooral wetenschappelijke studies gevonden over de voor- en nadelen van zowel primair als secundair transport met een helikopter. Hieruit blijkt dat bij veel patiënten die vervoerd worden met een traumahelikopter, het vervoer achteraf ook per ambulance had kunnen plaatsvinden. De basis voor dit onnodige gebruik van een traumahelikopter is veelal een overschatting van de ernst van de brandwonden (Saffle 2004, Slater 2002). Uit een Brits consensus protocol blijkt dat patiënten met brandwonden zo snel mogelijk naar het dichtstbijzijnde ziekenhuis met een SEH vervoerd moeten worden (Allison 2004). Daarnaast blijkt uit een studie van Klein et al. dat er geen verschil is tussen patiënten die rechtstreeks naar een brandwondencentrum worden vervoerd of die overgeplaatst worden wat betreft mortaliteit, opnameduur of kosten (Klein 2006). Zowel het primaire als het secundaire vervoer bestaat grofweg uit drie stappen: de voorbereiding, het vervoer en de overdracht.

Primair vervoer:

De voorbereiding bij primair vervoer bestaat in de eerste plaats uit de opvang van het slachtoffer en verschilt in opzet niet van die van een trauma patiënt zoals beschreven in de Advanced Trauma Life Support (ATLS), de Advanced Pediatric Life Support (APLS) en het Landelijk Protocol Ambulancezorg (LPA) (APLS 2011, ATLS 2012, LPA 2011). De cursus Emergency Management of Severe Burns (EMSB) is ook gebaseerd op de ATLS en APLS met de nadruk op de specifieke aspecten voor patiënten met brandwonden (EMSB 2012). Dit staat verder beschreven in hoofdstuk 2, handelen op plaats van ongeval en hoofdstuk 4, primaire opvang. Daarnaast moet geëvalueerd worden of de patiënt met brandwonden mogelijk een inhalatieletsel heeft (zie hoofdstuk 5, intubatie). Bij een vermoeden van inhalatieletsel moet de patiënt halfzittend vervoerd worden om de kans op respiratoire obstructie zo minimaal mogelijk te houden. Ook een geïntubeerde patiënt dient halfzittend vervoerd te worden. Bij brandwonden van de extremiteiten is elevatie van het aangedane deel gewenst om oedeemvorming te beperken (APLS 2011, ATLS 2012, EMSB 2012). De overdracht van een patiënt met brandwonden verschilt niet met de overdracht zoals beschreven in de ATLS en APLS.

Secundair vervoer:

De voorbereiding van secundair vervoer van een ziekenhuis naar een brandwondencentrum verschilt in essentie niet met de voorbereiding van primair vervoer. Een voorwaarde voor vervoer is dat de patiënt met brandwonden stabiel is. Als een patiënt aan de verwijzingscriteria voldoet (zie hoofdstuk 8, verwijscriteria), dient de verwijzer telefonisch contact te zoeken met het brandwondencentrum waar de patiënt naar overgeplaatst wordt. Deze aankondiging is nodig om te voorkomen dat een patiënt bij een brandwondencentrum verschijnt terwijl dat brandwondencentrum op dat moment geen opnamecapaciteit heeft. In dat geval zal de patiënt naar een ander brandwondencentrum

overgeplaatst moeten worden. Dit telefonisch overleg kan tevens gebruikt worden om de eventuele noodzaak van intubatie te bespreken. Het vervoer kan plaatsvinden met een reguliere ambulance en ambulancebezetting tenzij de patiënt geïntubeerd is of als IC-patiënt geclassificeerd is. Dan dient het vervoer niet alleen door ambulancepersoneel te worden verzorgd, maar is ook 'extra begeleiding door ter zake deskundige vereist' (LPA 2011), bijvoorbeeld een (kinder)intensivist. Ook bij een vermoeden van een inhalatieletsel is begeleiding door ter zake deskundige vereist. Het gevolg hiervan is dat er een vertraging in vervoer optreedt. Bij urgent secundair vervoer kan ook een MMT ingeschakeld worden. Bij brandwonden van de extremiteiten is elevatie van het aangedane deel gewenst om oedeemvorming te beperken (APLS 2011, ATLS 2012, EMSB 2012). De overdracht van een patiënt met brandwonden verschilt niet met de overdracht zoals beschreven in de ATLS en APLS. De verwijzer is verantwoordelijk voor een zo compleet mogelijke overdracht. Hiervoor kan men het overplaatsingsformulier gebruiken dat beschikbaar is via www.brandwondenstichting.nl en als bijlage aan deze richtlijn is toegevoegd (bijlage 3, overplaatsingsformulier).

Van resultaten naar aanbevelingen

De resultaten bestaan uit richtlijnen, consensus protocollen en overige literatuur die het vervoer en overplaatsing van slachtoffers met brandwonden beschrijven. Op basis van deze resultaten en de ervaringen van de werkgroepsleden zijn aanbevelingen opgesteld die toepasbaar zijn voor de Nederlandse situatie.

Aanbevelingen

De werkgroep adviseert het gebruik van de ABCDE-methodiek en de vervoersrichtlijn zoals beschreven in het LPA voor het vervoer van een slachtoffer met brandwonden.

Bij verbranding van nek, hals en/of hoofd dient de patiënt met brandwonden halfzittend vervoerd te worden.

Bij vermoeden van inhalatietrauma dient de patiënt met brandwonden halfzittend vervoerd te worden.

Een geïntubeerde patiënt dient halfzittend vervoerd te worden.

Bij brandwonden van de extremiteiten is elevatie van het aangedane deel gewenst.

Bij overplaatsing moeten de volgende maatregelen getroffen worden:

- Waarborgen ademhaling: vrije luchtweg en zuurstoftoediening
- Circulatie stabiliseren: intraveneuze toegangen en vochttoediening
- Wonden zo schoon mogelijk afdekken: non-adhesive verbanden/metalline lakens
- Adequate pijnbestrijding
- Tetanusprofylaxe: conform landelijk protocol
- Overleg met brandwondencentrum: wijze van transport, tijdstip vertrek
- Eerste opvang gedocumenteerd: documentatie meesturen

Om de kans op hypothermie te minimaliseren is bij overplaatsing het gebruik van een koeldekken gecontra-indiceerd.

Bij overplaatsing dient men bij voorkeur gebruik te maken van het overplaatsingsformulier in bijlage 3.

Aandachtspunt

Uit een focusgroepbijeenkomst van mensen met brandwonden is o.a. gebleken dat het voor patiënten onduidelijk was waarom ze door de ambulance eerst naar het dichtstbijzijnde ziekenhuis in plaats van gelijk naar een brandwondencentrum gebracht werden. Het informeren van de patiënt en hun naasten over waar het vervoer naar toe gaat en uitleg waarom hiervoor gekozen wordt, geeft de patiënt en hun naasten duidelijkheid en schept vertrouwen in de gegeven zorg.

Referenties

- Allison K, Porter K. Consensus on the pre-hospital approach to burns patient management. *Injury* 2004;35(8):734-8.
- Advanced Paediatric Life Support de Nederlandse editie (APLS), 2011
- Advanced Trauma Life Support® ATLS® Student course manual, 2012.
- Education Committee of the Australian and New Zealand Burn Association. Emergency Management of Severe Burns (EMSB) cursusboek. Nederlandse versie, Nederlandse Brandwonden Stichting, 2012.
- Klein MB, Nathens AB, Heimbach DM, Gibran NS. An outcome analysis of patient transferred to a regional burn center: transfer status does not impact survival. *Burns* 2006;32(8):940-5
- Landelijk Protocol Ambulancezorg (LPA 7.2), 2011.
- Saffle JR, Edelman L Morris SE. Regional air transport of burn patient: a case for telemedicine? *J Trauma* 2004;57(1):57-64.
- Slater H, O'Mara MS, Goldfarb IW. Helicopter transportation of burn patients. *Burns* 2002;28(1):70-2.

10. Implementatie van de richtlijn

Uitgangsvraag:

Hoe kan de implementatie van deze richtlijn worden gewaarborgd?

Inleiding

De implementatie van multidisciplinaire richtlijnen is in Nederland vooralsnog niet intensief onderzocht. Onderzoek naar de implementatie van standaarden (voor huisartsen) is iets beter beschikbaar. Uit deze onderzoeken kunnen conclusies getrokken worden, die waarschijnlijk ook relevant zijn voor de implementatie van multidisciplinaire richtlijnen.

In een onderzoeksrapport 'Effectieve implementatie: theorieën en strategieën' zijn belemmerende en bevorderende factoren voor de implementatie van standaarden en richtlijnen weergegeven (Hulscher 2000). In dit onderzoeksrapport en in een eerder rapport worden overzichtsartikelen met betrekking tot verschillende implementatiestrategieën becommentarieerd (Hulscher 2000, Grol 2003). Uit deze onderzoeken blijkt dat richtlijnen, die gemaakt en verspreid worden door erkende specialisten op dat gebied, die recht doen aan de gangbare praktijk en die 'interactief' verspreid worden relatief succesvol blijken. Uiteraard hebben ook vorm en inhoud van een richtlijn belangrijke invloed op de acceptatie van de richtlijn en - na acceptatie - op de implementatie (Grol 1998). Ideale richtlijnen zijn valide, betrouwbaar, reproduceerbaar, multidisciplinair, toepasbaar en flexibel, duidelijk, eenduidig en goed gedocumenteerd. Verder is het bevorderlijk voor de kwaliteit van een richtlijn dat een testtraject voor implementatie wordt uitgezet, dat de uitvoering ervan evalueerbaar is en op basis daarvan aangepast kan worden. Van belang is tevens dat in de richtlijn, waar relevant, behalve aan het zorgverlenerperspectief ook aandacht wordt geschonken aan patiëntperspectief en aan het maatschappelijk perspectief (bijvoorbeeld: kosten en organisatie van zorg, arbeidsintegratie) (Gezondheidsraad 2000). Tenslotte is het van belang dat de richtlijn na implementatie ook daadwerkelijk geëvalueerd wordt en, indien nodig aangepast aan nieuwe inzichten. Een instrument ter controle van deze items is beschikbaar (AGREE-instrument).

De richtlijn 'Eerste opvang van brandwondpatiënten in de acute fase (1^{ste} 24 uur) van verbranding en verwijzing naar brandwondencentra' is zoveel mogelijk opgesteld aan de hand van deze AGREE-criteria. De richtlijn is transparant in de argumentatie voor wat betreft de balans tussen wetenschappelijke overwegingen en overige overwegingen, zoals praktijkorganisatie, patiëntwensen en voorkeuren en maatschappijbelang.

Naast een intrinsiek optimaal opgestelde richtlijn kunnen meerdere maatregelen de implementatie van de richtlijn bevorderen.

De belangrijkste conclusies ten aanzien van de effectiviteit van implementatiestrategieën van richtlijnen zijn (NHS 1999; Bero 1998; Wensing 1994; Wensing 1998):

- Voor optimale implementatie van de richtlijn moet aandacht worden besteed aan factoren die compliantie met de richtlijn kunnen bevorderen of belemmeren (per doelgroep en/of setting); een goede analyse van deze bevorderende en belemmerende factoren is noodzakelijk vóór implementatie.
- Er bestaat geen één-op-één relatie tussen de theorieën betreffende de implementatie en de concrete implementatiestrategieën.
- Het is onmogelijk om één optimale interventie (enkelvoudig of samengesteld) aan te bevelen voor het bevorderen van implementatie van vernieuwing of verandering (richtlijn), meerdere strategieën zullen moeten worden gecombineerd.

Implementatie richtlijn

De werkgroep rekent het niet tot haar taak exact weer te geven hoe deze richtlijn geïmplementeerd zal moeten worden. Wel wil zij in deze beknopte bijdrage een aantal voorstellen ter bevordering van de implementatie doen.

De volgende activiteiten zijn reeds ondernomen of in gang gezet ter bevordering van de implementatie van deze richtlijn:

- De richtlijn bevat stroomdiagrammen voor diagnostiek en behandeling die als samenvatting van de richtlijn dienen.
- De richtlijn wordt zo intensief mogelijk verspreid onder de leden van de verschillende beroepsverenigingen.
- De (inhoud van de) richtlijn wordt opgenomen in de nascholing en het cursusaanbod van de betrokken beroepsorganisaties.
- Informatie over de richtlijn wordt verstrekt in publicaties in het Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde, Woundcare Consultant Society (WCS) Nieuws, Huisarts & Wetenschap, Medisch Contact, en zo mogelijk in andere tijdschriften.
- Ontwikkeling van een patiëntenversie en patiëntenvoorlichtingsmateriaal ter ondersteuning van de richtlijn.
- Jaarlijks wordt de inhoud van de richtlijn door Brandwondenzorg Nederland getoetst en beoordeeld of gehele of gedeeltelijke bijstelling noodzakelijk is.
- De richtlijn komt integraal op de websites van de brandwondencentra, de Nederlandse Brandwonden Stichting en het CBO (www.cbo.nl). Daar waar mogelijk wordt de richtlijn gepubliceerd op de websites van de betrokken wetenschappelijke verenigingen en instanties.

De werkgroep stelt de volgende activiteiten voor ter bevordering van de implementatie van de richtlijn brandwonden:

- Presentatie van de aanbevelingen van de richtlijn op wetenschappelijke bijeenkomsten van betrokken beroepsorganisaties door inhoudsdeskundigen uit de betreffende beroepsgroep en de Nederlandse brandwondenzorg.
- Op eerstkomende wetenschappelijke jaarvergaderingen van de deelnemende verenigingen de bespreking van de richtlijn agenderen om 'startproblemen' met de richtlijn te inventariseren en bijstelling mogelijk te maken.
- Brandwondenzorg Nederland is verantwoordelijk voor de evaluatie van de voortgang in implementatie en navolging van de richtlijn. Dit wordt gedaan door middel van de door een subwerkgroep geformuleerde interne indicatoren (zie hoofdstuk 11, indicatoren).
- Brandwondenzorg Nederland onderzoekt de mogelijkheden voor de ontwikkeling van een E-learning module zodat online kennis getoetst kan worden van zorgverleners ten aanzien van de richtlijn.
- Brandwondenzorg Nederland onderzoekt de mogelijkheden voor de ontwikkeling en gebruik van hulpmiddelen voor de implementatie van de richtlijn in de dagelijkse praktijk, bijvoorbeeld een 'app'-versie van de richtlijn.
- De werkgroep adviseert - waar relevant - delen van de richtlijn om te zetten in protocollen, rekening houdend met lokale omstandigheden.
- Brandwondenzorg Nederland benadert beroepsorganisaties met de vraag hoe de evaluatie van de lokale implementatie van de richtlijn (in lokale protocollen) past binnen de bestaande visitaties van deze beroepsorganisaties. Waar nodig ontwikkelen de betreffende beroepsorganisaties in samenwerking met Brandwondenzorg Nederland nieuwe vragen die toegevoegd kunnen worden aan de visitaties of medical audits.
- De Nederlandse Brandwondenstichting geeft gerichte uitleg van de richtlijn in de media, zodat de Nederlandse bevolking via eenvoudige en frequent geraadpleegde bronnen (tijdschriften, kranten) op de hoogte zijn van (verandering in) beleid.

Aanbeveling

De werkgroep adviseert de in deze paragraaf genoemde initiatieven en voorstellen ter bevordering van de implementatie van deze richtlijn uit te voeren ter verbetering van de kwaliteit van zorg.

Referenties

- Bero LA, Grilli R, Grimshaw JM, Harvey E, Oxman AD, Thomson MA. Closing the gap between research and practice: an overview of systematic reviews of interventions to promote the implementation of research findings. The Cochrane Effective Practice and Organization of Care Review Group. *BMJ* 1998;317:465-8.
- Gezondheidsraad: Van Implementeren naar leren; het belang van tweerichtingsverkeer tussen praktijk en wetenschap in de gezondheidszorg. Gezondheidsraad: Den Haag, 2000 publicatie nr 2000/18.
- Grol R, Dalhuijsen J, Thomas S, Veld C, Rutten G, Mookink H. Attributes of clinical guidelines that influence use of guidelines in general practice: observational study. *BMJ* 1998;317:858-61.
- Grol R, Grimshaw J. From best evidence to best practice: effective implementation of change in patients' care. *Lancet* 2003;362:1225-30.
- Hulscher M, Wensing M, Grol R: Effectieve implementatie: Theorieën en strategieën. Nijmegen: Werkgroep Onderzoek Kwaliteit, 2000.
- NHS centre for reviews and dissemination. Getting evidence into practice. *Effect. Health Care* 1999. (feb)
- The AGREE collaboration. Agree instrument, 2001. www.agreecollaboration.org.
- Wensing M, Grol R. Single and combined strategies for implementing changes in primary care: a literature review. *Int J Qual Health Care* 1994;6:115-32.
- Wensing M, Weijden T van der, Grol R. Implementing guidelines and innovations in general practice: which interventions are effective? *Br J Gen Pract* 1998;48:991-7.

11. Indicatoren

Bij de kernaanbevelingen van deze richtlijn zijn concept indicatoren ontwikkeld. Aan de hand van deze criteria kan bepaald worden of de richtlijn nageleefd wordt. Indicatoren zijn maten of getallen die een aanwijzing geven over de geleverde kwaliteit van zorg. Met behulp van een indicator kan bijvoorbeeld nagegaan worden of een bepaalde interventie (goed) uitgevoerd wordt. Hiervoor is het wel essentieel dat de onderliggende gegevens geregistreerd worden.

Er zijn verschillende soorten indicatoren: externe en interne indicatoren. Externe indicatoren zijn bedoeld om verantwoording af te leggen aan anderen, aan de buitenwereld (bijvoorbeeld de Inspectie voor de Gezondheidszorg). Interne indicatoren zijn bedoeld om te gebruiken binnen de instelling of afdeling. De in de volgende paragraaf genoemde indicatoren zijn interne indicatoren. Zowel interne als externe indicatoren kunnen onderverdeeld worden in structuur-, proces- en uitkomstindicatoren.

Structuurindicator: geeft informatie over de (organisatorische) randvoorwaarden die in een instelling aanwezig moeten zijn om goede kwaliteit van zorg te kunnen leveren.

Procesindicator: geeft informatie over hoe de zorgverlener moet handelen om goede kwaliteit van zorg te leveren.

Uitkomstindicator: geeft informatie over de uitkomsten van zorgprocessen gemeten op patiëntniveau. Wordt de patiënt er daadwerkelijk beter van?

Een proces en uitkomstindicator wordt uitgedrukt in een breuk. Een breuk bestaat uit een teller (boven de streep) en een noemer (onder de streep). Als de teller en noemer worden gedeeld en de uitkomst hiervan wordt vermenigvuldigd met 100, komt er een percentage uit. Bij een indicator kan een streefnorm vastgesteld worden. Dit is de minimale (of maximale, afhankelijk van de indicator) uitkomst van de indicator om van verantwoorde zorg te kunnen spreken. De streefnorm wordt uitgedrukt in procenten.

De indicatoren zijn na de commentaarfase verder uitgewerkt door een subgroep van de werkgroep. Het doel van de indicatoren is het bewaken en verbeteren van zorgprocessen en het monitoren van de implementatie van deze richtlijn of afgeleide protocollen. Tijdens de werkgroepbijeenkomsten was er vooral discussie met betrekking tot de volgende onderwerpen:

- Pijnbestrijding
- Intubatie
- TVLO inschatting
- Resuscitatie
- Wondbedekking bij patiënten verwezen naar een brandwondencentrum

De kernaanbevelingen van deze onderwerpen zijn als kernpunten van het zorgproces aangemerkt en hiervoor zijn de onderstaande concept indicatoren ontwikkeld. Er is vooralsnog geen norm bepaald.

Tijdig starten adequate Pijnbestrijding	
Relatie tot kwaliteit	Brandwonden kunnen extreem pijnlijk zijn als gevolg van directe stimulatie van de verschillende soorten nociceptoren, zodat altijd adequate pijnstilling moet worden gegeven. Bij onvoldoende pijnbestrijding kan de pijnperceptie blijvend beïnvloed worden met gevolgen voor het latere leven (Hohmeister 2010, Wollgarten-Hadamek 2009), terwijl een vroegtijdige adequate pijnstilling geassocieerd is met een snellere pijnreductie in de eerste week na het ontstaan van de brandwond (de Jong 2014).
Operationalisatie	Percentage patiënten met brandwonden bij wie vroegtijdig adequate pijnbestrijding wordt gegeven.
Teller	Het aantal patiënten met brandwonden bij wie vroegtijdig adequate pijnbestrijding wordt gegeven.
Noemer	Het totale aantal patiënten met brandwonden dat in aanmerking komt voor professionele medische zorg.
Definities	<i>Vroegtijdig</i> Tijdens de eerste presentatie bij een medisch professional (ambulancepersoneel, huisarts, SEH-personeel) <i>Adequate pijnbestrijding</i> Pijnbestrijding volgens de richtlijn "Pijnbehandeling bij traumapatiënten in de spoedzorgketen" (NVSHV, 2010)
In/exclusiecriteria	Inclusie: alle patiënten met brandwonden die in aanmerking komen voor professionele medische zorg. Exclusie: patiënten met brandwonden waarbij pijnmeting niet mogelijk is.
Type indicator	Proces
Kwaliteitsdomein	Effectiviteit, patiëntgerichtheid, tijdigheid en doelmatigheid.

Afnemen pijnscore na toediening pijnmedicatie	
Relatie tot kwaliteit	Brandwonden kunnen extreem pijnlijk zijn als gevolg van directe stimulatie van de verschillende soorten nociceptoren, zodat altijd adequate pijnstilling moet worden gegeven. Bij onvoldoende pijnbestrijding kan de pijnperceptie blijvend beïnvloed worden met gevolgen voor het latere leven (Hohmeister 2010, Wollgarten-Hadamek 2009), terwijl een vroegtijdige adequate pijnstilling geassocieerd is met een snellere pijnreductie in de eerste week na het ontstaan van de brandwond (de Jong 2014). Tijdens de opvang moet frequent worden geëvalueerd of de pijnstilling nog voldoende is. Dit kan door de patiënt te vragen wat de pijnscore op een verbale numerieke 10-puntsschaal is en of de bereikte pijnscore overeenkomt met een acceptabele pijnvermindering (NVSHV 2010).
Operationalisatie	Percentage patiënten met brandwonden bij wie de pijnscore wordt afgenomen na het toedienen van pijnmedicatie.
Teller	Het aantal patiënten met brandwonden bij wie de pijnscore wordt afgenomen na het toedienen van pijnmedicatie.
Noemer	Het totale aantal patiënten met brandwonden dat pijnmedicatie krijgt toegediend.
Definities	-
In/exclusiecriteria	Inclusie: alle patiënten met brandwonden die pijnmedicatie krijgen toegediend. Exclusie: patiënten met brandwonden waarbij pijnmeting niet mogelijk is.
Type indicator	Proces
Kwaliteitsdomein	Effectiviteit, patiëntgerichtheid, tijdigheid en doelmatigheid.

Evalueren pijnscore	
Relatie tot kwaliteit	Brandwonden kunnen extreem pijnlijk zijn als gevolg van directe stimulatie van de verschillende soorten nociceptoren, zodat altijd adequate pijnstilling moet worden gegeven. Bij onvoldoende pijnbestrijding kan de pijnperceptie blijvend beïnvloed worden met gevolgen voor het latere leven (Hohmeister 2010, Wollgarten-Hadamek 2009), terwijl een vroegtijdige adequate pijnstilling geassocieerd is met een snellere pijnreductie in de eerste week na het ontstaan van de brandwond (de Jong 2014). Tijdens de opvang moet frequent worden geëvalueerd of de pijnstilling nog voldoende is. Dit kan door de patiënt te vragen wat de pijnscore op een verbale numerieke 10-puntsschaal is en of de bereikte pijnscore overeenkomt met een acceptabele pijnvermindering (NVSHV 2010).
Operationalisatie	Percentage patiënten met brandwonden bij wie de pijnscore overeenkomt met een acceptabele pijnvermindering.
Teller	Het aantal patiënten met brandwonden bij wie de pijnscore overeenkomt met een acceptabele pijnvermindering.
Noemer	Het totale aantal patiënten met brandwonden bij wie de pijnscore wordt afgenomen na het toedienen van pijnmedicatie.
Definities	<i>Acceptabele pijnvermindering</i> Een pijnvermindering die door de patiënt als acceptabel wordt ervaren. Volgens de richtlijn "Pijnbehandeling bij traumapatiënten in de spoedzorgketen" (NVSHV, 2010) dient een NRS-score < 4 als acceptabel pijnniveau en/of adequaat behandelde pijn te worden beschouwd, tenzij de patiënt aangeeft nog te veel pijn te ervaren.
In/exclusiecriteria	Inclusie: alle patiënten met brandwonden die pijnmedicatie krijgen toegediend. Exclusie: patiënten met brandwonden waarbij pijnmeting niet mogelijk is.
Type indicator	Uitkomst
Kwaliteitsdomein	Patiëntgerichtheid, tijdigheid en doelmatigheid.

Intubatie	
Relatie tot kwaliteit	Een inhalatieletsel heeft vaak een negatief effect op de lange termijn prognose van het slachtoffer, zowel wat betreft mortaliteit, opnameduur als complicaties (EMSB 2012). Daarnaast kan het niet tijdig intuberen in de acute fase ernstige en zelfs levensbedreigende consequenties op de korte termijn hebben. Vanuit dit oogpunt is ook het adagium "bij twijfel intuberen" ontstaan. Intubatie en beademing hebben echter ook nadelen voor het slachtoffer, welke men moet meewegen in de beslissing om tot intubatie over te gaan. Gezien de nadelen dient onnodige intubatie zoveel mogelijk voorkomen te worden, waarbij detubatie binnen 24 uur als onnodige intubatie wordt gezien.
Operationalisatie	Percentage patiënten met brandwonden dat met een onnodige intubatie wordt opgenomen in een brandwondencentrum.
Teller	Het aantal patiënten dat met een onnodige intubatie wordt opgenomen in een brandwondencentrum.
Noemer	Het totale aantal patiënten dat geïntubeerd wordt opgenomen in een brandwondencentrum.
Definities	<i>Onnodige intubatie</i> Wanneer de patiënt binnen 24 uur na intubatie succesvol gedetubeerd kan worden.
In/exclusiecriteria	Inclusie: alle patiënten die geïntubeerd worden opgenomen in een brandwondencentrum waarbij de indicatie voor intubatie gebaseerd is op de brandwond of een inhalatieletsel. Exclusie: patiënten die geïntubeerd worden opgenomen in een brandwondencentrum op basis van een andere indicatie voor intubatie dan de brandwond of een inhalatieletsel.
Type indicator	Uitkomst
Kwaliteitsdomein	Effectiviteit, veiligheid, patiëntgerichtheid en doelmatigheid.

TVLO inschatting	
Relatie tot kwaliteit	Veelal ziet het medisch personeel in de primaire opvang onvoldoende brandwonden om deze adequaat in te kunnen schatten terwijl een accurate TVLO inschatting tijdens de 1 ^e opvang van belang is voor eventuele vloeistofresuscitatie (zie hoofdstuk 7, vloeistofresuscitatie). Daarnaast wordt het TVLO gebruikt als verwijscriterium. Gezien de medische beslissingen die afhankelijk zijn van de TVLO inschatting moet een onjuiste TVLO inschatting voorkomen worden.
Operationalisatie	Percentage patiënten met brandwonden waarbij de TVLO inschatting van de verwijzer in overeenstemming is met de TVLO inschatting in het brandwondencentrum.
Teller	Het aantal patiënten met brandwonden waarbij de TVLO inschatting van de verwijzer in overeenstemming is met de TVLO inschatting in het brandwondencentrum.
Noemer	Het totale aantal patiënten met brandwonden dat met een TVLO inschatting wordt verwezen naar een brandwondencentrum.
Definities	<i>TVLO</i> Totaal Verbrand LichaamsOppervlak; dit wordt uitgedrukt in een percentage. <i>In overeenstemming met</i> Een beperkte afwijking wordt toegestaan en is afhankelijk van het percentage TVLO inschatting in het brandwondencentrum. Hiervoor is vooralsnog geen norm bepaald.
In/exclusiecriteria	Inclusie: alle patiënten die met een TVLO inschatting verwezen worden naar een brandwondencentrum. Exclusie: chemische en elektrische letsels.
Type indicator	Proces
Kwaliteitsdomein	Effectiviteit, patiëntgerichtheid, tijdigheid en doelmatigheid.
Vloeistofresuscitatie	
Relatie tot kwaliteit	Het hoofddoel van vloeistofresuscitatie bij patiënten met brandwonden is het behoud van orgaanperfusie, het voorkomen van ischemie en het herstellen van het natriumverlies. Onvoldoende vochttoediening kan bijvoorbeeld leiden tot verminderde perfusie, acuut nierfalen en overlijden (Pham 2008). De laatste jaren is er juist veel aandacht voor te veel vochttoediening ('fluid creep') waarbij diverse complicaties kunnen ontstaan zoals longoedeem, intra-abdominale hypertensie en compartimentsyndromen (Saffle 2007). De uitdaging bij vloeistofresuscitatie is om voldoende vocht toe te dienen zodat orgaanperfusie gehandhaafd blijft zonder dat er te veel vocht wordt toegediend.
Operationalisatie	Percentage patiënten met brandwonden dat met een adequate urineproductie wordt verwezen naar een brandwondencentrum.
Teller	Het aantal patiënten met brandwonden dat met een adequate urineproductie wordt verwezen naar een brandwondencentrum.
Noemer	Het totale aantal patiënten met brandwonden dat met vochtresuscitatie wordt verwezen naar een brandwondencentrum.
Definities	<i>Adequate urineproductie</i> Bij opname in het brandwondencentrum is de urineproductie bij: Volwassenen: 0.5 ml/kg/uur Kinderen: 1-1.5 ml/kg/uur Kinderen < 1 jaar: 1.0-2.0 ml/kg/uur
In/exclusiecriteria	Inclusie: alle patiënten die met vochtresuscitatie verwezen worden naar een brandwondencentrum. Exclusie: patiënten die met elektrische letsels verwezen worden of patiënten die vocht krijgen op basis van een stomp trauma of dehydratie.
Type indicator	Proces
Kwaliteitsdomein	Effectiviteit, veiligheid, patiëntgerichtheid, tijdigheid en doelmatigheid.

Verwijsdocument	
Relatie tot kwaliteit	In het verwijsdocument staan alle relevante gegevens die nodig zijn voor een adequate overdracht naar een brandwondencentrum. Daarom verdient het de aanbeveling om bij verwijzing naar een brandwondencentrum het verwijsdocument te gebruiken (Bijlage 3).
Operationalisatie	Percentage patiënten bij wie gebruik gemaakt wordt van het verwijsdocument bij verwijzing naar brandwondencentra
Teller	Het aantal patiënten bij wie gebruik gemaakt wordt van het verwijsdocument bij verwijzing naar een brandwondencentrum.
Noemer	Het totale aantal patiënten dat verwezen wordt naar een brandwondencentrum.
Definities	-
In/exclusiecriteria	Inclusie: alle patiënten die verwezen worden naar een brandwondencentrum. Exclusie: -
Type indicator	Proces
Kwaliteitsdomein	Effectiviteit, patiëntgerichtheid, tijdigheid en doelmatigheid.

Registreerbaarheid

De bestaande registratie (Nederlandse Brandwonden Registratie (NBR) R3) van de drie brandwondencentra kan gebruikt worden om de relevante patiëntengroepen te selecteren en basisinformatie te ontleen. Aanvullend onderzoek van de elektronische patiëntendossiers is noodzakelijk om de indicatoren intubatie, TVLO inschatting, vloeistofresuscitatie en verwijsdocument te registreren. Tijdelijke aanpassingen en uitbreidingen van dit registratie systeem zijn ook mogelijk. Voor de registratie van indicatoren met betrekking tot pijn is de NBR R3 niet afdoende. Voor de registratie van deze indicatoren moeten lokale registraties gebruikt worden, zoals de registratie systemen van huisartsen, ambulancezorg of op de SEH. Onderzocht moet worden in hoeverre daarin de gewenste informatie beschikbaar is, of dat er eventueel een uitbreiding voor optimale registratie van pijn nodig is. Dit moet vervolgens onderdeel worden van de visitaties en medical audits die de betrokken beroepsverenigingen zelf uitvoeren.

Referenties

- De Jong A, Bremer M, van Komen R, et al. Pain in young children with burns: Extent, course and influencing factors. *Burns* 2014;40(1) 38-47
- Education Committee of the Australian and New Zealand Burn Association. Emergency Management of Severe Burns (EMSB) cursusboek. Nederlandse versie, Nederlandse Brandwonden Stichting, 2012.
- Hohmeister J, Kroll A, Wollgarten-Hadamek I et al., Cerebral processing of pain in school-aged children with neonatal nociceptive input: an exploratory fMRI study. *Pain* 2010;150:257-67
- Nederlandse Vereniging Spoedeisende Hulp Verpleegkundige (NVSHV). Richtlijn pijnbehandeling bij traumapatiënten in de spoedzorgketen. Nijmegen; 2010.
- Pham TN, Cancio LC, Gibran NS. American Burn Association Practice Guidelines Burn Shock Resuscitation. *J Burn Care Res* 2008;29(1):257-66
- Saffle JR. The Phenomenon of "Fluid Creep" in acute burn resuscitation. *J Burn Care Res* 2007;28:382-95
- Wollgarten-Hadamek I, Hohmeister J, Demirakca S, Zohsel K, Flor H, Hermann C. Do burn injuries during infancy affect pain and sensory sensitivity in later childhood? *Pain* 2009;141:165-172

12. Aanbevelingen voor onderzoek

De richtlijnwerkgroep 'Eerste opvang van brandwondpatiënten in de acute fase (1^{ste} 24 uur) van verbranding en verwijzing naar brandwondencentra' heeft tijdens het ontwikkelen van de richtlijn vastgesteld dat er lacunes in kennis zijn op de hierna volgende terreinen.

Voorstel voor verder onderzoek:

Eerste hulp

- Onderzoek naar de effecten van koelen met water op de wondgenezing. Het koelen met water van een acute brandwond is een bekende strategie die wereldwijd toegepast wordt. De kwaliteit van het achterliggende bewijs dat vroegtijdig koelen voor een betere wondgenezing zorgt, is echter zeer laag.

Behandeling

- Onderzoek naar meetinstrumenten om pijnbestrijding bij kinderen in de spoedzorg te monitoren. Zelfrapportage met een numerieke 10-puntschaal is niet toepasbaar bij kinderen en de COMFORT-B gedragsobservatieschaal vereist een getrainde professional. Een makkelijker toepasbare schaal is wenselijk om kinderen adequate pijnstilling te geven.
- Onderzoek naar de effectiviteit van pijnbestrijding bij brandwonden.
- Onderzoek naar de effectiviteit van wondbedekkers en topicale middelen in de eerste 24 uur van de brandwond. Het is onduidelijk welke behandeling de voorkeur heeft.
- Onderzoek naar de voor en nadelen van het intact laten, aspireren of verwijderen van blaren.

Bijlage 1: Knelpunten en uitgangsvragen

Knelpunten	Mogelijke (PICO) uitgangsvraag
1. Eerste hulp (Pre-hospitaal)	Welke handelingen of procedures zorgen voor een adequate eerste hulp aan brandwondenslachtoffers?
2. Koelen (hoe lang, temperatuur, waarmee, wanneer, hoe?)	<p>2a. Welke minimale koelingstijd stopt verergering van de brandwond het meest effectief gelet op de snelheid en kwaliteit van de wondgenezing na een vlam of heet water verbranding?</p> <p>2b. Welke temperatuur van het koelwater is dan aan te bevelen gelet op het risico van hypothermie?</p> <p>Uitkomsten: effect op verergering van diepte van de wond, aantal chirurgische procedures (skin grafting), litteken, anders?</p>
3. Primaire opvang	Welke handelingen of procedures zorgen voor een adequate primaire opvang van brandwondenslachtoffers?
4. Wanneer intuberen?	<p>4a. Welk type brandwondenslachtoffers komen tijdens de eerste opvang in aanmerking voor intubatie en wat is het doel van deze intubatie?</p> <p>4b. Wat zijn de nadelen van te snel of onnodig intuberen tijdens de 1^e opvang van acute brandwonden patiënten?</p> <p>Uitkomsten (nadelen): complicaties, opname duur, vochtretentie, oedeemvorming</p>
5. Inschatting TVLO kinderen	<p>Wat is de te prefereren methode voor inschatting van totaal verbrand lichaamsoppervlakte bij kinderen tijdens de 1^e opvang gelet op de toepasbaarheid?</p> <p>Bijv. vergelijking van methodes: Regel van negen, Hand regel en Lund and Browder schema</p>
6. Inschatting TVLO volwassenen	<p>Wat is de te prefereren methode voor inschatting van totaal verbrand lichaamsoppervlakte bij volwassenen tijdens de 1^e opvang gelet op de toepasbaarheid?</p> <p>Bijv. vergelijking van methodes: Regel van negen, Hand regel en Lund and Browder schema</p>
7. Vloeistofresuscitatie kinderen (formule, wanneer)	<p>Wat is de te prefereren methode voor berekening van volume voor vloeistofresuscitatie bij kinderen tijdens de 1^e opvang gedurende de eerste 24 uur en welke gegevens zijn daarbij van belang?</p> <p>Bijv. vergelijking Baxter-Parkland formule en modified Brooke formule</p>
8. Vocht resuscitatie volwassenen (formule, wanneer)	<p>Wat is de te prefereren methode voor berekening van volume voor vocht resuscitatie bij volwassenen tijdens de 1^e opvang gedurende de eerste 24 uur en welke gegevens zijn daarbij van belang?</p> <p>Bijv. vergelijking Baxter-Parkland formule en modified Brooke formule</p>
9. Verwijscriteria naar BWC voor kinderen	Welke factoren bepalen de urgentie van verwijzing van kinderen naar BWC?
10. Verwijscriteria naar BWC voor volwassenen	Welke factoren bepalen de urgentie van verwijzing van volwassenen naar BWC?
11. Vervoer van de patiënt van ziekenhuis naar BWC	Welke maatregelen dienen te worden toegepast om een adequaat vervoer van de patiënt naar ziekenhuis of BWC te verzorgen wat betreft houding van de patiënt en de wondverzorging?

Bijlage 2: Bewijstabellen

Deelvraag 3A: Welke minimale koelingstijd stopt verergering van de brandwond het meest effectief gelet op de snelheid en kwaliteit van de wondgenezing na een vlam of hete vloeistof verbranding?

Referentie en studie design	Participanten en setting	Interventie/controle	Uitkomstmaten	Resultaten/effect	Conclusies	Kanttekening of opmerking
<p>Cuttle et al.</p> <p>An audit of first-aid treatment of pediatric burns patients and their clinical outcome.</p> <p>Journal of Burn Care and Research 2009;30(6):1028-34</p> <p>Retrospectieve cohort studie (dossier)</p>	<p>Kinderen met acute brandwonden die zich presenteren in het Royal Children's Hospital Burns Centre in 2005 (N=459)</p> <p>Australië</p>	<p>I. Adequate eerste hulp. D.w.z. koud water voor 20 minuten of meer.</p> <p>C. Geen adequate eerste hulp. D.w.z. geen koeling of niet voor de minimale duur van 20 minuten.</p>	<p>1. Tijd tot complete wondgenezing.</p> <p>2. Aantal bezoeken.</p> <p>3. Operatie ja/nee.</p> <p>4. Litteken behandeling na >1 maand</p>	<p>1. Snellere re-epithelialisatie bij contactverbrandingen in interventiegroep 7.1 ± 4.6 dagen t.o.v. controlegroep 14.0 ± 9.4 dagen ($p=.04$).</p> <p>3. Geen verschil in OK</p>	<p>"There was found to be no overall correlative relationship between first-aid duration and reepithelialization when all burns were analyzed together and not separated into different mechanisms of injury."</p> <p>"clinical outcomes of the wound were more strongly associated with burn depth and mechanism of injury, rather than the first aid used."</p>	<p>In abstract wordt andere p-waarde genoemd, namelijk $p=.011$</p> <p>De groep waarin verschil werd gevonden is een subgroep (contactverbrandingen) die niet in de uitgangsvraag staan.</p> <p>Veel missende data door retrospectief onderzoek.</p>
<p>Bartlett et al.</p> <p>Optimal duration of cooling for an acute scald contact burn injury in a porcine model.</p> <p>Journal of Burn Care and Research 2008;29(5):828-34</p> <p>Experimentele dierstudie</p>	<p>5 partial thickness heet-water-brandwonden op elk van de biggen (N=17)</p> <p>Australië</p>	<p>I1. Koelen voor 5 minuten.</p> <p>I2. Koelen voor 10 minuten.</p> <p>I3. Koelen voor 20 minuten.</p> <p>I4. Koelen voor 30 minuten.</p> <p>C. Geen koeling</p> <p>*koelen d.m.v. stromend kraanwater van gemiddeld 22.4°C</p> <p>Interventie werd random toegewezen aan wonden</p>	<p>1. Intradermale temperatuur tijdens interventie</p> <p>2. Oppervlakte van de brandwond in cm^2 op dag 1 en 9 post-burn</p> <p>3. Biopt op dag 1 en 9 post-burn ter beoordeling diepte.</p>	<p>1. Geen significante verschillen in intradermale temperatuur ($p>.05$).</p> <p>2. Alle wonden gingen vooruit; geen verschil op dag 9 in cm^2 tussen de interventies ($p>.05$)</p> <p>3. Op dag 1 geen verschil in diepte tussen de interventies ($p>.05$); Op dag 9 een significante beter resultaat dan op dag 1 bij interventie 3: ($p<.05$)</p>	<p>Onmiddellijk koelen met water van een hete vloeistof verbranding voor 20 min. geeft een minder diepe brandwond en zal eerder geneigd zijn tot spontane genezing</p>	
<p>Cuttle et al.</p> <p>The efficacy of Aloe vera, tea tree oil and saliva as first aid treatment for</p>	<p>8 varkens met elk 2 heet-water-brandwonden (N=16)</p> <p>Australië</p>	<p>I1. Koelen met Aloe vera</p> <p>I2. Koelen met Burnaid® (geïmpregneerd met tea tree oil)</p> <p>I3. Koelen met speeksel</p>	<p>1. Subdermale temperatuur tijdens interventie</p>	<p>1. I1 en I2 geven significant meer koeling dan C op 20 minuten ($p=.02$ en $p=.05$)</p> <p>2. Geen significante</p>	<p>De 3 interventies zijn niet beter dan de controle wat betreft re-epithelialisatie, histologie van het litteken of de cosmetische</p>	

partial thickness burn injuries. Burns 2008;34(8):1176-82 Experimentele dierstudie		C. Geen koeling *koelen gedurende 20 minuten. Geblindeerde observers.	2. Re-epithelialisatie in cm ² 3. Litteken kwaliteit door histologie 4. Cosmetische uitkomst	verschillen tussen interventies. 3. Geen significante histologische verschillen tussen interventies. 4. Geen significante verschillen tussen interventies.	uitkomst. Ze geven wel een koelend effect maar dit leidt niet tot een betere uitkomst.	
Cuttle et al. The optimal duration and delay of first aid treatment for deep partial thickness burn injuries. Burns 2010;36(5):673-9 Experimentele dierstudie	40 varkens met elk 2 heet-water-brandwonden (N=80) Australië	I1. 10 min koelen I2. 20 min koelen I3. 30 min koelen I4. 60 min koelen C. Geen koeling *koelen met stromend water van 15 ^o C Ia. Onmiddellijk koelen Ib. Koelen na 10 min Ic. Koelen na 60 min Id. Koelen na 180 min *20 min koelen met stromend water van 15 ^o C	1. Subdermale temperatuur tijdens interventie 2. Re-epithelialisatie op 6 weken post-burn 3. Cosmetische uitkomst op 6 weken post-burn	1. Langere koelingstijd gaf lagere subdermale temperatuur. 2. Geen significante verschillen tussen interventies. (p=.34) Op 3 weken geeft Id significant betere resultaten dan de controlegroep (p=.04) 3. Geen significante verschillen tussen interventies. (p=.68)	“immediate application of cold running water for 20 min duration is associated with an improvement in re-epithelialisation over the first 2 weeks post-burn and decreased scar tissue at 6 weeks.”	Conclusie is sterker geformuleerd dan het gevonden bewijs. Uitkomst op vooraf gedefinieerde tijdsduur is niet vermeld in conclusie (6 weken). Op dit tijdstip wordt er geen verschil gevonden.
Cuttle et al. The optimal temperature of first aid treatment for partial thickness burn injuries. Wound Repair and Regeneration. 2008;16(5):626-34 Experimentele dierstudie	31 varkens met elk 2 heet-water-brandwonden (N=62) 2 varkens zijn vroegtijdig overleden, analyse op 29 varkens (N=58) Australië	I1. Koelen met stromend water van 15 ^o C I2. Koelen met stromend water van 2 ^o C I3. Koelen met ijs C. Geen koeling * Koelingsinterventies werden 20 minuten toegepast.	1. re-epithelialisatie 2. wond en litteken verandering 3. histologie van het litteken	1. Interventie 1 en 2 hebben snellere re-epithelialisatie dan interventie 3 en controle: I1: 4.0 weken t.o.v. I3: 4.7 weken C: 4.5 weken 2. Geen significante verschillen tussen interventies. 3. Organizing granulation tissue (OGT) is minder bij I2 in deep partial thickness (DPTL) brandwond 4. Koeling beter dan controle, significant voor	Koelen met koud water is effectief bij 15 en 2 ^o C voor gemengde diepte brandwonden wat betreft re-epithelialisatie en cosmetische uitkomst. Geen bewijs voor extra schade door ijs. Wegens kans op hypothermie (niet onderzocht) wordt koelen met 15 ^o C aanbevolen.	Lijkt op het zoeken naar significante resultaten en gaat voorbij aan klinische relevantie. Er worden veel cosmetische vergelijkingen gedaan (30) waardoor de kans op een statistisch significant resultaat groter wordt.

			4. cosmetische uitkomst van het litteken	15 en 2 ^o C in partial thickness (PTL) brandwond en 15 ^o C in DPTL		
Venter et al. Cooling of the burn wound: The ideal temperature of the coolant. Burns 2007;33(7):917-22 Experimentele dierstudie	10 varkens met elk 4 diep dermale heet-water-brandwonden Zuid-Afrika	I1. onmiddellijk koelen voor 30 min met ijswater (1-8 ^o C) I2. onmiddellijk koelen voor 4 uur met kraanwater (12-15 ^o C) I3. onmiddellijk koelen voor 4 uur met kraanwater (15-18 ^o C) C. geen koeling * Koeling was met 'swabs' doorweekt met water ** Interventie 1,2 en 3 ook gebruikt met een vertraging van 30 min en een koelingsduur van 30 min of 3 uur	1. Intradermale temperatuur 2. Klinisch assessment op 3 uur, 24 uur en 3 weken post-burn 3. Histologisch assessment	1. Alleen gebruikt om de effectiviteit/proces van koelen te monitoren. 2. Wonden zijn gegradeerd in most, intermediate and least damage. Geen vergelijking tussen varkens onderling. 3. Histologie bevestigde klinisch assessment	Koelen met ijswater geeft klinisch meer schade dan niet koelen. 4 uur koelen met kraanwater geeft klinisch minder schade dan niet koelen. Ook als het na een half uur wordt toegepast voor 30 minuten of 3 uur.	
Yuan et al. Assessment of cooling on an acute scald burn injury in a porcine model. Journal of Burn Care and Research 2007;28(3):514-20 Experimentele dierstudie	10 varkens met elk 4 partial thickness heet-water-brandwonden Australië	I1. stromend kraanwater (22 ^o C) I2. natte doeken, elke 3 min ververst. I3. gesprayd water, elke 30 sec. C. geen koeling * interventie 1, 2 en 3 werden onmiddellijk na brandwond voor 20 minuten gekoeld. Interventie werd random toegewezen aan wonden en histologie is blind beoordeeld.	1. Intradermale temperatuur 2. Verschil in wondoppervlakte op dag 1 en 9 in cm ² 3. Histologisch assessment op dag 1 en 9 Klinische blik alleen voor vergelijking met histologisch assessment	1. I1 geeft grootste temperatuur daling (p<.01) 2. Op dag 1 geen verschillen. Op dag 9 zijn alle wonden kleiner, maar geen significante verschillen tussen interventies (p>.05) 3. Geen verschil op dag 1. Op dag 9 geeft I1 de meeste vooruitgang vergeleken met dag 1 en heeft als enige geen wonden die achteruit gaan. Geen statistische gegevens.	"Cool running tap water for 20 minutes applied immediately after sustaining a burn injury can greatly facilitate healing and therefore potentially minimize future scarring and need for surgical intervention"	Geen conclusie mogelijk over meest optimale duur van koelen.
Van de Sompel et al. Modelling of	- Verenigd Koninkrijk	I1. 2 sec aan lucht, dan 15sec. met water van 15 ^o C I2. 2 sec aan lucht, dan	Huidtemperatuur	Na 3,5 seconden actief koelen (I1 en I2), is de temperatuur al onder de	Klein effect van koelen aan de oppervlakte geeft geen fysiologische relevante	Computer model. Geeft aan dat schade niet beïnvloed wordt door

experimentally created partial-thickness human skin burns and subsequent therapeutic cooling: A new measure for cooling effectiveness. Medical Engineering & Physics 2009;31(6):624-31 Simulatiestudie (middels een computermodel)		15sec. met water van 5 ⁰ C C. 40sec. blootstelling aan lucht van 20 ⁰ C Tijden zijn gekozen tot temperatuur weer onder de 45 ⁰ C is. Dit wordt gezien als het omslag punt tot weefselschade.		45 ⁰ C. Bij C duurt dit 25 seconden.	effecten. Koelen geeft snellere reductie in temperatuur, maar dit verklaart niet eventuele voordelen.	afname in temperatuur door koelen.
Baldwin et al. How to cool a burn: A heat transfer point of view. Journal of Burn Care and Research 2012;33(2):176-87 Simulatiestudie (middels een computermodel)	4 'cases' met brandwonden van: A. 90 ⁰ C voor 15sec. B. 80 ⁰ C voor 5sec. C. 99 ⁰ C voor 1sec. of D. 80 ⁰ C voor 15sec. USA	I1. 20sec. in lucht van 27 ⁰ C I2. 10sec. in lucht van 27 ⁰ C I3. 10 sec. in stromend water van 10 ⁰ C I4. 10 sec. onderdompeling in water van 10 ⁰ C Koelen van brandwonden in een model, er is gekeken naar de optimale koelingstemperatuur en duur van koelen.	1. Toename van schade tijdens koelen van case B tot 25 sec na brandwond. 2. effectiviteit van koelen op Case B, C en D 3. Verschillende temperaturen op A, B en C. 4. Effect van vertraagd koelen op effectiviteit (op B en D) *Alle drie gebruiken formule die omslagpunt van schade aangeeft in Ω.	1. Interventies zijn niet significant verschillend in schade preventie. Na 5 sec. neemt schade al niet meer toe bij I2, I3 en I4. 2. Meer dan 20 sec koelen (geen temperatuur weergegeven) geeft geen stijging meer in de effectiviteit van koelen. 3. minimaal verschil tussen koud water en 'luke-warm' water. 4. Bij 10 sec. delay lijkt koelen al niet meer effectief te zijn.	Vanuit een warmte-convectie-model is het niet nodig om een brandwond voor meer de 30 seconden te koelen. Het meest effectief als er meteen gekoeld wordt. "the cooling therapy only slightly reduces the final volume that is irreversibly burnt."	

Deelvraag 3B: Welke temperatuur van het koelwater is aan te bevelen gelet op het risico van hypothermie en verminderde wondgenezing?

Referentie en studie design	Participanten en setting	Interventie/controle	Uitkomstmaten	Resultaten/effect	Conclusies	Kanttekening of opmerking
Singer et al. The association between	Mensen die zich met een brandwond bij een New Yorks traumacentrum	-	1. hypothermie (temperatuur <35 ⁰ C)	1. 15 van de 929 mensen had hypothermie. Geen van die 15 was	Hypothermie komt weinig voor (1.6%)	Studie gaat over hypothermie en niet zozeer over het effect van

Bijlage 2 Bewijstabellen

<p>hypothermia, prehospital cooling, and mortality in burn victims. Academic Emergency Medicine 2010;17(4):456-9</p> <p>Retrospectieve cohort studie (dossier)</p>	<p>hebben gemeld en waarvan de kerntemperatuur is gemeten. (N=929)</p> <p>USA</p>			<p>voorafgaand aan de opname gekoeld.</p>	<p>“Hypothermia was more common in very large burns and was associated with high mortality. In our series, pre-hospital cooling did not appear to contribute to hypothermia.”</p>	<p>koelen in bredere zin.</p> <p>Studie kijkt naar de incidentie van hypothermie + associatie met mortaliteit en opnameduur/LOS. Daarnaast ook potentiële causale rol van koelen op hypothermie.</p>
<p>Lönnecker S. Schoder V.</p> <p>Hypothermie bei brandverletzten Patienten – Einflüsse der präklinischen Behandlung Der Chirurg 2001;72(2):164-7</p> <p>Retrospectieve cohort studie (dossier)</p>	<p>Volwassenen die opgenomen werden in een brandwondencentrum met meer dan 5% TVLO (N=212)</p> <p>Duitsland</p>	-	<p>1. kerntemperatuur</p> <p>2. mortaliteit</p>	<p>1. Participanten met narcose waren significant kouder dan participanten zonder narcose. Ook na correctie voor TVLO. 43% verhoogde kans op mortaliteit per graad daling.</p>	<p>Wel koelen maar de patiënt in transport zo warm mogelijk houden.</p> <p>“hypothermia is not a problem of the non-anesthetized patient and cold-water-treated patient. However, all anesthetized patients must be carefully treated to avoid hypothermia as an important complication in the pre-hospital management.”</p>	<p>Relatie tussen narcose, koelen en lichaamstemperatuur bij opname.</p>
<p>Singer et al.</p> <p>Controlled mild hypothermia prolongs survival in a rat model of large scald burns. Academic Emergency Medicine 2011;18(3):287-91</p> <p>Experimentele dierstudie</p>	<p>Sprague-Dawley ratten (N=36) met een volle dikte heet-water-brandwond van 40%TBSA.</p> <p>USA</p>	<p>1. koelen met ijspakken tot kerntemperatuur met 2°C was gedaald. Dit 2 uur volhouden, daarna opwarmen tot baseline temperatuur.</p> <p>C. Geen koeling</p> <p>Interventie werd random toegewezen (RCT)</p>	<p>1. survival</p> <p>2. Mortaliteit op verschillende meetmomenten: 2, 18, 24 en 48 uur.</p>	<p>1. Mean time to survival voor hypothermische ratten was significant groter dan voor de controle groep. Log –rank p<0.001</p> <p>2. I vs C 2 → 0 vs 5 18 → 5 vs 16 24 → 8 vs 18 48 → 13 vs 18</p>	<p>“Induction of brief, mild hypothermia prolongs survival and increases the survival rate in nonresuscitated rats with large scald burns.”</p>	
<p>Cuttle et al.</p> <p>The optimal temperature of first aid treatment for partial thickness burn injuries. Wound Repair and Regeneration.</p>	<p>31 varkens met elk 2 heet-water-brandwonden (N=62)</p> <p>2 varkens zijn vroegtijdig overleden, analyse op 29 varkens (N=58)</p>	<p>1. Koelen met stromend water van 15°C 2. Koelen met stromend water van 2°C 3. Koelen met ijs</p> <p>C. Geen koeling</p>	<p>1. re-epithelialisatie</p>	<p>1. Interventie 1 en 2 hebben snellere re-epithelialisatie dan interventie 3 en controle: 4.0 weken t.o.v. 13: 4.7 weken C: 4.5 weken</p>	<p>Koelen met koud water is effectief bij 15 en 2°C voor gemengde diepte brandwonden wat betreft re-epithelialisatie en cosmetische uitkomst. Geen bewijs voor extra schade door ijs.</p>	<p>Lijkt op het zoeken naar significante resultaten en gaat voorbij aan klinische relevantie. Er worden veel cosmetische vergelijkingen gedaan (30) waardoor de kans op een statistisch significant resultaat groter</p>

2008;16(5):626-34 Experimentele dierstudie	Australië	* Koelingsinterventies werden 20 minuten toegepast.	2. wond en litteken verandering 3. histologie van het litteken 4. cosmetische uitkomst van het litteken	2. Geen significante verschillen tussen interventies. 3. Organizing granulation tissue (OGT) is minder bij I2 in deep partial thickness (DPTL) brandwond 4. Koeling beter dan controle, significant voor 15 en 2°C in partial thickness (PTL) brandwond en 15°C in DPTL	Wegens kans op hypothermie (niet onderzocht) wordt 15°C aanbevolen.	wordt.
Venter et al. Cooling of the burn wound: The ideal temperature of the coolant. Burns 2007;33(7):917-22 Experimentele dierstudie	10 varkens met elk 4 diep dermale heet-water-brandwonden Zuid-Afrika	I1. onmiddellijk koelen voor 30 min met ijswater (1-8°C) I2. onmiddellijk koelen voor 4 uur met kraanwater (12-15°C) I3. onmiddellijk koelen voor 4 uur met kraanwater (15-18°C) C. geen koeling * Koeling was met 'swabs' doorweekt met water ** Interventie 1,2 en 3 ook gebruikt met een vertraging van 30 min en een koelingsduur van 30 min of 3 uur	1. Intradermale temperatuur 2. Klinisch assessment op 3 uur, 24 uur en 3 weken post-burn 3. Histologisch assessment	1. Alleen gebruikt om de effectiviteit/proces van koelen te monitoren. 2. Wonden zijn gegradeerd in most, intermediate and least damage. Geen vergelijking tussen varkens onderling. 3. Histologie bevestigde klinisch assessment	ijswater geeft meer schade dan niet koelen. Kraanwater geeft minder schade dan niet koelen, ook als het na een half uur wordt toegepast.	

Deelvraag 3C: In welke tijdsperiode na het ontstaan van de brandwond kan de koeling gestart worden om nog effectief te zijn gelet op de snelheid en kwaliteit van de wondgenezing na een vlam of hete vloeistof verbranding?

Referentie en studie design	Participanten en setting	Interventie/controle	Uitkomstmaten	Resultaten/effect	Conclusies	Kanttekening of opmerking
Rajan et al. Delayed cooling of an acute scald contact burn injury in a porcine model:	12 biggen met elk 4 heet-water-brandwonden (N=48) Australië	I1. onmiddellijk koelen I2. na 5 min koelen I3. na 20 min koelen I4. na 60 minuten koelen.	1. intradermale temperatuur	1. Eerder koelen geeft snellere daling. Geen verschillen in kerntemperatuur.	Koelen na een vertraging geeft geen verschillen met onmiddellijk koelen wat betreft diepte van de brandwond op 9 dagen	

<p>is it worthwhile? Journal of Burn Care and Research 2009;30(4):729-34</p> <p>Experimentele dierstudie</p>		<p>*20 min koelen met stromend water van 22.4°C</p>	<p>2. Oppervlakte van de brandwond in cm² op dag 1 en 9 post-burn</p> <p>3. Biopt op dag 1 en 9 post-burn ter beoordeling diepte</p>	<p>2. Cm² wondheling is significant voor interventie 1 en 4 tussen dag 1 en 9. Interventies zijn niet met elkaar vergeleken. Grafiek toont echter geen verschil.</p> <p>3. Geen verschil in diepte tussen interventie 1 en 2, 3 of 4 (p>.05).</p>	<p>post-burn.</p> <p>“This study provides scientific evidence that in an animal model delayed cooling for up to 60 minutes postacute contact scald burn is still effective compared with immediate cooling at reducing burn depth.”</p>	
<p>Cuttle et al. The optimal duration and delay of first aid treatment for deep partial thickness burn injuries. Burns 2010;36(5):673-9</p> <p>Experimentele dierstudie</p>	<p>40 varkens met elk 2 heet-water-brandwonden (N=80)</p> <p>Australië</p>	<p>I1. 10 min koelen I2. 20 min koelen I3. 30 min koelen I4. 60 min koelen C. Geen koeling</p> <p>*koelen met stromend water van 15°C</p> <p>Ia. Onmiddellijk koelen Ib. Koelen na 10 min Ic. Koelen na 60 min Id. Koelen na 180 min</p> <p>*20 min koelen met stromend water van 15°C</p>	<p>1. Subdermale temperatuur tijdens interventie</p> <p>2. Re-epithelialisatie op 6 weken post-burn</p> <p>3. Cosmetische uitkomst op 6 weken post-burn</p>	<p>1. Langere koelingstijd gaf lagere subdermale temperatuur.</p> <p>2. Geen significante verschillen tussen interventies. (p=.34)</p> <p>Op 3 weken geeft Id significant betere resultaten dan de controlegroep(p=.04)</p> <p>3. Geen significante verschillen tussen interventies. (p=.68)</p>	<p>“immediate application of 15°C running water for 20 min is associated with an initial improvement in re-epithelialisation and decreased scar tissue after 6 weeks.”</p>	<p>Conclusie is sterker geformuleerd dan het gevonden bewijs. Uitkomst op vooraf gedefinieerde tijdsduur is niet vermeld in conclusie (6 weken). Op dit tijdstip wordt er geen verschil gevonden.</p>
<p>Venter et al. Cooling of the burn wound: The ideal temperature of the coolant. Burns 2007;33(7):917-22</p> <p>Experimentele dierstudie</p>	<p>10 varkens met elk 4 diep dermale heet-water-brandwonden</p> <p>Zuid-Afrika</p>	<p>I1. onmiddellijk koelen voor 30 min met ijswater (1-8°C) I2. onmiddellijk koelen voor 4 uur met kraanwater (12-15°C) I3. onmiddellijk koelen voor 4 uur met kraanwater (15-18°C)</p> <p>C. geen koeling</p> <p>* Koeling was met ‘swabs’ doorweekt met water</p>	<p>1. Intradermale temperatuur</p> <p>2. Klinisch assessment op 3 uur, 24 uur en 3 weken post-burn</p> <p>3. Histologisch assessment</p>	<p>1. Alleen gebruikt om de effectiviteit/proces van koelen te monitoren.</p> <p>2. Wonden zijn gegradeerd in most, intermediate and least damage. Geen vergelijking tussen varkens onderling.</p> <p>3. Histologie bevestigde klinisch assessment</p>	<p>ijswater geeft meer schade dan niet koelen.</p> <p>Kraanwater geeft minder schade dan niet koelen, ook als het na een half uur wordt toegepast.</p>	

		** Interventie 1,2 en 3 ook gebruikt met een vertraging van 30 min en een koelingsduur van 30 min of 3 uur				
Baldwin et al. How to cool a burn: A heat transfer point of view. Journal of Burn Care and Research 2012;33(2):176-87 Simulatiestudie (middels een computermodel)	4 'cases' met brandwonden van: -90°C voor 15sec. -80°C voor 5sec. -99°C voor 1sec. of -80°C voor 15sec. USA	I1. 20sec. in lucht van 27°C I2. 10sec. in lucht van 27°C I3. 10 sec. in stromend water van 10°C I4. 10 sec. onderdompeling in water van 10°C C. N/A Koelen van brandwonden in een model, er is gekeken naar de optimale koelingstemperatuur en duur van koelen.	1. Toename van schade tijdens koelen van case B tot 25 sec na brandwond. 2. effectiviteit van koelen op Case B, C en D 3. Verschillende temperaturen op A, B en C. 4. Effect van vertraagd koelen op effectiviteit (op B en D) *Alle drie gebruiken formule die omslagpunt van schade aangeeft in Ω.	1. Interventies zijn niet significant verschillend in schade preventie. Na 5 sec. neemt schade al niet meer toe bij I2, I3 en I4. 2. Meer dan 20 sec koelen (geen temperatuur weergegeven) geeft geen stijging meer in de effectiviteit van koelen. 3. minimaal verschil tussen koud water en 'luke-warm' water. 4. Bij 10 sec. delay lijkt koelen al niet meer effectief te zijn.	Vanuit een warmte-convectie-model is het niet nodig om een brandwond voor meer de 30 seconden te koelen. Het meest effectief als er meteen gekoeld wordt. "the cooling therapy only slightly reduces the final volume that is irreversibly burnt."	
Ng E. Y. K. Chua L. T. Comparison of one- and two-dimensional programmes for predicting the state of skin burns. Burns 2002;28(1):27-34 Simulatiestudie (middels een computermodel)	- Singapore	I1. Koelen na vertraging van 1 sec. I2. Koelen na vertraging van 3 sec. I3. Koelen na vertraging van 10 sec. C. Niet koelen. * koelen met water (5°C)	1. temperatuur bij start van koeling na brandwond van 76°C.	Interventie 1: 62°C Interventie 2: 55°C Interventie 3: 47°C	Bij een brandwond van 59°C en geen koeling gaat onderstaande op: "it could be concluded that if the delay time was larger than 27 s, there was no possible thermal efficacy in initiating cooling therapy."	45°C = threshold injury temperature.

Deelvraag 3D: Wat zijn de gewenste en ongewenste effecten van verschillende koelingsinterventies (koelvesten, hydrogels) in vergelijking met niet koelen of koelen met water op de snelheid en kwaliteit van de wondgenezing na een vlam of hete vloeistof verbranding?

Referentie en studie design	Participanten en setting	Interventie/controle	Uitkomstmaten	Resultaten/effect	Conclusies	Kanttekening of opmerking
<p>Cuttle et al.</p> <p>The efficacy of Aloe vera, tea tree oil and saliva as first aid treatment for partial thickness burn injuries.</p> <p>Burns</p> <p>2008;34(8):1176-82</p> <p>Experimentele dierstudie</p>	<p>8 varkens met elk 2 heet-water-brandwonden (N=16)</p> <p>Australië</p>	<p>I1. Koelen met Aloe vera</p> <p>I2. Koelen met Burnaid® (geïmpregneerd met tea tree oil)</p> <p>I3. Koelen met speeksel</p> <p>C. Geen koeling</p> <p>*koelen gedurende 20 minuten.</p> <p>Geblindeerde observers.</p>	<p>1. Subdermale temperatuur tijdens interventie</p> <p>2. Re-epithelialisatie in cm²</p> <p>3. Litteken kwaliteit door histologie</p> <p>4. Cosmetische uitkomst</p>	<p>1. I1 en I2 geven significant meer koeling dan C op 20 minuten (p=.02 en p=.05)</p> <p>2. Geen significante verschillen tussen interventies.</p> <p>3. Geen significante histologische verschillen tussen interventies.</p> <p>4. Geen significante verschillen tussen interventies.</p>	<p>De 3 interventies zijn niet beter dan de controle wat betreft re-epithelialisatie, histology van het litteken of de cosmetische uitkomst.</p> <p>Ze geven wel een koelend effect maar dit leidt niet tot een betere uitkomst.</p>	
<p>Yuan et al.</p> <p>Assessment of cooling on an acute scald burn injury in a porcine model.</p> <p>Journal of Burn Care and Research</p> <p>2007;28(3):514-20</p> <p>Experimentele dierstudie</p>	<p>10 varkens met elk 4 partial thickness heet-water-brandwonden</p> <p>Australië</p>	<p>I1. stromend kraanwater (22°C)</p> <p>I2. natte doeken, elke 3 min ververst.</p> <p>I3. gesprayd water, elke 30 sec.</p> <p>C. geen koeling</p> <p>* interventie 1, 2 en 3 werden onmiddellijk na brandwond voor 20 minuten gekoeld.</p> <p>Interventie werd random toegewezen aan wonden en histologie is blind beoordeeld.</p>	<p>1. Intradermale temperatuur</p> <p>2. Verschil in wondoppervlakte op dag 1 en 9 in cm²</p> <p>3. Histologisch assessment op dag 1 en 9</p> <p>Klinische blik alleen voor vergelijking met histologisch assessment</p>	<p>1. I1 geeft grootste temperatuur daling (p<.01)</p> <p>2. Op dag 1 geen verschillen. Op dag 9 zijn alle wonden kleiner, maar geen significante verschillen tussen interventies (p>.05)</p> <p>3. Geen verschil op dag 1. Op dag 9 geeft I1 de meeste vooruitgang vergeleken met dag 1 en heeft als enige geen wonden die achteruit gaan. Geen statistische gegevens.</p>	<p>“Cool running tap water for 20 minutes applied immediately after sustaining a burn injury can greatly facilitate healing and therefore potentially minimize future scarring and need for surgical intervention”</p>	<p>Geen conclusie mogelijk over meest optimale duur van koelen.</p>

Deelvraag 6A: Wat is de te prefereren methode voor inschatting van totaal verbrand lichaamsoppervlak bij kinderen tijdens de 1^{ste} opvang gelet op de accuratesse en toepasbaarheid?

Referentie en studie design	Participanten en setting	Interventie/controle	Uitkomstmaat	Resultaten/effecten	Conclusies	Kanttekening of opmerking
Wilson et al. A new burn area assessment chart. Burns 1987;13(5):401-5 Vergelijkend cohort studie	268 participanten waarvan 167 kinderen <12 jaar Verenigd Koninkrijk	I. vernieuwde formulieren op basis van leeftijd, waarbij het % lichaamsoppervlak op de lichaamsdelen zijn uitgeschreven. C. oude formulieren waarbij het % lichaamsoppervlak per lichaamsdeel voor verschillende leeftijden in een tabel staan. *beide gebaseerd op de Lund & Browder.	Accuratesse in beoordeling TVLO bij kinderen <12 jaar. (Inaccuraat als verschil met inschatting in 'burn unit' meer dan 1% is voor kleine brandwonden (<10%) en 2% voor grote brandwonden (≥10%). Verschil tussen burn unit assessors en SEH assessors	Accuraat: I: 45% C: 18% Inaccuraat: I: 26% C: 26% Niet ingevuld: I: 29% C: 56% C: 8.6±5.7% I: 3.1±3.8% (p<.01)	"the new charts have improved the accuracy of estimation of the area of burns by the casualty departments in our region."	Oude studie die de Lund & Browder heeft omgezet voor gebruik bij kinderen van verschillende leeftijden waarbij de percentages in de verschillende lichaamsdelen zijn geschreven. Resultaten van verschil tussen burn unit en SEH assessors zijn gebaseerd op 26 waarnemingen. (oude formulieren n=12; nieuwe formulieren n=14).
Agarwal P. Sahu S. Determination of hand and palm area as a ratio of body surface area in Indian population. Indian Journal of Plastic Surgery 2010;43(1):49-53 Prospectieve studie	Gezonde volwassenen (N=300) en kinderen (N=300) India	I1. Handpalm oppervlak incl. vingers. I2. Handpalm oppervlak excl. vingers. C. Theorie palm 1%	Daadwerkelijk oppervlak van de handpalm in percentage van het totale lichaamsoppervlak	I1: Man 0.92 ± 0.10 Vrouw 0.92 ± 0.07 M+V 0.92 ± 0.09 Jongen 1.07 ± 0.11 Meisje 1.06 ± 0.11 J+M 1.07 ± 0.11 I2: Man 0.49 ± 0.07 Vrouw 0.51 ± 0.06 M+V 0.50 ± 0.07 Jongen 0.64 ± 0.09 Meisje 0.63 ± 0.08 J+M 0.63 ± 0.08	"The hand area as compared to TBSA more closely represents 1% of TBSA in Indian population."	Lijkt op studie van Nagel et al. die in de NZGG richtlijn zit.

Deelvraag 6B: Wat is de te prefereren methode voor inschatting van totaal verbrand lichaamsoppervlak bij volwassenen tijdens de 1^{ste} opvang gelet op de accuratesse en toepasbaarheid?

Referentie en studie design	Participanten en setting	Interventie/controle	Uitkomstmaat	Resultaten/effecten	Conclusies	Kanttekening of opmerking
Freiburg et al. Effects of differences in percent total body surface area estimation on fluid	146 dossiers 19 excl. (opname >1 dag postburn) (N=127, waarvan 47 TVLO)	I1. TVLO inschatting verwijzend ziekenhuis C1. TVLO inschatting in burn centre	Gemiddeld verschil tussen TVLO inschatting I1:C1;	Totale groep: Mean diff. 1.3 ±8.8 (p=0.153, Wilcoxon's signed-rank test)	"In conclusion, we were able to show with high probability that the smaller burns of transferred, rural burn patients are	Gaat ook over de resuscitatie die na de inschatting plaatsvindt. Lund-Browder, wanneer

<p>resuscitation of transferred burn patients. Journal of Burn Care and Research 2007;28(1):42-8</p> <p>Retrospectieve cohort studie (dossier)</p>	<p>inschatting in 2 settings)</p> <p>USA</p>	<p>I2. Verwezen Pt. C2. Directe opname</p>	<p>Proportie onder en overschatting met verschil van >5% TVLO als cut-off.</p> <p>I2:C2 aantal pt met complicaties en mortaliteit</p>	<p>Groep <20% TVLO: Mean diff. 4.3 ±6.9 Groep ≥20% TVLO: Mean diff. -4.9 ±9.1 (p=.0002, Wilcoxon's rank-sum test)</p> <p>-Geen verschil in TVLO: 28/47 (60%) -Overschatting: 13/47 (27%) -Onderschatting: 6/47 (13%)</p> <p>Inschatting geeft geen verschil in complicaties (p=.903) of mortaliteit.</p>	<p>overestimated and over-resuscitated, whereas larger burns are underestimated and under-resuscitated.</p> <p>Kleinere brand-wonden worden vooral overschat en grotere brand-wonden onderschat. Kantelpunt ligt rond de 20% TVLO</p>	<p>niet aanwezig werd verondersteld dat de Regel van 9 was gebruikt.</p> <p>Veel missende data (20%) en slechts 47 participanten met TVLO inschatting van verwijzend ziekenhuis en brandwonden centrum</p> <p>Volwassenen (18+)</p>
<p>Neaman et al.</p> <p>A new method for estimation of involved BSAs for obese and normal-weight patients with burn injury. Journal of Burn Care and Research 2011;32(3):421-8</p> <p>Prospectieve studie</p>	<p>163 volwassenen van verscheidende medische afdelingen. 3 subgroepen op basis van BMI: -Normaal/ over-gewicht BMI<30; -Obese BMI 30-40 -Morbide obese BMI>40</p> <p>USA</p>	<p>I1. Rule of nine I2. Lund & Browder</p> <p>C. Werkelijk TLO bepaalt met Du Bois and Du Bois methode</p>	<p>Verskil in berekend lichaamsoppervlak voor verschillende lichaamsdelen en bij verschillende BMI-subgroepen.</p>	<p>I1 en I2 verschillen significant (p<.05) met C voor vrijwel alle subgroepen en lichaamsdelen.</p> <p>In I1:C significant verschil in 10 van de 12 vergelijkingen</p> <p>In I2:C significant verschil in 20 van de 21 vergelijkingen</p>	<p>"Our results have found calculation errors in current techniques used in burn units. We have proposed a new method that more accurately predict BSA for various parts of the body and accounts for the increasing BMI."</p>	<p>Validatie voor Regel van 9 en Lund & Browder in vergelijking met de "Du Bois en Du Bois berekening". Ook op basis van BMI</p> <p>Volwassenen (18+)</p>
<p>Smith et al.</p> <p>A comparison of serial halving and the rule of nines as a pre-hospital assessment tool in burns. British Journal of Plastic Surgery 2005;58(7):957-67</p> <p>RCT</p>	<p>Medisch personeel (N=125).</p> <p>Verenigd Koninkrijk</p>	<p>I1. Serial halving / halveermethode</p> <p>I2. Regel van 9.</p> <p>C. Expert consensus.</p>	<p>Adequate behandeling/ verwijzing volgens de ABA verwijsriteria van >20% TVLO bij leeftijd van 10-50 en >10% bij de overige leeftijden. Daadwerkelijke TVLO is bepaald door C groep van 6 experts.</p>	<p>Geen significant verschil tussen I1 en I2 (Wilkinson signed rank test) in verwijzingen.</p> <p>>20% (I2) en >1/4 (I1): p=.0742</p> <p>>10% (I2) en >1/8 (I1): p=.625.</p>	<p>"serial halving is a very simple method of quickly assessing burn areas, making it ideal for triage and initial assessment"</p> <p>"It appears no worse than the rule of nines, and could have a useful role in pre-hospital assessment"</p>	<p>Geeft geen vergelijking tussen exacte TVLO inschatting maar kijkt naar de consequenties: wel of niet verwijzen.</p> <p>In de studie staat geen informatie over de randomisatie en allocatie procedure.</p>
<p>Agarwal P. Sahu S.</p>	<p>Gezonde volwassenen (N=300) en kinderen (N=300)</p>	<p>I1. Handpalm oppervlak incl. vingers.</p>	<p>Daadwerkelijk oppervlak van de handpalm in percentage van het totale</p>	<p>I1: Man 0.92 ± 0.10 Vrouw 0.92 ± 0.07 M+V 0.92 ± 0.09</p>	<p>"The hand area as compared to TBSA more closely represents 1% of</p>	<p>Lijkt op studie van Nagel et al. die in de NZGG richtlijn zit.</p>

Determination of hand and palm area as a ratio of body surface area in Indian population. Indian Journal of Plastic Surgery 2010;43(1):49-53 Prospectieve studie	India	I2. Handpalm oppervlak excl. vingers. C. Theorie palm 1%	lichaamsoppervlak	Jongen 1.07 ± 0.11 Meisje 1.06 ± 0.11 J+M 1.07 ± 0.11 I2: Man 0.49 ± 0.07 Vrouw 0.51 ± 0.06 M+V 0.50 ± 0.07 Jongen 0.64 ± 0.09 Meisje 0.63 ± 0.08 J+M 0.63 ± 0.08	TBSA in Indian population.”	
Jose et al. Burns area estimation – an error perpetuated. Burns 2004;30(5)481-2 Review en cross-sectionele studie (interviews)	Pubmed search 50 junior artsen in SEH en plastische chirurgie. Eerste 20 “internet hits” op “burn size estimation” in google en yahoo. Verenigd Koninkrijk		Antwoord op vraag: welk gedeelte van de hand staat gelijk aan 1% van het lichaamsoppervlak? Palm incl vingers of palm excl vingers	Excl: 22/50 Incl: 24/50 Weet niet: 4/50	“This study demonstrated the discrepancy between the evidence and the practice, and it is important to rectify this error as soon as possible.”	Geeft probleem aan dat er veel onduidelijkheid bestaat over wat nu 1 % van het lichaamsoppervlak weergeeft: palm met of zonder vingers?
Malic et al. Resuscitation burn card – A useful tool for burn injury assessment. Burns 2007;33(2):195-9 Prospectieve studie	Medical student, Medical staff Burn centre staff (N=75)(25/groep) Verenigd Koninkrijk	I1. Resuscitation Burn Chart (RBC) I2. Visueel schatten I3. Lund & Browder C. gouden standard (BW wordt geïllustreerd door ‘patches’ op het lichaam waarvan de oppervlakte bekend is)	TVLO inschatting van kleine brandwonden volgens drie methoden. TVLO inschatting van grote brandwonden volgens de drie methoden.	I1 het meest accuraat bij klein brandwonden. Meer ervaring geeft betere resultaten (p<0.0001). N=6; 2 SEH artsen, 2 plastisch chirurgen en 2 brandwond-verpleegkundigen. Geen grote verschillen, echter geen statistische gegevens.	“The evaluation of burn extent was found to be more accurately measured than the estimation obtained without the RBC.”	Stellen het gebruik van een creditcard met nomogram voor als hulpmiddel van inschatten van TVLO. Methode onduidelijk Resultaten lijken extreem. Een BW van 1,5% die door medical students gemiddeld visueel wordt geschat als 16%, en met de Lund & Browder op gemiddeld 12%?
Prieto et al. A system for 3D representation of burns and calculation of burnt skin area. Burns 2011;37(7)1233-40 Prospectieve studie	Gezonde vrijwilligers (n=37, experiment 1; n=12, experiment 2) Patiënten met brandwonden in burn unit (n=80, experiment 3) Spanje	I1. 3D model (BAI) I2. Inschatting arts (n=5) met Regel van 9, handpalmmethode of Lund & Browder? C. gouden standard (BW wordt geïllustreerd door ‘patches’ op het lichaam waarvan de oppervlakte	ICC's TVLO inschatting	Exp 1, I1 vs C. ICC = 0.9918 t-test p=0.929 Exp 2, I1 en I2 vs C. ICC I1 = 0.9990 t-test I1 p= 0.7874 ICC I2 = 0.83 - 0.97 t-test I2 p= 0.3679 voor 1 arts, rest significant.	“we show that differences between BAI and the gold standard are not statistically significant and experiment 3 states that there are significant differences between BAI and the Rule of Nines.”	Gaat voorbij aan klinische relevantie en is niet toepasbaar bij eerste opvang. Inclusie exp 3 zowel kinderen als volwassenen, echter niet in analyses te onderscheiden.

(validatie en vergelijking)		bekend is)		Exp 3, I1 vs I2 ICC = 0.9039 t-test p= 0.000002		
-----------------------------	--	------------	--	---	--	--

Deelvraag 7A. Welke patiënten dienen behandeld te worden met vocht resuscitatie in de acute fase (pre-brandwondencentrum)?

Geen EBRO methode gebruikt voor beantwoording van deze vraag.

Deelvraag 7B. Wat is de te prefereren vloeistof voor vocht resuscitatie tijdens de 1e opvang (pre-brandwondencentrum)?

Referentie en studie design	Participanten en setting	Interventie/Controle	Uitkomsten	Resultaten/Effect	Conclusie	Kanttekening of opmerking
Roberts et al. Human albumin solution for resuscitation and volume expansion in critically ill patients. Cochrane Database Syst Rev 2011; Issue 11 Cochrane Systematic Review	Totaal 10842 (38 trials) critically ill, waarvan n=191 (3 trials) in brandwonden. (pooled data en in subgroups) <i>-Cooper 2006:</i> (I) 19 5% albumin + RL (n=19), (C) RL (n=23 volwassenen) <i>-Goodwin 1983:</i> (I) 2.5% albumin + RL (n=40), (C) RL (n=39 volwassenen) <i>-Greenhalgh 1995:</i> (1) high albumin group maintaining serum levels 2.5-3.5 g/dL (n=34), (2) low albumin group, supplementatie als <1.5g/dL (n=36 kinderen < 18jr)	Human albumin of plasma protein fraction (PPF) Vs Geen albumine, PPF of krystalloïd oplossing	Mortaliteit	Albumine: RR totaal: 1.02 (95% CI 0.92-1.13) Albumine RR brandwonden: 2.93 (95% 1.28-6.72)	Geen bewijs dat albumine mortaliteit verminderd in critically ill, inclusief brandwonden. Suggestie dat mortaliteit is verhoogd in albumine behandelde brandwonden patiënten.	Gaat niet specifiek over 1 ^e opvang. Weinig brandwonden data/trials, 2 oude studies ('83, '95 en '06) PPF wordt alleen genoemd in methode, niet meer genoemd in resultaten of conclusie. De 3 brandwonden studies onderzochten effect albumine en niet van PPF.
Bunn et al. Hypertonic versus near isotonic crystalloid for fluid resuscitation in critically ill patients. Cochrane Database Syst Rev 2004; Issue 3 (Edited version published in Issue 4, 2008) Cochrane systematic review	Totaal 956 (14 trials) critically ill; waarvan n=89 (3 trials) in brandwonden. Data per patiëntengroep <i>Bortalani 1996:</i> hypertoon zout (n=20), RL (n=20 volwassenen) <i>Caldwell 1979:</i> hypertoon RL (n=17), RL (n=20 kinderen) <i>Jelenko 1978:</i> hypertoon zout (n=5), RL (n=7 volwassenen)	Hypertonische krystalloïde vloeistof Vs Isotonische krystalloïde vloeistof	Mortaliteit	Brandwonden: Hypertonisch vocht: RR 1.49 (95% CI 0.56-3.95)	Te weinig data om conclusie te trekken dat hypertoonische vloeistof een voordeel heeft.	Gaat niet specifiek over 1e opvang. Weinig brandwonden data/trials, oude studies ('78, '79 en '96) (van slechte kwaliteit volgens Cochrane reviewers)

Bijlage 2 Bewijstabellen

<p>Perel P. Roberts I.</p> <p>Colloids versus crystalloids for fluid resuscitation in critically ill patients. Cochrane Database Syst Rev 2011; Issue 3</p> <p>Cochrane systematic review</p>	<p>n=7754 (n= 79 brandwonden) (Albumine), n=1172 (HES), n=506 (modified gelatin), n=834 (n= 172 brandwonden) (Dextran)</p> <p>Critically ill, inclusief brandwonden (2 van de 65 studies). Geen aparte analyse brandwonden patiënten</p> <p><i>Goodwin 1983</i>:2.5% albumin + RL (n=40), RL (n=39 volwassenen) <i>Hall 1978</i>: (1) Dextran of dextrose (n=86), (2) RL (n=86 kinderen en volwassenen)</p>	<p>Colloiden (Albumine, HES, modified gelatin, Dextran) Vs Krystalloiden</p>	<p>Mortaliteit</p>	<p>Albumine: RR 1.01 (95% 0.92-1.10) (incl n=1 brandwonden studie)</p> <p>Dextran: RR 1.24 (95% CI 0.94-1.65) (incl n=1 brandwonden studie)</p>	<p>Geen bewijs dat colloiden mortaliteit verlagen</p>	<p>Gaat niet specifiek over 1e opvang. Weinig brandwonden data/trials, oude studies ('83, '78)</p> <p>Brandwonden niet apart geanalyseerd!</p>
<p>Azzopardi et al.</p> <p>Fluid resuscitation in adults with severe burns at risk of secondary abdominal compartment syndrome - An evidence based systematic review. Burns 2009; 35(7):911-20</p> <p>Systematic Review</p>	<p>Brandwonden (geen meta-analyse)</p>	<p>1. Fluid-volume management (fluids) en contributie aan ontwikkeling ACS 2. Rol urinary bladder pressure monitoring 3. Awareness burn community to ACS</p>	<p>Abdominal Compartment Syndrome (ACS)</p>	<p>1. Reduce fluid-volume through use of colloids or hypertonic saline 2. Continuous intra-vesical pressure monitoring is recommended</p>	<p>1. Fluid resuscitation is causative to ACS 2. Continuous intra-vesical monitoring is cheap, reliable, user friendly etc 3. Poor awareness requires urgent dissemination of evidence based information</p>	<p>Gaat niet specifiek over 1e opvang.</p> <p>Beschrijving nadeel te veel vloeistof, keuze oplossingen en monitoring</p>
<p>Belba et al.</p> <p>Comparison of hypertonic vs isotonic fluids during resuscitation of severely burned patients. Am J Emerg Med 2009a;27:1091-6</p> <p>Prospective randomized comparative study (RCT) (mono centrum)</p>	<p>110 (waarvan 88 kinderen)</p> <p>TVLO: adults >20%, kinderen >15%</p> <p>Albanië</p>	<p>LR (Lactated Ringer) vs HLS (hypertonic lactate saline)</p>	<p>Mortaliteit, fluid loads, sodium loads, cumulative fluid load, cumulative urine output, net fluid accumulation (NFA)</p>	<p>Mortaliteit: (LR) vs (HLS) n=5 vs n=5 (ns) NFA: LR>HLS (34.8± 21 vs 23.3±23.8 ml/kg, p=0.025), Fluid Load 1st hr: HLS>LR & gerelateerd aan minder fluid later en lagere NFA Correlatie NFA en mortaliteit (Kendall T_br=0.234, p=0.001)</p>	<p>"Hypertonic resuscitation consists in giving higher fluid and sodium load in 1st hr of therapy, that is accompanied with decrease fluid requirement and fluid accumulation in 1st 24hr"</p>	<p>Behandel protocol onduidelijk beschreven.</p>
<p>Vlachou et al.</p>	<p>26 volwassenen, TVLO >15%</p>	<p>1) Crystalloid (Hartmann) vs 2) Colloid supplemented</p>	<p>Totaal volume 1^e 24 uur, vocht balans 1^e</p>	<p>Groep 1 vs 2:</p>	<p>HES supplementatie leidt tot minder benodigde</p>	<p>Gaat over resuscitatie in BWC, na 1e behandeling</p>

Hydroxyethylstarch supplementation in burn resuscitation. A prospective randomised controlled trial. Burns 2010; 36(7):984-91 RCT (mono centrum)	Binnen 6 uur na ongeval opgenomen in BWC UK	regime (6% HES, hydroxyethylstarch) Gebruik van Parkland formule	24 uur, gewichtstoename (als marker voor interstitial tissue oedema), Serum creatinine, abumine en c-reactive protein, etc	Volume 1 ^e 24 uur: 307 vs 263 ml/%TVLO (p<0.05); Gewichtstoename 1 ^e 24 uur: 2.5 vs 1.4 kg (p<0.01),	vloeistof en minder interstitieel oedeem	verwijzend SEH of ambulance
Bechir et al. Early fluid resuscitation with hyperoncotic hydroxyethyl starch 200/0.5 (10%) in severe burn injury. <i>Critical Care</i> 2010;14:R123 Prospectief open label onderzoek	30 consecutieve volwassen patiënten Brandwonden (>20% TVLO) Zwitserland	Crystalloids (n=14) vs HES* 200/0.5 (10%) (n=16) resuscitation protocol In 1e 24 hr *Hyperoncotic hydroxyethyl starch	Total amount of fluid, complications: pulmonary failure, ACS, sepsis, renal failure, mortality	No sign group differences. Trend towards increased mortality in HES vs crystalloids (n=7 vs 2; 43 vs 14%, p=0.16) en incidence renal failure (n=4 vs 1; 25 vs 7%, p=0.42)	Application of HES 200/0.5 within 1st 24 hrs may be associated with fatal outcome, should be used with caution	Gaat niet specifiek over 1e opvang. Kleine studie, geen sign verschillen, echter % verschillen groot. Methode van treatment allocatie niet beschreven
Faraklas et al. Colloid normalizes resuscitation ratio in pediatric burns. <i>J Burn Care Res</i> 2011; 32:91-7 Retrospectief dossier onderzoek	53 kinderen, TVLO >15%	Parkland formule met tritatie op basis van urine output, Vergelijking: Effect colloid rescue: Krystalloid (LR) vs colloid toevoeging (LR+ALB)	Hourly resuscitation ratio (I/O) I/O =	ALB patients more severely injured. LR group maintained I/O, ALB had escalating ratios I/O until colloid suppl	Measurement I/O is useful method of evaluation fluid demands. Addition colloids restored normal I/O	Gaat over behandeling in burn centre, methode voor monitoren resuscitatie volume. Duidelijk protocol.

Deelvraag 7C. Wat is de te prefereren methode voor berekening van volume voor vocht resuscitatie tijdens de 1e opvang (pre-brandwondencentrum)? Welke gegevens zijn hierbij van belang?

Referentie en studie design	Participanten en setting	Interventie/Controle	Uitkomsten	Resultaten/Effect	Conclusie	Kanttekening of opmerking
Spelten et al. Abschätzung des substitutionsvolumens nach verbrennungstrauma. Systematische übersichtsarbeit uber publizierte formeln.	Brandwonden (geen meta-analyse)	Overzicht/Review van Resuscitatie formules gepubliceerd tussen 1950 en 2010	Volume 1e 24 uur (vergelijking formules mbv rekenvoorbeeld)		Verschillende formules leiden tot verschillende volumes. Gebruik formules met monitoren. Urine output is gevestigde monitor parameter. Gebruik colloids en hypertonische vloeistoffen is controversieel	Gaat over formules, indeling 0-24hr, >24 hr. Review van 8 expert opinion studies. Geen vergelijking van kwaliteit van formules. Duits artikel.

Der Anaesthetist 2011; 4:303-311						
Systematic review						
Barrow et al. Early fluid resuscitation improves outcomes in severely burned children. Resuscitation 2000; 45:91-96 Retrospectief cohort (dossier) onderzoek (vergelijking studie)	133 Kinderen >50% TVLO USA	Vergelijking vroege (< 2 uur) start resuscitatie of laat (≥2 uur) na ongeval	Sepsis, nierfalen, mortaliteit	Incidentie sepsis, nierfalen, en mortaliteit was hoger bij kinderen met late start resuscitatie. Sepsis: 12 vs 62% Nierfalen: 14 vs 56% Mortaliteit: 14 vs 74% voor vroeg vs late resuscitatie	Start van vloeistof resuscitatie binnen 2 uur na ongeval is mogelijk een van de belangrijkste factoren ter preventie multi-orgaan falen en overlijden	Gaat over belang vroege start van resuscitatie. Er wordt veel gerefereerd naar dit artikel in reviews, ivm belang vroege start resuscitatie. Niet beschreven of behandeling gehele 1 ^e opvang laat gestart was.
Klein et al. The Association between fluid administration and outcome following major burn. Annals of Surgery 2007; 245(4):622-8 Retrospectief cohort studie	72 Volwassenen > 20% TVLO USA	Evaluatie 1) relatie volume vocht en injury characteristics 2) relatie volume vocht en adverse outcomes Gebruik en evaluatie van Parkland formule (4ml/kg/%TVLO)	Total volume 1e 24 uur, MODS blood stream infections, Adult Respiratory Distress syndrome (ARDS), mortality, etc	Volume 1 ^e 24 uur: 5.2ml/kg/%TVLO 1) %TVLO, leeftijd, intubatie en gewicht geassocieerd met volume vocht 2) Pneumonia, bloodstream infections, ARDS, MODS en death are related to increased vocht toediening	TVLO, leeftijd, gewicht en intubatie zijn voorspellend voor toegediende volume vocht. Patiënten met groter volume vocht toegediend hebben verhoogd risico op complicaties en overlijden	Gebruikte resuscitatie methode niet duidelijk beschreven, gaat vooral om factoren gerelateerd aan volume vochttoediening.
Chung et al. Resuscitation of severely burned military casualties: fluid begets more fluid. J Trauma 2009;67(2)231-7 Retrospectief dossier onderzoek (vergelijking studie)	58 militairen met brandwonden (>20%TVLO) in oorlogsgebied, met completed burn flow sheets tussen nov 2005 en dec 2008 Oorlogsgebied Amerikaanse soldaten	Modified Brooke (2ml*kg*TVLO) vs Parkland formula (4ml*kg*TVLO)	Total fluid 24hrs, total hospital days, ACS, mortaliteit, IVY index (>250ml/kg kristalloid in acute fase)	24hr volume Brooke vs Parkland groep (3.8 ±1.2 vs 5.9±1.1 ml*kg*TVLO, p<0.0001), Overschreiding IVY index Parkland vs Brooke (57% vs 29%, p<0.05), IVY index is voorspeller van mortaliteit	Brooke formule resulteerde in lagere 24hr volumes zonder verhoogde morbiditeit of mortaliteit.	Gaat over effect vocht volume (formule) in 1e 24 uur in oorlogsslachtoffers. Veel missing data (maar 58 van 105 burn flow sheets beschikbaar)
Luo et al. Fluid resuscitation for major burn patients with the TMMU protocol. Burns	71 (46 adults, 25 children) >30% TVLO (binnen 8hr op center) (exclusion chemical/electrical burns en inhalation injury)	Evaluatie van TMMU protocol*, gebruikt in China sinds 1960. *1.5 ml (1 ml kristalloid +0.5 ml colloid)/kg/%TVLO + 2L water maintenance (5%	Vocht volume 1 ^e 24 uur, ACS, complicaties etc	Gemiddeld 1.8 ml/kg/%TVLO bovenop maintenance fluid (20% meer vocht dan berekend). Geen ACS, geen mortaliteit in 1st 48uur.	TMMU protocol is feasible option for burn patients. Individual resuscitation, guided by physiological response is important	Gaat over TMMU protocol in burn centre, niet specifiek 1 ^e acute opvang. Observatie klinische parameters van 1 groep, selectieve rapportage

2009; 35(8):1118-23 Observationele studie	China	glucose oplossing) in 1 ^e 24 uur Helpt vocht in 1e 8 uur				parameters.
Mitra et al. Fluid resuscitation in major burns. ANZ J Surg 2006;76:35-8 Retrospectief dossier onderzoek	127 (49 met complete data set geïnccludeerd) >15%TVLO Volwassen patiënten Australië	Review of fluid resuscitation practice (Parkland formule 4ml/kg/%TVLO).	Total fluid, vital signs, urine output etc	Volume 1st 24 hr: 5.6 ±2.8 ml/kg/%TVLO, 73% patiënten kregen meer vocht dan Parkland formule. Volume in 1 ^e 2 uur is bijna dubbel vergeleken met Parkland formule!	Resuscitation volume was greater than predicted by Parkland formula, without adverse events	Gaat niet specifiek over 1e opvang, vooral over volume gegeven in 1e 24 hr. Methode niet (duidelijk) beschreven, onduidelijk wat titratie methode is, en vloeistof keuze. Veel incomplete dossiers.

Deelvraag 7D. Wat is de te prefereren methode van monitoren van vocht resuscitatie tijdens de 1e opvang (pre-brandwondencentrum)?

Referentie en studie design	Participanten en setting	Interventie/Controle	Uitkomsten	Resultaten/Effect	Conclusie	Kanttekening of opmerking
Azzopardi et al. Fluid resuscitation in adults with severe burns at risk of secondary abdominal compartment syndrome - An evidence based systematic review. Burns 2009; 35(7):911-20 Systematische review	brandwonden	1. Fluid-volume management en contributie ACS 2. Rol urinary bladder pressure monitoring 3. Awareness burn community to ACS	Abdominal Compartment Syndrome (ACS)	1. Reduce fluid-volume through use of colloids or hypertonic saline 2. Continuous intra-vesical pressure monitoring is recommended	1. Fluid resuscitation is causative to ACS 2. Continuous intra-vesical monitoring is cheap, reliable, user friendly etc 3. Poor awareness requires urgent dissemination of evidence based information	Gaat niet over 1e opvang. Beschrijft nadeel te veel vloeistof (en keuze voor vocht oplossingen en monitoring)
Faraklas et al. Colloid normalizes resuscitation ratio in pediatric burns J Burn Care Res 2011; 32:91-7 Retrospectief vergelijkings onderzoek	53 kinderen, TVLO >15%	Parkland formule met titratie op basis van urine output, Vergelijking: Effect colloid rescue: Krystalloid (LR) vs colloid toevoeging (LR+ALB)	Hourly resuscitation ratio (I/O) I/O =	ALB patients more severely injured. LR group maintained I/O, ALB had escalating ratios I/O until colloid suppl	Measurement I/O is useful method of evaluation fluid demands. Addition colloids restored normal I/O	Gaat over behandeling in burn centre, methode voor monitoren resuscitatie volume. Duidelijk protocol. Includeren
Belba et al. Net fluid accumulation and outcome. A randomized clinical trial.	35 volwassenen en 75 kinderen Severe burns hospitalised in IC unit	1) Ringerlactaat volgens formule, zonder aanpassing volume (n=55), 2) Ringerlactaat volgens formule startpunt,	Mortality (primary), SIRS/sepsis (secondary) Net fluid	Mortaliteit: 9(16%) vs 5(9%), gr 1 vs 2. Morbiditeit: geen verschil clinical situatie, SIRS en sepsis. Gr 1 had meer	Het geven van de kleinste hoeveelheid vloeistof nodig voor adequate resuscitatie kan een effectieve behandeling	Gaat niet over 1e opvang. Groot verschil in aantal kinderen en volwassenen per behandelgroep.

Bijlage 2 Bewijstabellen

<p>Annals of Burns and Fire Disasters 2009b; 22(1):16-21</p> <p>RCT, mono centrum</p>	<p>Albanië</p>	<p>aanpassing volgens klinische bevindingen en urine output (n=55) Parkland formule voor volwassenen, Galveston Shriners formule voor kinderen.</p>	<p>Accumulation (NFA)</p>	<p>complicaties (56%), dan gr 2 (31%). Mortality was related to NFA (net fluid accumulation). NFA en volume gegeven was groter in gr 1.</p>	<p>zijn</p>	<p>Titratiemethode niet duidelijk beschreven. Resultaten en analyse morbiditeit en mortaliteit onduidelijk</p>
<p>Csontos et al.</p> <p>Arterial thermodilution in burn patients suggests a more rapid fluid administration during early resuscitation. Acta Anaesthesiol Scand 2008;52:742-9</p> <p>RCT</p>	<p>24 Volwassenen TVLO >15%</p>	<p>2 Resuscitatie titratie regimes: Hourly Urine Output (HUO) (0.5-1.0 ml/kg/uur) vs Intrathoracic blood volume index (ITBVI) (mean arterial pressure >70 mmHg)</p> <p>Rinterlactaat oplossing</p>	<p>Multiple Organ dysfunction score (MODS), central venous O2 saturation (ScvO2) on PBD 0-3</p>	<p>HUO vs ITBV: MODS was hoger in 1e 48 en 72 uur ScvO2 was lager 1e 24 uur in HUO,</p>	<p>ITBVI lijkt een betere monitor methode dan HOU tijdens vloeistof resuscitatie in 1e 3 dagen</p>	<p>Gaat niet over 1e opvang, Kleine groepen</p> <p>Methode monitoren ongeschikt voor 1e opvang</p>

Bijlage 3: Informatieformulier overplaatsing brandwondenpatiëntTe downloaden via: <http://www.brandwondenstichting.nl/professionals/overplaatsing-naar-een-brandwondencentrum>

Verwijzer	Patiënt
- naam :	- naam :
- ziekenhuis :	- leeftijd :
- tijdstip :	- geslacht : <input type="radio"/> Man <input type="radio"/> Vrouw

Anamnese

- etiologie
- tijdstip
- afgesloten ruimte? Ja Nee
- TVLO %
- lokalisatie brandwond
- begeleidend letsel
- gekoeld minuten

Eerste opvang

- Airway / Cervical Spine Control
.....
- Breathing / Ventilation
- rook / roet - hees / stridor
.....
- Circulation / Hemorrhage Control
.....
- Disability
.....
- Exposure / Environmental Control
.....
- Fluids
- gewicht patiënt: kg
- volwassene >15%TVLO, kind >10%TVLO
- Hartmann (of NaCl 0,9%): 4 ml / kg / % TVLO / 24 uur,
helft 1e 8 uur + voor kind: onderhoud gluc/zout (per 24 uur)
.....
- Get
- vitale functies
- katheter (kleur urine)
- lab + Röntgen foto's

Give
- medicatie (analgetica, tetanusprofylaxe)
.....
- History
A - Allergies
M - medication
P - Past Illnesses
L - Last Meal
E - Events

- Head to toe examination
- Wondbedekking

Vochtbeleid

uur	vloeistof	ml.	diurese
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

Medicaties

tijd	medicatie



Bijlage 4: Patiëntenparticipatie

Voor de ontwikkeling van een kwalitatief goede richtlijn is ook de input van patiënten nodig. Een behandeling moet immers voldoen aan de wensen en eisen van patiënten én zorgverleners. Patiënten kunnen zorgverleners helpen om te begrijpen hoe het is om met brandwonden geconfronteerd te worden en te leven.

Om de ervaringen (positieve en negatieve), wensen en behoeften van mensen met brandwonden bij de 1^e opvang in de acute fase van brandwonden en verwijzing naar een brandwondencentrum in kaart te brengen is een focusgroepbijeenkomst (A) gehouden. Daarnaast zijn er ook 4 interviews/gesprekken (B) gevoerd met patiënten of ouders van jonge patiënten over hun ervaringen tijdens de 1^e opvang.

A. Focusgroepbijeenkomst

De focusgroepbijeenkomst was georganiseerd in nauwe samenwerking met de Vereniging van Mensen met Brandwonden. De deelnemers waren benaderd en uitgenodigd door bestuursleden van de Vereniging. In totaal waren 11 deelnemers bij de bijeenkomst, waaronder 7 zelfbetrokkenen (waarvan 1 ook grootouder van), 3 ouders en 1 partner.

De deelnemers werden gevraagd om hun ervaringen tijdens de 1^e opvang met de groep te delen. Naast het inventariseren van de ervaren knelpunten werden ook de behoeften en wensen geïnventariseerd. De genoemde knelpunten, behoeften en wensen werden op een tijdsbalk geplaatst van het traject dat iemand doorloopt in de acute fase en er werd beoordeeld of er 'lege fasen' waren en of aanvullingen nodig waren. Als laatste vond er een prioritering plaats van knelpunten, wensen en behoeften.

Inventarisatie knelpunten

De genoemde knelpunten zijn gegroepeerd in 4 hoofdonderwerpen (in willekeurige volgorde): Ambulancevervoer van plaats ongeval naar ziekenhuis, opvang op de SEH, communicatie en bejegening.

Ambulancevervoer:

Sommige deelnemers hadden het gevoel dat de ernst van de brandwond niet serieus genomen werd en gaven aan dat de communicatie niet optimaal verliep. Zo werd niet altijd verteld waar het vervoer heen ging of waarom er niet rechtstreeks naar een brandwondencentrum vervoerd wordt. Bij één deelnemer was er ook discussie tussen de centrale en het ambulancepersoneel waarbij de centrale aan het protocol hield (dichtstbijzijnde ziekenhuis) terwijl het ambulancepersoneel rechtstreeks naar een brandwondencentrum wilde. Volgens die deelnemer heeft het afwijken van het protocol en het rechtstreeks naar een brandwondencentrum vervoeren in dit geval mogelijk het leven van de patiënt gered. Ook informatie over wel of niet koelen in de ambulance kan onduidelijkheid bij de patiënt wegnemen maar ontbrak volgens sommige deelnemers.

Opvang op de SEH:

Sommige deelnemers gaven aan dat de deskundigheid van het SEH-personeel wat betreft brandwonden te wensen overlaat. Zo werd iemand onterecht weer naar huis gestuurd, werd een chemische brandwond niet herkend als brandwond en moest er lang gewacht worden voordat de diagnose gesteld werd zonder dat er adequate pijnstilling was gestart. Daarnaast werd een kind niet warm gehouden waardoor het leek alsof het SEH personeel niet bekend was met onderkoeling als gevolg van brandwonden. Bij één deelnemer was er onduidelijkheid over welke arts er verantwoordelijk is over een kind met brandwonden op de SEH.

Communicatie:

Sommige deelnemers gaven aan dat er niet naar de patiënt (of ouders) geluisterd wordt of dat er niet verteld wordt wat er gaat gebeuren (welke handelingen) en waar de patiënt naartoe gebracht wordt. Ook de informatievoorziening naar ouders laat te wensen over. De aanwezige ouders gaven aan dat ze pas in een latere fase geïnformeerd werden over de ernst van de brandwonden en dat ze zonder informatie bij hun kinderen werden weggehaald. Hierdoor was het gevoel van onmacht bij de ouders zeer groot.

Bejegening:

Sommige deelnemers voelde zich niet als mens maar als nummer behandeld. Ook werden vragen niet serieus beantwoord.

Inventarisatie behoeften en wensen

De genoemde behoeften (wat heb ik nodig) zijn gegroepeerd in 3 hoofdonderwerpen: communicatie, bejegening en zorg. De genoemde wensen (wat zou ik willen) zijn gegroepeerd in 3 hoofdonderwerpen: ambulancevervoer, zorg en begeleiding/bejegening. De onderwerpen staan vermeld in willekeurige volgorde.

Behoeften communicatie:

De deelnemers hebben behoefte aan duidelijkheid, overleg en erkenning naar alle partijen (patiënten, ouders, partners etc.). Ze willen geïnformeerd worden over de ernst van de brandwond, wat er gebeurd is, welke handelingen er worden verricht, maar ook waarom er wel /niet besloten wordt om door te verwijzen naar een brandwondencentrum. De deelnemers hebben behoefte aan gedoseerde informatievoorziening (niet alles in 1 keer) die aansluit bij de patiënt en rekening houdt met zijn/haar schuldgevoel of schaamte. Ook in de 1^e 24 uur is er behoefte aan psychosociale aandacht.

Behoeft bejegening:

De deelnemers willen als mens bejegend worden, bijvoorbeeld door serieuze antwoorden te krijgen op vragen en door te vertellen waar de patiënt is, wat er is gebeurd en hoe de patiënt erbij ligt (wel/niet bedekt met laken, naakt, etc.). Het toelaten van naasten die ondersteuning bieden kan hierbij helpen, ook bij volwassen patiënten. Daarnaast kan de patiënt betrokken worden bij de besluitvorming over of een naaste persoon (partner, ouder etc.) naar huis gaat of in ziekenhuis blijft.

Behoeft zorg:

Er is behoefte aan deskundige hulp en zorg met duidelijkheid over de behandeling van brandwonden. Ook moet er duidelijkheid zijn wie de regie neemt over de zorg.

Wensen ambulancevervoer:

Ambulancepersoneel moet kunnen afwijken van het protocol. Daarnaast is het wenselijk dat ambulancepersoneel aangeeft om persoonlijke spullen mee te nemen naar het ziekenhuis, zoals knuffels en flesjes voor kinderen, en niet alleen de verzekeringspasjes noemt.

Wensen zorg:

De deelnemers vinden het wenselijk dat ook naasten betrokken worden bij de zorg en eventueel eenvoudige handelingen mogen uitvoeren. Daarnaast is het wenselijk om zo snel mogelijk een adequate pijnstilling te geven en dat er bij onduidelijkheid laagdrempelig contact gezocht wordt met een brandwondencentrum voor bijvoorbeeld de inschatting van de ernst van een brandwond.

Wensen begeleiding en bejegening:

De deelnemers vinden het wenselijk dat er naar de patiënt en eventueel ouders geluisterd wordt, vragen serieus genomen worden en er continue begeleiding is. Zie en behandel de patiënt als

ervaringsdeskundige van zijn/haar eigen klachten. Daarnaast is psychosociale aandacht wenselijk, ook voor de naasten. Ook lotgenoten kunnen in een vroeg stadium steun geven door te delen in ervaringen.

Tijdsbalk

De meeste knelpunten, behoeften en wensen die zijn genoemd concentreren zich rondom vervoer en eerste opvang. Door het gebruik van een tijdsbalk kwamen ook de volgende knelpunten aan het licht:

- Verkeerde inschatting van de ernst van de brandwond op de SEH.
- Duidelijkheid en opvolging van verwijscriteria naar brandwondencentrum (het idee leeft dat artsen niet altijd naar brandwondencentrum willen bellen om advies, maar het zelf willen doen).
- Na opname/aankomst in brandwondencentrum: informeren van patiënt en naasten.
- Na opname/aankomst in brandwondencentrum: bejegening van patiënt en naasten.

Prioritering

De deelnemers gaven de volgende prioritering in de knelpunten aan:

- Ambulancepersoneel kan direct contact opnemen met een brandwondencentrum over waar de patiënt naar toe zou moeten.
- De centrale geeft richtlijnen door aan de ambulance, maar het ambulancepersoneel kan hier van afwijken (direct vervoer van patiënt naar brandwondencentrum in geval van ernstige brandwonden).
- Deskundigheid m.b.t. brandwonden op iedere SEH.
- Goede communicatie op alle vlakken (ook partners en ouders etc.).
- Dat je als patiënt ook rust hebt/krijgt.
- Zorg voor nabijheid van naasten.

B. Interviews

De interviews zijn gehouden met twee ouders van jonge kinderen met brandwonden en twee volwassen patiënten met brandwonden. Alle vier betroffen het recente ongevallen. Opmerkingen genoemd bij een positieve ervaring zijn: meelevende ambulancebroeders, SEH professionals straalde rust uit, bejegening SEH professionals waardoor patiënt zich in goede handen voelde. Daarnaast werd ook het advies inwinnen bij een van de brandwondencentra genoemd.

Bij niet zo goede ervaring werd genoemd: lang wachten voordat patiëntje naar afdeling(zaal) werd gebracht, SEH professionals die niet goed weten wat te doen en dat ook uitstralen.

Deze bevindingen sluiten aan bij die van de focusgroepbijeenkomst.

Aanbeveling

De werkgroep adviseert om professionaliteit uit te stralen en emotionele ondersteuning en informatie te geven aan slachtoffers met brandwonden en hun familie tijdens de eerste opvang. Zorgverleners dienen rekening te houden met angst en stress bij de pijnbeoordeling en de patiënt tijdig en eerlijk te informeren over zijn situatie en behandeling om daarmee angst en stress te verminderen.