

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'

© 2020 Brandwondenzorg Nederland

Zeestraat 29

1941 AJ Beverwijk

richtlijnen@brandwondenstichting.nl

www.brandwondenzorg.nl

Het postadres is:

Postbus 1015

1940 EA Beverwijk

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.

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

Initiatief

Brandwondenzorg Nederland
Nederlandse Vereniging voor Heelkunde

Organisatie

Nederlandse Brandwonden Stichting

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 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 Samenwerkende Brandwondencentra Nederland
Verpleegkundigen en Verzorgenden Nederland
Verpleegkundigen en Verzorgenden Nederland Ambulancezorg
WCS Kenniscentrum Wondzorg

Met medewerking van

Ambulancezorg Nederland
Nederlandse Vereniging van Medisch Managers Ambulancezorg
Vereniging van Mensen met Brandwonden

Financiering

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

Inhoudsopgave

Samenstelling werkgroep	5
Lijst met afkortingen	6
Leeswijzer	7
Overzicht van de aanbevelingen	8
Aanbevelingen handelen op plaats van ongeval	8
Aanbevelingen koelen.....	9
Aanbevelingen primaire opvang en lichamelijk onderzoek op de SEH.....	9
Aanbevelingen intubatie	11
Aanbevelingen TVLO inschatting	12
Aanbevelingen vloeistofresuscitatie	12
Aanbevelingen verwijscriteria.....	13
Aanbevelingen vervoer	14
Stroomschema 1: handelen bij brandwonden op plaats van ongeval/incident	15
Stroomschema 2: primaire opvang en lichamelijk onderzoek op de SEH.....	16
Stroomschema 3: intubatie	17
Stroomschema 4: TVLO inschatting	18
Stroomschema 5: vloeistofresuscitatie	19
Algemene inleiding brandwonden	20
Module 1 Handelen bij brandwonden op plaats van ongeval/incident.....	31
Module 2 Koelen	39
Bijlagen bij module 2.....	54
Module 3 Primaire opvang en lichamelijk onderzoek op de spoedeisende hulp	69
Module 4 Intubatie.....	85
Module 5 TVLO inschatting bij kinderen en volwassenen	93
Bijlagen bij module 5.....	102
Module 6 Vloeistofresuscitatie tijdens eerste opvang bij kinderen en volwassenen	109
Bijlagen bij module 6.....	132
Module 7 Verwijscriteria naar een brandwondencentrum	142
Module 8 Vervoer en overplaatsing van de patiënt met brandwonden naar een brandwondencentrum	147
Implementatie van de richtlijn	151
Indicatoren	155
Aanbevelingen voor onderzoek	158
Bijlage 1: Knelpunten en uitgangsvragen	159
Bijlage 2: Informatieformulier overplaatsing brandwondenpatiënt.....	160
Bijlage 3: Patiëntenparticipatie	162

Samenstelling werkgroep

Voor de herziening van de richtlijn is in 2018 een multidisciplinaire werkgroep ingesteld, bestaande uit vertegenwoordigers van alle relevante specialismen die betrokken zijn bij de eerste opvang en zorg van brandwondpatiënten, evenals vertegenwoordigers vanuit de patiëntenvereniging.

Werkgroep:

- Dr. C.H. van der Vlies, traumachirurg, werkzaam in het Maasstad Ziekenhuis, namens NVvH en NVT (voorzitter)
- Mevr. S.F. Amesz, verpleegkundig specialist wondzorg, werkzaam bij ZorgBrug en House of Wounds, namens NOVW
- Dr. M.G.A. Baartmans, kinderarts-neonatoloog, werkzaam in het Maasstad Ziekenhuis, namens NVK
- Drs. R.S. van der Crabben, anesthesioloog en MMT-arts, werkzaam in Erasmus MC en Traumacentrum Zuid West Nederland, namens LNAZ
- Dr. E.M. Fennema, traumachirurg, werkzaam in UMCG, namens NVvH en NVT
- Drs. J.A.C. van Heest, huisarts en docent huisarts opleiding, werkzaam bij Het Doktershuis en Erasmus MC, namens NHG
- Dr. B.M. Kazemier, AIOS gynaecologie & verloskunde en ervaringsdeskundige, namens VMB
- Drs. P. Knape, anesthesioloog, werkzaam in het Rode Kruis Ziekenhuis, namens NVA en NVIC
- Dhr. R. van Komen, teamleider zorg brandwondencentrum, werkzaam in het Maasstad Ziekenhuis, namens WCS
- Drs. D. Moolenaar, internist-intensivist, werkzaam in het Martini Ziekenhuis, namens NVIC
- Drs. H. van der Pols, wetenschappelijk medewerker, werkzaam bij en namens Het Oranje Kruis
- Drs. C.P.P. van Romburgh, specialist EHBO richtlijnen, werkzaam bij en namens het Nederlandse Rode Kruis
- Drs. J. van Roosmalen, SEH-arts, werkzaam in het Rode Kruis Ziekenhuis, namens NVSHA
- Mevr. I. Schol-van Aken, IC brandwondverpleegkundige, werkzaam in het Rode Kruis Ziekenhuis, namens NVBZ
- Dr. S.M.H.J. Scholten-Jaegers, brandwondenarts, werkzaam in het Martini Ziekenhuis, namens NVBZ
- Dhr. M. de Visser, ambulanceverpleegkundige, werkzaam bij RAV Hollands Midden, namens AZN, NVMMA en V&VN AZ
- Dr. A. de Vries, kinder- en brandwondenchirurg, werkzaam in het Rode Kruis Ziekenhuis, namens NVKC en NVvH
- Prof. dr. P.P.M. van Zuijlen, plastisch chirurg, werkzaam in het Rode Kruis Ziekenhuis, namens NVPC

Organisatorische en methodologische ondersteuning

- Drs. H.W.J. Deurenberg, informatiespecialist, werkzaam bij SIROSS
- Dr. C.J. Hoogewerf, coördinator richtlijnen, werkzaam bij en namens de Nederlandse Brandwonden Stichting
- Dr. M.K. Nieuwenhuis, onderzoekskoördinator en hoofd klinisch onderzoek, werkzaam in het Martini Ziekenhuis, namens VSBN
- Dr. C.H.M. van Schie, hoofd inhoudelijke programma's, werkzaam bij en namens de Nederlandse Brandwonden Stichting

Lijst met afkortingen

ABA	American Burn Association
ABCDE	Airway, Breathing, Circulation, Disability, Exposure
AGREE	Appraisal of Guidelines for Research and Evaluation
BWC	Brandwondencentrum
CBRN	Chemisch, Biologisch, Radiologisch, Nuclearair
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 aparte module en de modules zijn zo veel mogelijk op chronologische volgorde van (be)handelen geplaatst. De aanbevelingen uit alle modules en de stroomschema's waarin deze aanbevelingen zoveel mogelijk zijn samengevat, bevinden zich voor de modules. Hieronder staat een overzicht van de modules.

In de [Algemene inleiding](#) 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 [module 1](#) wordt het **handelen bij brandwonden op plaats van ongeval/incident** (pre-hospitaal) en het primaire vervoer naar een ziekenhuis beschreven. Deze module 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 [module 2](#) wordt het wetenschappelijke bewijs voor **koelen** beschreven. De onderbouwing van de weergegeven conclusies en aanbevelingen is weergegeven in bewijstabellen en te vinden in de [bijlagen bij module 2](#).

In [module 3](#) wordt de **primaire opvang en lichamelijk onderzoek op de spoedeisende hulp** beschreven. Daarnaast worden in deze module de (wond)behandelingsmogelijkheden op de SEH besproken die ook relevant zijn voor huisartsen. Deze module is samengevat in [stroomschema 2, primaire opvang](#).

In [module 4](#) 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 [module 5](#) 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 weergegeven in bewijstabellen en te vinden in de [bijlagen bij module 5](#).

In [module 6](#) 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 weergegeven in bewijstabellen en te vinden in de [bijlagen bij module 6](#).

In [module 7](#) worden de **verwijscriteria** naar een brandwondencentrum beschreven.

In [module 8](#) wordt het **vervoer** van een brandwondenpatiënt van een ziekenhuis naar een brandwondencentrum beschreven. Ook staat in deze module beschreven hoe het primaire vervoer van een brandwondenpatiënt verzorgd dient te worden.

In [Implementatieplan](#) staan de stappen beschreven die volgens de werkgroep nodig zijn om de aanbevelingen van deze richtlijn in de gezondheidszorg te implementeren.

In [Indicatoren](#) staan de indicatoren behorende bij de kernaanbevelingen van deze richtlijn die gebruikt worden om de implementatie van deze richtlijn te monitoren.

In [Aanbevelingen voor onderzoek](#) 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/incident

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 over de grond;
 - of met een blusdeken, stevig niet-synthetisch kleed, ander stevig textiel of water
 - werk van gezicht naar beneden zodat vlammen het gezicht zo min mogelijk bereiken.
- Wanneer het slachtoffer zich in een ruimte met veel rookontwikkeling bevindt, dient het slachtoffer verplaatst te worden naar een ruimte zonder rookontwikkeling.
- Bij elektriciteits letsel dient men de stroom zo mogelijk uit te zetten of het slachtoffer op andere wijze van de elektriciteitsbron te verwijderen/los te koppelen, 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, LPA 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 lauw stromend kraanwater en pas de temperatuur aan bij wat het slachtoffer als prettig ervaart.
- Kleding, sieraden en luier dienen zo snel mogelijk verwijderd te worden om de inwerkingstijd van de hitte te verminderen (kleding houdt warmte vast) en de brandwond goed te kunnen koelen.
- Vermijd koelen met koud water en koel alleen de brandwond terwijl de rest van het lichaam zo veel mogelijk op lichaamstemperatuur gehouden wordt om hypothermie te voorkomen.
- 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.
- 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;
 - 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 het agens en verontreinigde kleding direct volledig 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.
- Een anamnese dient afgenomen te worden van patiënt en/of omstanders en bestaat uit:
 - aard en tijdstip van het ongeval, en agens;
 - temperatuur, hoeveelheid en inwerkingsduur van het 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 opvangmogelijkheid dient men:
 - zo snel mogelijk adequate pijnbehandeling te geven volgens het vigerende LPA;
 - hydrogels 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 met 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;
 - op indicatie zuurstof te geven aan patiënt via een non-rebreathing masker;
 - de patiënt en naaste uit te leggen waarom 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 lauw stromend kraanwater en pas de temperatuur aan bij wat het slachtoffer als prettig ervaart.
- Vermijd koelen met koud water om de kans op hypothermie te minimaliseren en stop met koelen wanneer het slachtoffer aangeeft het door het koelen koud te krijgen of tekenen hiervan laat zien.
- 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 lauw stromend kraanwater 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.
- Hydrogels kunnen overwogen worden om de brandwond te koelen tijdens vervoer naar het ziekenhuis, waarbij de totale koelingsduur maximaal 20 minuten bedraagt.

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 patiënten 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) of hiervan afgeleide lokale pijnprotocollen.
 - Pijnstilling dient te worden getitreerd op geleide van het effect en de eventueel optredende bijwerkingen.
 - Tijdens de opvang van patiënten met brandwonden dient ieder half uur de pijn te worden geëvalueerd en zo nodig de pijnstilling te worden aangepast.

Aanbevelingen

- De werkgroep adviseert om naast farmacologische interventies ook niet-farmacologische interventies te overwegen als methode van pijnbestrijding bij patiënten met brandwonden, zoals:
 - afleidingstechnieken;
 - bedekken van de brandwond;
 - losweken van eventuele verbanden;
 - hooghouden van het aangedane lichaamsdeel.
- 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 patiënten 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 wondbedekkers die een vochtig milieu creëren ter bevordering van de wondgenezing (bijv. hydrofiber-, hydrocolloïd-, alginaat- of foam/schuimverbanden). 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;
 - dient de brandwond binnen 48-72 uur opnieuw beoordeeld te worden;
 - dienen kleine blaren (<6mm) intact gelaten te worden en eventueel bedekt te worden met een beschermend niet-verklevend verband;
 - dienen blaren die onder spanning staan verwijderd te worden en bedekt te worden met een beschermend niet-verklevend verband;
 - kunnen grote blaren (≥6mm) gedebrideerd worden, waarna wondbedekkers die een vochtig milieu creëren gebruikt kunnen worden.
- De werkgroep adviseert om professionaliteit/rust uit te stralen en emotionele ondersteuning en informatie te geven aan patiënten 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 de patiënt 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, etc.);
 - verbrandingen bestaande uit 1 diepte en subdermale brandwonden.

- Bij patiënten 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;
 - 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 het agens en verontreinigde kleding direct volledig 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;
 - dient contact opgenomen te worden met een brandwondencentrum.
- Bij patiënten met brandwonden door elektriciteit 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 de patiënt als zodanig behandeld te worden.
- Bij patiënten met brandwonden door elektriciteit 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 geïmmobiliseerd te worden.
- De werkgroep adviseert het opvangteam om bij twijfel over intubatie in niet acuut levensbedreigende situaties aanvullend onderzoek (scopie) door de anesthesioloog, intensivist, KNO-arts en/of longarts te laten verrichten, en bij blijvende twijfel 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, tenzij daar een contra-indicatie voor is.

Inhalatieletsel van de bovenste luchtweg, inclusief larynx:

- Bij patiënten met brandwonden waarbij er op basis van anamnese en klinisch onderzoek een vermoeden is van een inhalatieletsel van de bovenste luchtweg dient intubatiemateriaal binnen

Aanbevelingen

handbereik van een voor intubatie bevoegde hulpverlener te zijn en moet adequate monitoring van de luchtweg op respiratoire obstructie plaatsvinden. Wanneer de eerste verschijnselen van respiratoire obstructie optreden, dient te worden geïntubeerd.

- Patiënten met brandwonden waarbij respiratoire obstructie dreigt, of die progressieve heesheid, stridor of een bemoeilijkte ademhaling hebben, dienen te worden geïntubeerd.

Inhalatieletsel van de onderste luchtweg, onder de larynx:

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

Systemisch inhalatieletsel:

- Bij patiënten met brandwonden die een Glasgow Coma Score van 8 of lager hebben, kan bij een niet bedreigde luchtweg het effect van 100% zuurstof afgewacht worden. Bij een bedreigde luchtweg is intubatie geïndiceerd.

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 voor het inschatten van het percentage TVLO bij kinderen en volwassenen in de primaire opvang van patiënten met brandwonden bij voorkeur gebruik gemaakt wordt van:
 - de 'hand-methode' voor brandwonden <10% TVLO;
 - de 'Regel van 9' voor brandwonden ≥10% TVLO.
- Wanneer gebruik wordt gemaakt van de 'Regel van 9' bij kinderen dient de leeftijdsspecifieke 'Regel van 9' gebruikt te worden. (zie Figuur 5.1)
- Wanneer gebruik wordt gemaakt van de 'Lund & Browder' om een gedetailleerdere inschatting te maken, is het aan te bevelen om de leeftijdsspecifieke 'Lund & Browder' te gebruiken. (zie Tabel 5.1)

Aanbevelingen vloeistofresuscitatie

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

- Vloeistofresuscitatie is geïndiceerd voor volwassenen bij verbrandingen ≥ 15% TVLO.
- Vloeistofresuscitatie is geïndiceerd voor kinderen bij verbrandingen ≥ 10% TVLO.

Wat is de te prefereren vocht oplossing 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 vloeistofresuscitatie voor **volwassenen** met brandwonden ≥ 15% van het lichaamsoppervlak, waarbij:
 - Het startvolume wordt berekend met de formule: 3 ml/kg/%TVLO*.
 - De behandeling zo snel mogelijk na het ongeval dient 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 vloeistofresuscitatie voor **kinderen** met brandwonden ≥ 10% van het lichaamsoppervlak, waarbij:
 - Het startvolume wordt berekend met de formule: 3 ml/kg/%TVLO*.
 - De behandeling zo snel mogelijk na het ongeval dient 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 inschatting.
- 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.).
- 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 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 en toedienen van Mannitol.

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

- De extra vochtbehoefte bij patiënten die beademd worden of met elektriciteits 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
 - Subdermale 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

Aanbevelingen

- Brandwonden met een vermoeden van inhalatieletsel (zie [module 4, 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
- Overweeg bij patiënten die voldoen aan één of meer van de volgende criteria om contact op te nemen met een brandwondencentrum voor advies en eventueel verwijzing.
 - Patiënten met brandwonden die speciale (psycho)sociale en/of emotionele begeleiding of langdurige revalidatie nodig hebben
 - Kinderen met brandwonden opgenomen in ziekenhuizen zonder gekwalificeerd personeel of faciliteiten gericht op de zorg voor kinderen
 - Wanneer er twijfel bestaat over welke behandeling adequaat is of twijfel over de competentie/toerusting van de eigen instelling
- Indien een brandwond in de twee weken na het ongeval onvoldoende tekenen van genezing laat zien, dient de patiënt doorverwezen te worden naar een brandwondencentrum.
- Indien een patiënt 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

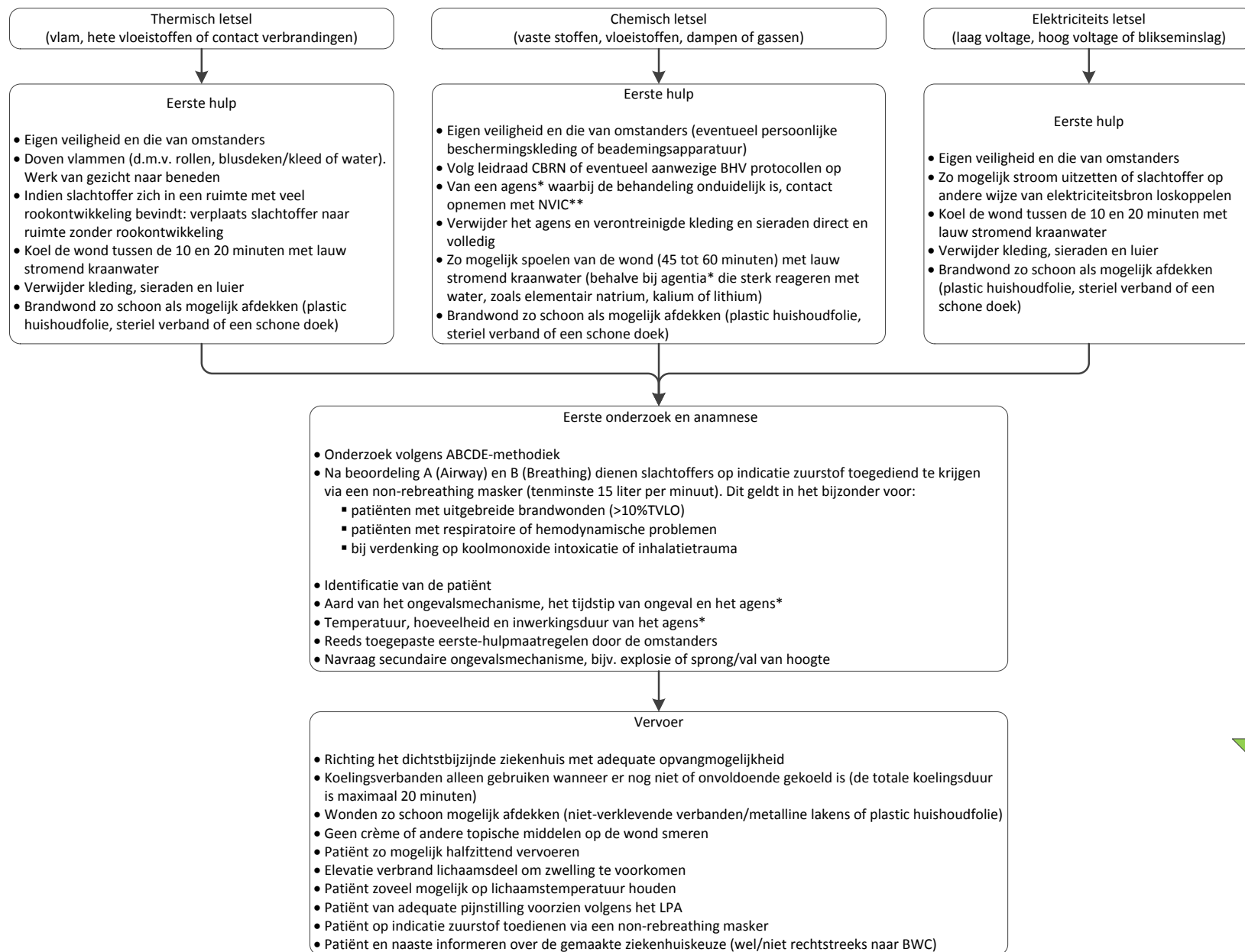
BWC Beverwijk, Rode Kruis ziekenhuis:	tel (0251) 265555	www.rkz.nl
BWC Groningen, Martini ziekenhuis:	tel (050) 5245245	www.martiniziekenhuis.nl
BWC Rotterdam, Maasstad ziekenhuis:	tel (010) 2911911	www.maasstadziekenhuis.nl

Aanbevelingen vervoer

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

- Bij verbranding van nek, hals en/of hoofd dient de patiënt met brandwonden halfzittend vervoerd te worden, tenzij daar een contra-indicatie voor is.
- Bij vermoeden van inhalatietrauma dient de patiënt met brandwonden halfzittend vervoerd te worden.
- Een geïntubeerde patiënt dient halfzittend vervoerd te worden, tenzij daar een contra-indicatie voor is.
- Bij brandwonden van de extremiteiten is elevatie van het aangedane deel gewenst.
- Hydrogels kunnen overwogen worden om de brandwond te koelen tijdens vervoer naar het ziekenhuis, waarbij de totale koelingsduur maximaal 20 minuten bedraagt. De rest van het lichaam dient zo veel mogelijk op lichaamstemperatuur gehouden te worden.
- Bij overplaatsing (secundair vervoer) 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 LCI-richtlijn Tetanus (RIVM 2019)
 - 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 koeldek gecontra-indiceerd.
- Bij overplaatsing dient men bij voorkeur gebruik te maken van het [overplaatsingsformulier in bijlage 2](#).

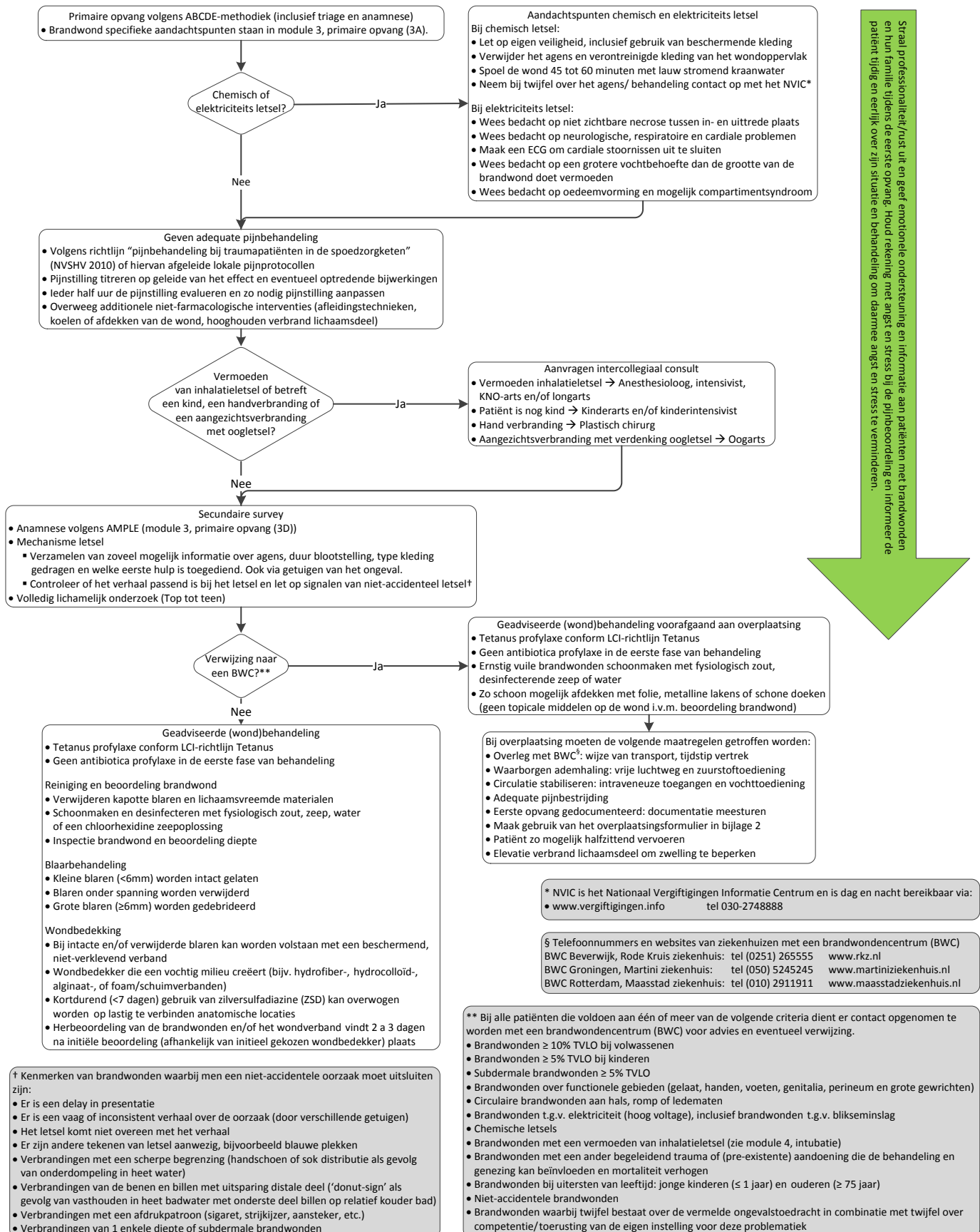
Stroomschema 1: handelen bij brandwonden op plaats van ongeval/incident



Straal professionaliteit/rust uit en geef emotionele ondersteuning en informatie aan patiënten met Brandwonden en hun familie tijdens de eerste opvang. Houd rekening met angst en stress bij de pijnbeoordeling en informeer de patiënt tijdig en eerlijk over zijn situatie en behandeling om daarmee angst en stress te verminderen.

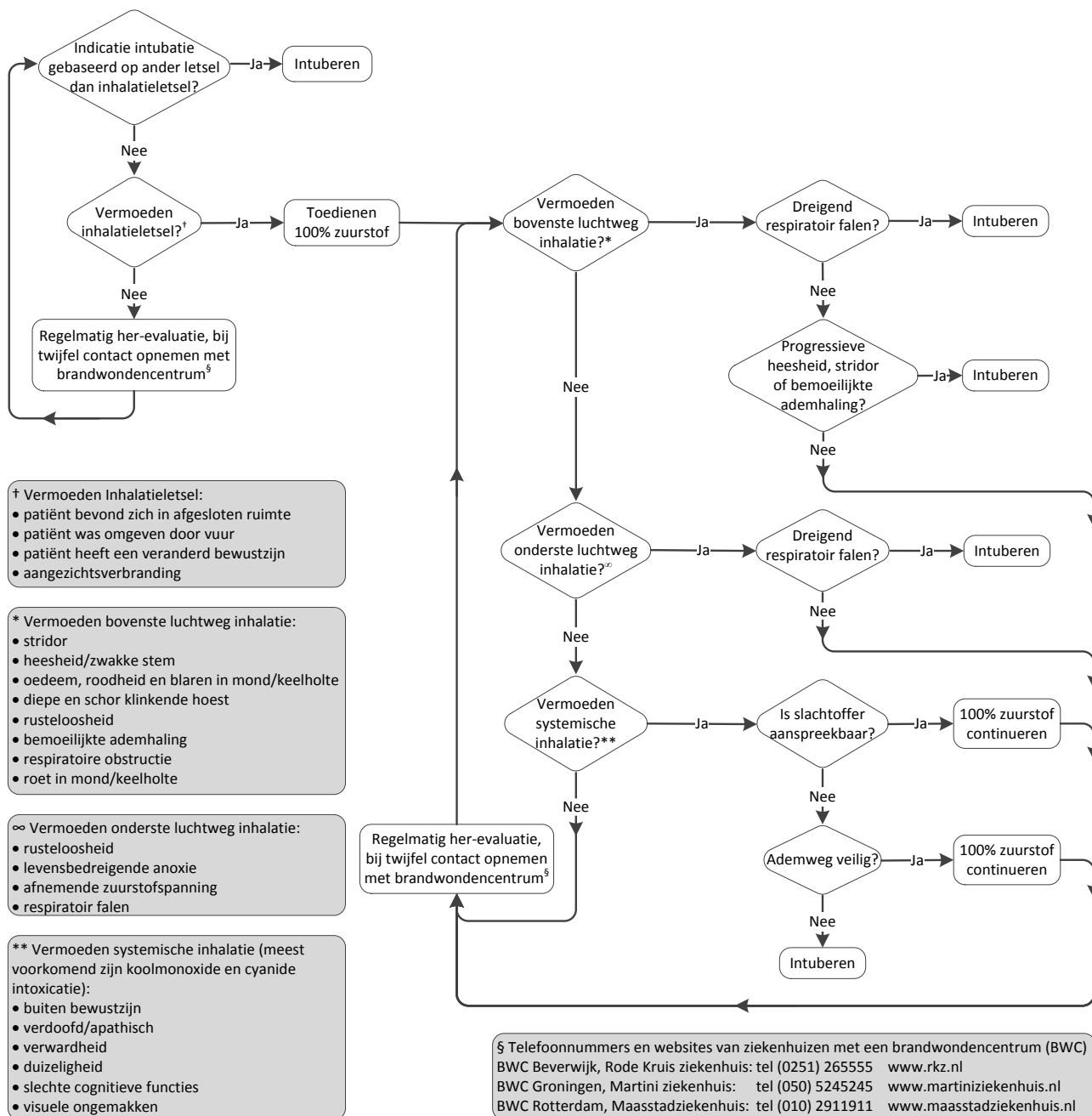


Stroomschema 2: primaire opvang en lichamelijk onderzoek op de SEH



Straal professioneel/rust uit en geef emotionele ondersteuning en informatie aan patiënten met brandwonden en hun familie tijdens de eerste opvang. Houid rekening met angst en stress bij de pijnbeoordeling en informeer de patiënt tijdig en eerlijk over zijn situatie en behandeling om daarmee angst en stress te verminderen.

Stroomschema 3: intubatie



† Vermoeden Inhalatieletsel:

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

* Vermoeden bovenste luchtweg inhalatie:

- stridor
- heesheid/zwakke stem
- oedeem, roodheid en blaren in mond/keelholte
- diepe en schor klinkende hoest
- rusteloosheid
- bemoeilijkte ademhaling
- respiratoire obstructie
- roet in mond/keelholte

‡ 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

§ Telefoonnummers en websites van ziekenhuizen met een brandwondencentrum (BWC)

BWC Beverwijk, Rode Kruis ziekenhuis: tel (0251) 265555 www.rkz.nl

BWC Groningen, Martini ziekenhuis: tel (050) 5245245 www.martiniziekenhuis.nl

BWC Rotterdam, Maasstadziekenhuis: tel (010) 2911911 www.maasstadziekenhuis.nl

Stroomschema 4: TVLO inschatting

Gebruik handmethode voor het inschatten van brandwonden <10% TVLO

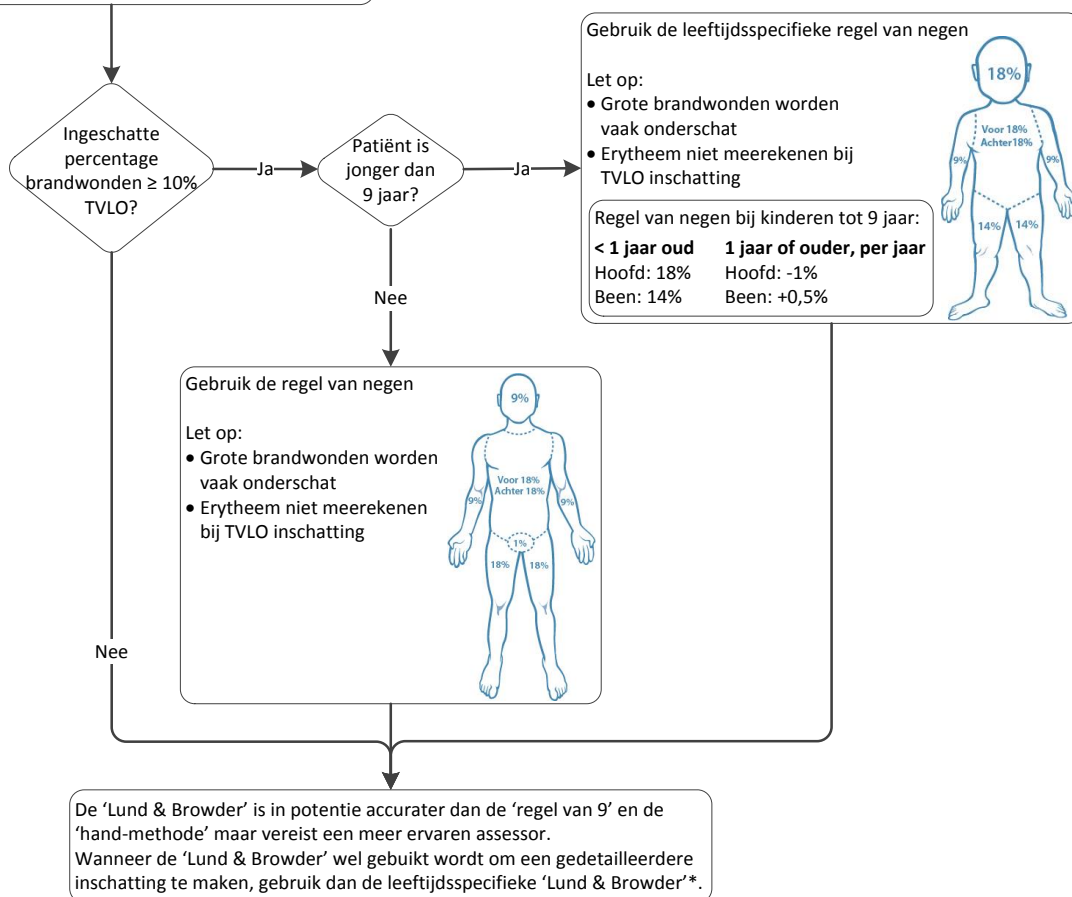
- Volledige hand van de patiënt met 5 gesloten vingers is gelijk aan 1% TVLO



Let op:

- Kleine brandwonden worden vaak overschat
- Erytheem niet meerekenen bij TVLO inschatting

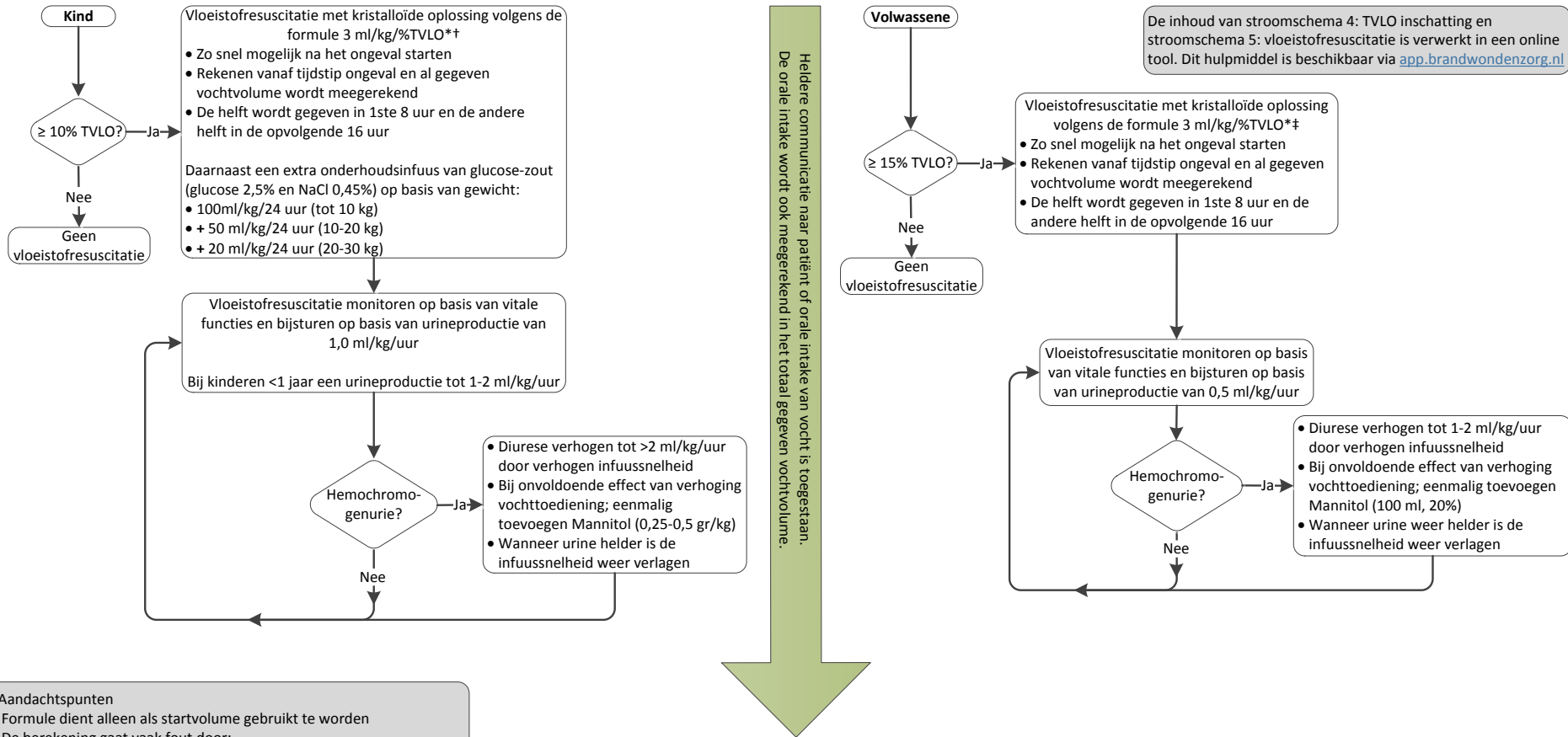
De inhoud van stroomschema 4: TVLO inschatting en stroomschema 5: vloeistofresuscitatie is verwerkt in een online tool. Dit hulpmiddel is beschikbaar via app.brandwondenzorg.nl



* 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 inschatting
 - Extra vochtbehoefte bij beademde patiënten of met elektriciteits letsel, stomp trauma of dehydratie toedienen op basis van diurese
 - Vloeistofresuscitatie bijstellen op basis van diurese 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)	Volume (ml/24 uur)	Volume (ml/uur)
8	10	240	120	15	800	33
16	10	480	240	30	1300 (1000 + 300)	54
24	15	1080	540	67,5	1580 (1000 + 500 + 80)	66

**Wanneer het gewicht onbekend is, kan voor kinderen < 10 jaar de volgende vuistregel worden gebruikt (APLS 2017): 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	20	3600	1800	225
70	20	4200	2100	262,5
80	20	4800	2400	300
90	20	5400	2700	337,5
100	20	6000	3000	375

Algemene 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 onder andere vakantieweken voor kinderen met brandwonden en initieert daarnaast projecten gericht op het ondersteunen van kinderen tijdens en na hun verblijf in een brandwondencentrum. De VMB geeft nazorg aan zowel brandwondenslachtoffers als aan ouders van kinderen met brandwonden en biedt lotgenotencontact en belangenbehartiging. De samenwerking tussen de drie brandwondencentra en deze vijf organisaties draagt bij aan een complete brandwondenzorg en samen vormen zij de alliantie **Brandwondenzorg Nederland**. Naast deze gespecialiseerde zorg vindt eerste opvang en behandeling van patiënten met brandwonden voor het overgrote deel plaats in de eerstelijns en tweedelijns gezondheidszorg, waarna patiënten 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 namen in 2015 naar schatting 92.000 mensen contact op met de huisarts of huisartsenpost in verband met een brandwond (van Zoonen 2018). Over 2018 bezochten naar schatting 4.700 mensen een spoedeisende hulp (SEH) ten gevolge van brandwonden en werden 1000 mensen opgenomen in een ziekenhuis (VeiligheidNL 2019). Bijna 800 mensen hadden een acute opname in één van de drie Nederlandse brandwondencentra ten gevolge van brandwonden (Nederlandse Brandwonden Registratie R3 2019). 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 • Geen blaarvorming, geen wond • Aanwezige capillaire refill • Pijnlijk • Soepel 	Binnen enkele dagen.	
Oppervlakkig dermale brandwond / oppervlakkig gedeeltelijke dikte brandwond <i>(oppervlakkige tweedegraads brandwond)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Homogeen roze/rood glanzend door vocht • Blaarvorming, intact of kapot • Aanwezige capillaire refill • Zeer pijnlijk • Soepel 	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"> • Niet homogeen roze/rood en/of bleek, dof, minder vochtig • Blaarvorming, voornamelijk kapot • Vertraagde capillaire refill • Verminderde 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 • Verkleefde bruin of geel verkleurde epidermis op het wondoppervlak of afgeschoven blaren • Afwezige capillaire refill • Geen pijnsensatie • Stug tot leerachtig* 	Geen spontane genezing vanuit de wondbodem.	
* De stugheid van het weefsel ontstaat bij coagulatie van het weefsel weke alleen optreedt bij een vlam verbranding. In geval van een hete vloeistof verbranding treedt deze coagulatie niet op. Derhalve zal een diep dermale of subdermale brandwond ten gevolge van een hete vloeistof niet stug aanvoelen en kan men dus niet stugheid als diagnosticum gebruiken.			

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, en kenmerkt zich door roodheid/erytheem. Deze roodheid wordt niet meegerekend bij de inschatting van het percentage TVLO.

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).

Initiële aanleiding

Professionals uit de brandwondencentra en de SEH constateerden 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. Nederlands onderzoek heeft aangetoond dat er (ondanks de Emergency Management of Severe Burns (EMSB) training) niet optimaal gehandeld wordt met betrekking tot eerste 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 en vermindering van tijd tussen presentatie op een eerste hulp afdeling en opname in een brandwondencentrum (Carter 2010, Chipp 2008, Parks 2008, Rose 2010).

Een (te) grote variatie in hulpverlening, inschatting van de ernst van de brandwond en verwijzing bij personen met acute brandwonden heeft niet alleen negatieve gevolgen op gezondheidsklachten en kwaliteit van leven, maar ook op sociaal en beroepsmatig functioneren. Tot 2014 ontbraken evidence-based richtlijnen in Nederland op het gebied van de opvang, diagnostiek en verwijzing in de acute fase van patiënten met brandwonden. 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. Deze is in 2015 geautoriseerd door de besturen van de deelnemende beroepsverenigingen.

Aanleiding herziening

In de eerste versie van de richtlijn werd opgenomen dat uiterlijk in 2016 door Brandwondenzorg Nederland bekeken zou worden of de richtlijn nog actueel was. De zoekstrategie is opnieuw uitgevoerd en de titels en samenvattingen zijn beoordeeld op relevantie. Deze eerste beoordeling leidde tot een substantiële hoeveelheid potentieel relevante literatuur. Dit heeft, in combinatie met de ontvangen feedback op de eerste versie van de richtlijn en de wens om de richtlijn modulair op te bouwen om aan te sluiten bij de standaard van de Richtlijnen-database, ertoe geleid dat in 2018 gestart is met de herziening.

Doelstelling

Deze richtlijn beschrijft de optimale eerste opvang van patiënten met brandwonden in de acute fase (1^e 24 uur) van verbranding en ondersteunt de klinische besluitvorming met als doel verbetering van kwaliteit van zorg. Deze richtlijn geeft aanbevelingen voor de eerste opvang van brandwondpatiënten in de acute fase (1^e 24 uur) van verbranding en verwijzing naar een

brandwondencentrum. 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;
- 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 (1^e 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 module 1 en 2 ('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 bestond 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 bestond 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 hadden. In totaal waren 19 beroepsverenigingen en instanties in de werkgroep vertegenwoordigd.

Bij het samenstellen van de werkgroep was 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.

Voor de herziening zijn dezelfde beroepsverenigingen gevraagd om opnieuw een vertegenwoordiger af te vaardigen. De uiteindelijke werkgroep bestond uit werkgroepleden die ook betrokken waren bij de initiële versie en werkgroepleden die alleen bij de herziening betrokken zijn. Een overzicht van de samenstelling van de werkgroep staat op pagina 5. De werkgroep was verantwoordelijk voor het opstellen van de conceptrichtlijn en het vaststellen van de definitieve richtlijntekst.

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 initiële 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 modules 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 3, patiëntenparticipatie](#).

Werkwijze werkgroep

De werkgroep heeft gedurende een periode van ongeveer twee jaar gewerkt aan de beantwoording van de uitgangsvragen en het herzien van de richtlijntekst. De methodologen hebben de wetenschappelijke onderbouwingen herschreven 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 digitale commentaarrondes werden de teksten beoordeeld en suggesties voor aanpassing gedaan. In een plenaire vergadering zijn de wijzigingen besproken en geaccordeerd na verwerking van het commentaar. De door de werkgroep geaccordeerde conceptrichtlijn is vervolgens ter autorisatie naar de relevante beroepsorganisaties gestuurd. Sinds oktober 2020 is de richtlijn goedgekeurd door de besturen van alle deelnemende 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. De zoekstrategie was beperkt tot de Engelse, Nederlandse, Franse en Duitse taal en besloeg de periode van 2000 tot januari 2018. 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 Nederlandse Brandwonden Stichting. 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 belanghebbenden	72%	36%	67%
Methodologie	51%	38%	16%
Helderheid en presentatie	89%	94%	94%
Toepassing	48%	8%	6%
Onafhankelijkheid opstellers	92%	-	-

De kwaliteit van bewijs werd beoordeeld met behulp van GRADE (Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation) (www.gradeworkinggroup.org). 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 modules waarbij de GRADE methode is toegepast, zijn bewijstabellen in de aansluitende bijlagen toegevoegd. 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.
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).
Imprecisie	Imprecisie treedt op indien het geschatte effect berust op een kleine onderzoeksgroep en/of weinig events, met als gevolg brede betrouwbaarheidsintervallen.
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 behandelingseffect 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 plausible 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 3, patiëntenparticipatie](#). Daarnaast heeft de Vereniging van Mensen met Brandwonden twee personen afgevaardigd om zitting te nemen in de werkgroep.

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 opgenomen in de Richtlijndatabase en te downloaden vanaf www.richtlijndatabase.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.

Belangenverstrengeling

De KNMG-code ter voorkoming van oneigenlijke beïnvloeding door belangenverstrengeling is gevolgd. Alle werkgroepleden hebben schriftelijk verklaard of zij in de laatste drie jaar directe financiële belangen (betrekking bij een commercieel bedrijf, persoonlijke financiële belangen, onderzoek financiering) of indirecte belangen (persoonlijke relaties, reputatiemanagement, kennisvalorisatie) hebben gehad. Een overzicht van de belangen van werkgroepleden en het oordeel over het omgaan met eventuele belangen vindt u in Table 1.5. De ondertekende belangenverklaringen zijn op te vragen bij de Nederlandse Brandwonden Stichting.

Tabel 1.5: Overzicht belangenverklaringen werkgroepleden

Werkgroep lid	Functie	Nevenfuncties	Gemelde belangen	Ondernomen actie
Amesz	Verpleegkundig Specialist ZorgBrug (24 uur) Verpleegkundig Specialist House of Wounds (16 uur)	Bestuur NOVW (onbetaald) Promotieonderzoek aan RUG (onbetaald)	Geen	Geen actie
Baartmans	Kinderarts-Neonatoloog	Geen	Geen	Geen actie
Crabben	Anesthesioloog Erasmus MC (40%) MMT-arts Traumacentrum Zuid West Nederland (40%)	Geen	Geen	Geen actie
Fennema	Traumachirurg, fellow traumachirurgie, UMCG	Geen	Geen	Geen actie
van Heest	Huisarts (zelfstandig ondernemer) Ridderkerk (50%) Docent huisarts opleiding Erasmus MC (40%)	Geen	Geen	Geen actie
Hoogewerf	Coördinator Zorg en Kwaliteit van Leven bij de Nederlandse Brandwonden Stichting	Geen	Geen	Geen actie
Kazemier	AIOS Gynaecologie en verloskunde in het Amsterdam UMC	Geen	Ik en mijn broertje hebben brandwonden-littekens.	Geen actie
Knape	Anesthesioloog	Geen	Aandeelhouder Rode Kruis Ziekenhuis Beverwijk (zonder recht op vergoeding)	Geen actie

Algemene inleiding

van Komen	Teamleider zorg BWC Rotterdam Bestuurslid WCS Kenniscentrum	Geen	Geen	Geen actie
Moolenaar	Internist-Intensivist	Voorzitter Commissie Brandwond van de NVIC (onbetaald) Lid sectie IC van de NIV (onbetaald) Bestuurslid stichting NICE (onbetaald)	Geen	Geen actie
Nieuwenhuis	Onderzoekcoördinator BWC Groningen (50%) Hoofd klinisch onderzoek VSBN (50%)	Geen	Geen	Geen actie
van der Pols	Wetenschappelijk medewerker / kwaliteitsbeheerder bij Het Oranje Kruis	Geen	Geen	Geen actie
Romburgh	Accounthouder/ Specialist richtlijnen Eerste Hulp bij Het Nederlandse Rode Kruis	Geen	Geen	Geen actie
Roosmalen	SEH-arts	ATLS instructeur (betaald)	Geen	Geen actie
van Schie	Hoofd onderzoek en inhoudelijke programma's bij de Nederlandse Brandwonden Stichting	Geen	Geen	Geen actie
Schol-van Aken	IC brandwondverpleegkundige	Penningmeester NVBZ (onbetaald)	Geen	Geen actie
Scholten-Jaegers	Brandwondenarts BWC Groningen	EMSB instructeur (4x per jaar)	Geen	Geen actie
de Visser	Physician Assistant (i.o.) en ambulanceverpleegkundige Regionale Ambulancevoorziening Hollands Midden	Lid landelijke protocollencommissie Ambulancezorg Nederland (betaald) Medisch escort Eurocross Assistent (betaald)	Geen	Geen actie
van der Vlies	Chirurg	Geen	Geen	Geen actie
de Vries	Kinder- en brandwondenchirurg Rode Kruis Ziekenhuis Hoofd Kinderbrandwondencentrum	Geen	Geen	Geen actie
van Zuijlen	Plastisch chirurg (50%) Bijzonder hoogleraar Brandwondgeneeskunde Amsterdam UMC (40%) Hoofd BWC Beverwijk (5%) Voorzitter NVBZ (3%) Lid Richtlijnen commissie ISBI (2%)	Geen	Aandeelhouder Rode Kruis Ziekenhuis Beverwijk DGA van 'The Healing Foundation BV' Meerdere wetenschappelijke onderzoekslijnen zonder financieel voordeel voor de financiers	Geen actie

Geldigheid

Voor het beoordelen van de actualiteit van deze richtlijn is de werkgroep niet in stand gehouden. Uiterlijk in 2024 bepaalt Brandwondenzorg Nederland in samenspraak met het bestuur van de Nederlandse Vereniging voor Heelkunde of de modules van deze richtlijn nog actueel zijn. Bij het opstellen van de richtlijn heeft de werkgroep per module een inschatting gemaakt over de maximale termijn waarop herbeoordeling moet plaatsvinden en eventuele aandachtspunten geformuleerd die van belang zijn bij een toekomstige herziening (update). De geldigheid van de richtlijn komt eerder te vervallen indien nieuwe ontwikkelingen aanleiding zijn een herzieningstraject te starten.

De Nederlandse Vereniging voor Heelkunde is regiehouder van deze richtlijn en samen met Brandwondenzorg Nederland verantwoordelijke op het gebied van de actualiteitsbeoordeling van de richtlijn. De andere aan deze richtlijn deelnemende wetenschappelijke verenigingen of gebruikers van de richtlijn delen de verantwoordelijkheid en informeren de regiehouder over relevante ontwikkelingen binnen hun vakgebied.

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. *Emergency Medicine Journal* 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? *Journal of Burn Care & Research* 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.
- Nederlandse Brandwonden Registratie R3. R3 jaarrapportage 2018. Juni 2019.
- 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. *Journal of Burn Care & Research* 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. *Journal of Burn Care & Research* 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 Medicine* 2008;32(10):346-50.
- van Zoonen E, Koppes L, van Baar M, van Schie C, Verheij R. *Brandwonden bij de huisarts. Vóórkomen, risicofactoren en behandeling*. 2018. Utrecht: Nivel
- VeiligheidNL. *Rapport Brandwonden: SEH-bezoeken, opnamen en overledenen in 2018*. 2019. Amsterdam:VeiligheidNL
- 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).

Module 1 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 gegevens van 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 gecorrigeerd werd voor leeftijd, ernst van de brandwond en transporttijd, was een onvolledige eerste en primaire opvang een significante voorspeller van mortaliteit (Nguyen 2002).

Deze module 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 plaats van ongeval naar een ziekenhuis beschreven. Deze module beperkt zich tot de plaats van het ongeval, andere aspecten komen in latere modules 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. 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 1A: Oorzaken van verbrandingen

Wat zijn de verschillende oorzaken van verbrandingen?

Verbrandingen kunnen een thermische, elektrische of chemische oorzaak hebben. Thermisch letsel (inwerking van hitte) kan weer onderverdeeld worden in een verbranding veroorzaakt door vuur/vlam, een steekvlam, hete vloeistof (water, vet of olie), contact met een heet voorwerp of uv-straling.

Thermisch letsel

Vuur of vlamverbranding

Vlamverbrandingen leiden vaak tot dermale en subdermale brandwonden (tweede- en derdegraads) 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. De kans op een inhalatieletsel is minimaal, zeker wanneer dit in de buitenlucht plaats vindt. 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.

Hete vloeistof (water)

Heet waterverbranding komt veel voor bij kinderen van 0 tot 4 jaar en wordt vaak veroorzaakt door ongelukken met hete thee of koffie (EMSB 2018), maar ook bij kwetsbare ouderen. 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.

Hete vloeistof (vet of olie)

Verbrandingen door heet vet (zoals frituurvet) of olie zijn ook hete vloeistofverbrandingen maar deze hebben meestal een hogere temperatuur op het moment van het ongeval en blijven door de hogere viscositeit langer in contact met de huid. Ook hier geldt dat de ernst van het letsel afhangt 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 door een langzamere of afwezige terugtrekreflex, of bij (oudere) slachtoffers die door sensibiliteits- of bewustzijnsverlies een verminderde afweerreactie 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 [module 3, deelvraag 3G](#)).

Uv-straling

Een stralingsverbranding kan bijvoorbeeld veroorzaakt worden door de zon of een zonnebank. Het betreft dan veelal epidermale verbrandingen.

Elektriciteits letsel

Elektriciteits letsel kan worden onderverdeeld in laag voltage, hoog voltage en blikseminslag. Elektriciteits 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 module 3, deelvraag 3I](#)).

Onder laag voltage valt alles onder 1000 Volt, inclusief de 1-fasige huishoudelijke elektriciteitsvoorziening van 230 Volt en de 3-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.

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. Door elektrische ontlading kan er ook een vlamboog ontstaan (ook wel elektrische boog of lichtboog genoemd). Deze kan een steekvlam of vlamverbranding veroorzaken. (EMSB 2018)

Chemisch letsel

Chemische letsels kunnen veroorzaakt worden door vaste stoffen, vloeistoffen, dampen en gassen. De meeste chemische letsels vinden plaats door ongelukken in een laboratorium of industriële omgeving, of door ondeskundig gebruik van medische of huishoudelijke middelen (zoals schoonmaak- en afbijtmiddelen) in de thuissituatie. Onbedekte lichaamsdelen, zoals de handen die de giftige materialen hanteren, zijn de meest frequent aangedane lichaamsdelen. Weefsel schade 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 en mate van weefselpenetratie. Er kan ook inhalatieletsel optreden na het inademen van chemische dampen en gassen of door inslikken van een chemische agens 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 veroorzaken totdat het agens is verwijderd en de inwerking wordt gestopt door een neutraliserende stof of door verdunning met water (EMSB 2018).

Deelvraag 1B: 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 zodat ze niet zelf (ook) gewond raken (EMSB 2018). Eerste hulp bij vlamverbranding bestaat uit het zo spoedig mogelijk doven van het vuur door het rollen over de grond of het blussen met water (NZGG 2007). 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 zo min mogelijk bereiken. Wanneer het slachtoffer zich in een ruimte met veel rookontwikkeling bevindt, is de kans op inademing van rook en roet groter en

M1 Handelen op plaats van ongeval

dient het slachtoffer verplaatst te worden naar een ruimte zonder rookontwikkeling om het risico op inhalatieletsel te verkleinen.

Koelen van thermische brandwonden (zie voor onderbouwing [module 2, 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 lauw stromend kraanwater en pas de temperatuur aan bij wat het slachtoffer 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.

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. Wanneer kleding aan het lichaam vast gesmolten zit en niet makkelijk te verwijderen is, kan je deze laten zitten en de kleding eromheen zoveel mogelijk wegknippen.

Na het koelen

Na het koelen wordt geadviseerd de brandwonden schoon af te dekken en het slachtoffer 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 strak circulair om een extremiteit wordt gewikkeld i.v.m. afknellinggevaar bij oedeemvorming (EMSB 2018, NZGG 2007). De wond kan ook bedekt worden met steriele doeken of metalline lakens. Het afdekken van de wond werkt pijn verlagend (EMSB 2018, 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 meest recente versie van het Landelijk Protocol Ambulancezorg (LPA 2016).

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 op een andere manier het contact tussen slachtoffer en de elektriciteitsbron verbroken worden. Als dit niet mogelijk is probeer dan het slachtoffer van de elektriciteitsbron te verwijderen met een voorwerp van niet geleidend materiaal (EMSB 2018, Palmieri 2018).

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 het slachtoffer 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 2018, NZGG 2007).

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 zo snel mogelijk gestopt te worden. Dit kan door het chemische agens mechanisch te verwijderen (in het geval van een vaste stof) of het toevoegen van een neutraliserende stof. Een andere optie is om het agens te verdunnen met water (EMSB 2018, Palmieri 2018).

Wanneer er geen neutraliserende stof aanwezig is, wordt bij chemisch letsel geadviseerd om de huid langdurig (45 tot 60 minuten) te spoelen met lauw stromend kraanwater 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 2018, NZGG 2007). Verontreinigde kleding dient direct volledig verwijderd te worden (bijv. wegnippen) omdat de blootstelling doorgaat zolang er nog chemische agens op de huid (en in de kleding) zit (EMSB 2018, NZGG 2007). Kleding kan gecontamineerd zijn door chemicaliën in vloeibare of poedervorm, daarom moet de verwijderde kleding op een verantwoorde wijze opgeborgen worden zodat deze geen additioneel letsel kan veroorzaken bij het slachtoffer, de hulpverlener of omstanders. Ook het gebruikte spoelwater is gecontamineerd en kan additioneel letsel veroorzaken.

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 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 1C: 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, LPA en PHTLS (ATLS 2018, APLS 2017, EMSB 2018, LPA 2016, PHTLS 2016).

Tijdens de anamnese wordt specifiek gevraagd naar:

- de aard van het ongevalsmechanisme, het tijdstip van ongeval en het agens (vuur, heet water, heet vet, chemisch, etc.);
- temperatuur, hoeveelheid en inwerkingsduur 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 vitale bedreigingen teneinde levens te redden, hierbij wordt de ABCDE-methodiek gevolgd (zie [module 3, deelvraag 3A](#)). Na beoordeling van A en B (airway en breathing) dienen patiënten zuurstof toegediend te krijgen (Allison 2004, EMSB 2018).

Deelvraag 1D: Vervoer naar een ziekenhuis

Hoe dient een patiënt met brandwonden vervoerd te worden van plaats van ongeval naar ziekenhuis? ([zie ook module 8, vervoer](#))

Bij veel brandwonden kan worden volstaan met zelfzorg of met behandeling in de eerstelijns gezondheidszorg. Indien vervoer naar een ziekenhuis geïndiceerd is, wordt de patiënt zo mogelijk in halfzittende houding vervoerd, zeker bij hoofd/hals verbrandingen of verdenking van een inhalatietrauma. Dit is beter voor de ademhaling en vermindert de kans op aspiratie bij braken. Daarnaast krijgt de patiënt op indicatie zuurstof toegediend via een non-rebreathing masker. Dit geldt in het bijzonder voor patiënten met uitgebreide brandwonden (>10%TVLO), met respiratoire of hemodynamische problemen of bij verdenking op koolmonoxide intoxicatie of inhalatietrauma.

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 met adequate opvangmogelijkheid in plaats van direct 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 over de grond;
- of met een blusdeken, stevig niet-synthetisch kleding, ander stevig textiel of water;
- werk van gezicht naar beneden zodat vlammen het gezicht zo min mogelijk bereiken.

Wanneer het slachtoffer zich in een ruimte met veel rookontwikkeling bevindt, dient het slachtoffer verplaatst te worden naar een ruimte zonder rookontwikkeling.

Bij elektriciteits letsel dient men de stroom zo mogelijk uit te zetten of het slachtoffer op andere wijze van de elektriciteitsbron te verwijderen/los te koppelen, 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, LPA 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 lauw stromend kraanwater en pas de temperatuur aan bij wat het slachtoffer als prettig ervaart.

Kleding, sieraden en luier dienen zo snel mogelijk verwijderd te worden om de inwerkingstijd van de hitte te verminderen (kleding houdt warmte vast) en de brandwond goed te kunnen koelen.

Vermijd koelen met koud water en koel alleen de brandwond terwijl de rest van het lichaam zo veel mogelijk op lichaamstemperatuur gehouden wordt om hypothermie te voorkomen.

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.

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;
- 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 het agens en verontreinigde kleding direct volledig 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.

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

- aard en tijdstip van het ongeval, en agens;
- temperatuur, hoeveelheid en inwerkingsduur van het 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 opvangmogelijkheid dient men:

- zo snel mogelijk adequate pijnbehandeling te geven volgens het vigerende LPA;
- hydrogels 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 met 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;
- op indicatie zuurstof te geven aan patiënt via een non-rebreathing masker;
- de patiënt en naaste uit te leggen waarom niet direct/rechtstreeks naar een brandwondencentrum wordt gegaan.

Referenties

- APLS: Advanced Paediatric Life Support de Nederlandse editie (5de druk), 2017.
- ATLS: Advanced Trauma Life Support® Student course manual (10^e ed.), 2018. Chicago, IL: American College of Surgeons.
- Allison K, Porter K. Consensus pre-hospital approach to burns patient management. *Emergency Medicine Journal* 2004;21(1):112-114.
- Education Committee of the Australian and New Zealand Burn Association. *Emergency Management of Severe Burns (EMSB) cursusboek*. Nederlandse versie, Nederlandse Brandwonden Stichting, 2018.
- LPA: Landelijk Protocol Ambulancezorg (Versie 8.1), juni 2016.
- 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(2):167-172.
- Palmieri T, ISBI Practice Guidelines committee. *ISBI practice guidelines for burn care, part 2*. *Burns* 2018;44(7):1617-706.
- PHTLS: PreHospital Trauma Life Support Nederlandse uitgave (3^e ed.), 2016.
- ZiROP, Leidraad CBRN, 2009.

Module 2 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 2A: 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 beperken van de diepte van de brandwond door koelen zouden verklaren, zoals het stoppen van het verbrandingsproces, stabiliseren van vascularisatie en het dempen van de inflammatoire reactie (Cuttle 2009a). De voorlichting van de Nederlandse Brandwonden Stichting 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 Nederlandse Brandwonden Stichting om ongeveer 10 minuten met lauw zacht stromend leidingwater te koelen terwijl de Australia and New Zealand Burns Association (ANZBA) adviseert om 20 minuten te koelen. 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 januari 2018 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 gegradeerd. In de NZGG richtlijn wordt aanbevolen om brandwonden voor minstens 20 minuten te koelen met stromend kraanwater (8-15°C) (NZGG 2007). Er zijn 11 studies gevonden die na de ontwikkeling van de NZGG richtlijn zijn verschenen; 3 retrospectieve cohort onderzoeken; 6 experimentele dierstudies en 2 simulatiestudies met computermodellen (zie [bijlagen module 2, bewijstabellen 2A](#)). 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 van Cuttle et al. (2009b) van 459 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 gemiddelde (sd) re-epithelialisatie in dagen gevonden in de groep die 20 minuten of langer met koud water was gekoeld (7,1 (4,6); (n=23)), vergeleken met de kinderen die niet of minder dan 20 minuten waren gekoeld (14,0 (9,4); (n=107)(p=0,04)). In een ander recentere retrospectieve cohort studie uit Australië van 2495 kinderen met brandwonden werd er met koelen met water wel een snellere re-epithelialisatie gerapporteerd vergeleken met niet koelen met water (Griffin 2020). Er werd geen significant snellere re-epithelialisatie (zonder operatie) gevonden in de groep die 20 minuten met koud water was gekoeld vergeleken met de kinderen die niet of minder dan 20 minuten waren gekoeld (HR 1,1 (95% CI 1,0-1,2; p=0,06)). De groep die 20 minuten gekoeld was had ook statistisch significant minder kans op een transplantatie (OR 0,6 (95% CI 0,4-0,8; p<0,001)), subdermale brandwonden (OR 0,4 (95% CI 0,2-0,6; p<0,001)) en een opname (OR 0,7 (95% CI 0,3-0,9; p=0,006)) vergeleken met de kinderen die niet of minder dan 20 minuten gekoeld werden. De derde retrospectieve studie is ook uitgevoerd in Australië en vergeleek 20 minuten koelen (koud stromend leidingwater) met niet koelen of minder lang koelen in 4918 volwassen patiënten met brandwonden (Harish 2019). De groep met adequate koeling had een grotere kans op minder diepe brandwonden (OR 1,39 (95% CI 1,24-1,55; p<0,001) en snellere re-epithelialisatie (zonder operatie). Er werd geen statistisch significant verschil gevonden voor de kans op een transplantatie.

In de experimentele dierstudies zijn verschillende temperaturen en tijdsduren voor koelen gebruikt. In een studie bij 17 biggen met ieder 5 dermale heet-water-brandwonden 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 oppervlakkig dermaal 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 aloë 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 dermale 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 dermale 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 dermale heet-water-brandwonden werd geconcludeerd dat koelen een gunstig effect heeft op het beperken van weefschade, 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 dermale heet-water-brandwonden het effect van verschillende koelingsmethoden met een duur van 20 minuten met een controle groep die niet gekoeld werd. In 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 2A

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.
Laag	<i>Referenties: [Baldwin 2012, Bartlett 2008, Cuttle 2008a, Cuttle 2008b, Cuttle 2009b, Cuttle 2010, Griffin 2020, Harish 2019, NZGG 2007, van de Sompel 2009, Venter 2007, Yuan 2007]</i>

Overige overwegingen

Door de 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 2017). De duur van koelen wordt dan mede bepaald door de patiënt, die adequaat

M2 Koelen

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 2B: 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. In de NZGG richtlijn wordt aanbevolen om brandwonden te koelen met stromend kraanwater tussen de 8 en 15°C (NZGG 2007). Er zijn 6 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 7 artikelen zijn er 2 retrospectieve cohort studies, 4 experimentele dierstudies en 1 simulatiestudie (zie [bijlagen module 2, bewijstabellen 2B](#)). 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 intubatie met sedatie en hypothermie: patiënten die pre-hospitaal een narcose kregen, hadden een hogere kans op een hypothermie (Lönnecker 2001). Deze associatie bleef ook gecorrigeerd voor %TVLO bestaan en is passend bij de herverdeling van warmte en temperatuurdaling die gezien wordt bij patiënten die onder narcose gaan.

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 drie 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) (Cuttler 2008b). Een andere studie met 10 varkens met ieder 4 diep dermale 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). De laatste dierstudie met 24 ratten met ieder 8 brandwonden concludeerde dat 20 minuten koelen met water van 37°C effectiever is dan koelen met water van 17°C. Er werd op 7 dagen post-burn in de 37°C groep significant minder necrose in de ruimte tussen de brandwonden gevonden in vergelijking met de 17°C en geen koeling groep. Er werd op 7 dagen post-burn geen significant verschil in de progressie van de diepte van de brandwond gevonden (Tobalem 2013).

In de simulatiestudie werd geconcludeerd dat het verschil in effectiviteit van 10 seconden koelen tussen verschillende temperaturen water minimaal is tussen koud (1°C) en lauw (25°C) water. Zelfs bij temperaturen tot 55°C 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 2B

Algehele kwaliteit van het bewijs Zeer laag	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. <i>Referenties: [Baldwin 2012, Cuttle 2008b, Lönnecker 2001, NZGG 2007, Singer 2010, Singer 2011, Tobalem 2013, Venter 2007]</i>
---	--

Overige overwegingen

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 het slachtoffer geeft, vandaar de aanbeveling van de werkgroep om de temperatuur van het water aan te laten sluiten bij wat het slachtoffer comfortabel vindt.

Aanbevelingen

Koel de acute brandwonden bij voorkeur met lauw stromend kraanwater en pas de temperatuur aan bij wat het slachtoffer als prettig ervaart.

Vermijd koelen met koud water om de kans op hypothermie te minimaliseren en stop met koelen wanneer het slachtoffer aangeeft het door het koelen koud te krijgen of tekenen hiervan laat zien.

Deelvraag 2C: 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. In de NZGG richtlijn wordt aanbevolen om tot drie uur post-burn nog te starten met koelen van de brandwonden (NZGG 2007). Er zijn 5 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 6 artikelen zijn er 4 experimentele dierstudies en 2 simulatiestudies met computermodellen (zie [bijlagen module 2, bewijstabellen 2C](#)). De kwaliteit van het bewijs in deze studies wordt mede beperkt door beperkingen in onderzoeksopzet (korte follow-up), inconsistentie, indirectheid (dierenstudies, arteriële injecties 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 genezingstendens 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. Ook zijn er geen gegevens over de re-epithelialisatie op 6 weken. De derde dierstudie met 10 varkens met ieder 4 diep dermale heet-water-brandwonden concludeerde dat koelen met een vertraging van 30 minuten minder weefschade geeft dan niet koelen, maar dit werd niet onderbouwd met significant verschillende resultaten (Venter 2007). In de laatste dierstudie met 70 konijnen met oppervlakkige en diep dermale brandwonden werd gekeken naar het effect van arteriële injectie van een zoutoplossing van 4°C of een hydrogel verband op de snelheid van genezing van de brandwond. Beide interventies

werden 30 minuten en 60 minuten na het ontstaan van de brandwond gestart en ook vergeleken met een controlegroep zonder koeling. Er werd geconcludeerd dat de wondgenezing 21 dagen post-burn sneller was in de groepen die na 30 minuten gekoeld werden vergeleken met de groepen die na 60 minuten of niet gekoeld werden (Guan 2014).

Eén van de simulatiestudies 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 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 2C

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	
<p><i>Referenties: [Baldwin 2012, Cuttle 2010, Guan 2014, Ng 2002, NZGG 2007, Rajan 2009, Venter 2007]</i></p>	

Overige overwegingen

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 het slachtoffer 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 2017). 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 2D: 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 6 studies gevonden die na de ontwikkeling van de NZGG richtlijn zijn verschenen; 1 RCT, 1 prospectieve cohort studie, 1 retrospectieve cohort studie, 2 experimentele dierstudies en 1 simulatiestudie (zie [bijlagen module 2, bewijstabellen 2D](#)). De kwaliteit van het bewijs in deze studies wordt mede beperkt door beperkingen in onderzoeksopzet (korte follow-up), indirectheid (dierenstudies en simulatiestudies) en onnauwkeurigheid (gebrekkige data).

Gunstige effecten

In de RCT worden 94 patiënten die zich binnen 3 uur post-burn op een spoedeisende hulp met kleine brandwonden (<5%TVLO) meldden, gerandomiseerd in 20 minuten koelen met stromend kraanwater (23,9-27,3°C), een cool spray of Burnshield®. Alleen in de groep die gekoeld werd met water nam de temperatuur van de huid statistisch significant af. In deze studie werd ook naar de afname in pijn (VAS score) gekeken; alle drie de interventies gaven een statistisch significante afname in pijn na 20 minuten koelen. Er is niet gekeken naar de effecten op wondgenezing (Cho 2017).

In de prospectieve cohort studie worden 168 patiënten in een Nigeriaans ziekenhuis gevolgd om de eerste hulp bij brandwonden te evalueren. Er werd geconcludeerd dat er statistisch significant minder complicaties zijn wanneer er gekoeld wordt met water (n=49) in vergelijking met niet koelen (n=40) of toepassen van alternatieve eerste hulp (rauwe eieren (n=20), maïspap (n=16), remvloeistof (n=13), honing (n=12), anders (n=18)). De meest voorkomende complicatie was infectie. De resultaten laten echter ook zien dat de mortaliteit in de groep gekoeld met water statistisch significant hoger is (42,9% versus 21,8%; p=0,006), terwijl er geen statistisch significant verschil in wonddiepte tussen de interventies wordt gevonden. Het TVLO wordt niet gerapporteerd, alleen dat 165 patiënten brandwonden hadden van >20% TVLO in volwassenen of >10% TVLO in kinderen (Fadeyibi 2015).

In de retrospectieve studie is gekeken naar de uitkomsten van alle patiënten opgenomen in een Australisch of Nieuw-Zeelands brandwondencentrum en of dit verschilde wanneer er wel of niet gekoeld was met water. Op basis van de gegevens van 2320 patiënten werd geconcludeerd dat de

kans op een IC-opname of een huidtransplantatie afnemen en de opnameduur korter was wanneer er gekoeld was in vergelijking met niet koelen. De mortaliteit tussen beide groepen was niet significant verschillend (Wood 2016).

In een experimentele dierstudie met 8 varkens met ieder 2 heet-water-brandwonden werden aloë vera, speeksel en een koeldeken (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 dermale 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).

In een simulatiestudie werd onderzocht hoeveel (in tijd) blootstelling van verschillende temperaturen nodig was om een diep dermale brandwond te veroorzaken in brandwonden die niet gekoeld werden of onmiddellijk gekoeld werden met water van 20°C. Uit het model bleek dat onmiddellijk koelen de huidtemperatuur sneller laat afnemen en er een langere blootstelling aan de agens nodig is om een diep dermale brandwond te veroorzaken. Zo ontstaat er een diep dermale brandwond bij 10 seconden blootstelling aan 77°C zonder koelen terwijl dit pas ontstaat bij 14 seconden met koelen (Abraham 2015).

Schadelijke effecten

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

Conclusies deelvraag 2D

Algehele kwaliteit van het bewijs Zeer laag	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. <i>Referenties: [Abraham 2015, Cho 2017, Cuttle 2008a, Fadeyibi 2015, NZGG 2007, Wood 2016, Yuan 2007]</i>
---	---

Overige overwegingen

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 lauw stromend kraanwater 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.

Hydrogels kunnen overwogen worden om de brandwond te koelen tijdens vervoer naar het ziekenhuis, waarbij de totale koelingsduur maximaal 20 minuten bedraagt.

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 laag of 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.

Overige overwegingen

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. De kwaliteit van het gevonden bewijs is als zeer laag beoordeeld, echter wegen de mogelijke gunstige effecten (minder diepe brandwonden) van onmiddellijk koelen met water ten opzicht van niet koelen zwaarder dan de mogelijke schadelijke effecten (hypothermie). De gezamenlijke resultaten van de studies die in de deelvragen koelen met water vergelijken met niet koelen neigen naar een positief effect van koelen ten opzichte van niet koelen. Daarnaast 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 of de start van een andere methode van pijnbestrijding vervangen. 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 2017). 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 lauw stromend kraanwater en pas de temperatuur aan bij wat het slachtoffer als prettig ervaart.

Vermijd koelen met koud water om de kans op hypothermie te minimaliseren en stop met koelen wanneer het slachtoffer aangeeft het door het koelen koud te krijgen of tekenen hiervan laat zien.

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 lauw stromend kraanwater 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.

Hydrogels kunnen overwogen worden om de brandwond te koelen tijdens vervoer naar het ziekenhuis, waarbij de totale koelingsduur maximaal 20 minuten bedraagt.

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.

Naast het koelen moeten kleding en sieraden 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. Wanneer kleding aan het lichaam vast gesmolten zit en niet makkelijk te verwijderen is, kan je deze laten zitten en de kleding eromheen zoveel mogelijk wegnippen. Het verwijderen van kleding en sieraden kan tijdens het koelen plaatsvinden.

Referenties

- Abraham JP, Plourde B, Vallez L, Stark J, Diller KR. Estimating the time and temperature relationship for causation of deep-partial thickness skin burns. *Burns* 2015;41(8):1741-7.
- APLS: Advanced Paediatric Life Support de Nederlandse editie (5de druk), 2017.
- Baldwin A, Xu J, Attinger D. How to cool a burn: a heat transfer point of view. *Journal of Burn Care & Research* 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. *Journal of Burn Care & Research* 2008;29(5):828-34.
- Cho YS, Choi YH. Comparison of three cooling methods for burn patients: A randomized clinical trial. *Burns* 2017;43(3):502-8.
- 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 Repair and Regeneration* 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. *Journal of Burn Care & Research* 2009b;30(6):1028-34.
- Cuttle L, Pearn J, McMillan JR, Kimble RM. A review of first aid treatments for burn injuries. *Burns* 2009a;35(6):768-75.
- Fadeyibi IO, Ibrahim NA, Mustafa IA, Ugburo AO, Adejumo AO, Buari A. Practice of first aid in burn related injuries in a developing country. *Burns* 2015;41(6):1322-32
- Guan H, Zhao Z, Zhou Q, He F, Yu M, Cai W, et al. Limb cooling with targeted arterial infusion of cold fluid alleviates scald injury: an experimental rabbit study. *International journal of clinical and experimental medicine* 2014;7(9):3013-20.
- Griffin BR, Frear CC, Babl F, Oakley E, Kimble RM. Cool running water first aid decreases skin grafting requirements in pediatric burns: a cohort study of two thousand four hundred ninety-five children. *Annals of Emergency Medicine* 2020;75(1):75-85.
- Harish V, Tiwari N, Fisher OM, Li Z, Maitz PKM. First aid improves clinical outcomes in burn injuries: Evidence from a cohort study of 4918 patients. *Burns* 2019;45(2):433-9.
- Latenser BA. Critical care of the burn patient: The first 48 hours. *Critical Care Medicine* 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? *Journal of Burn Care & Research* 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. *Academic Emergency Medicine* 2010;17(4):456-9.

- Singer AJ, Wang E, Taira BR, Steinhauff N, Rooney J, Zimmerman T. Controlled mild hypothermia prolongs survival in a rat model of large scald burns. *Academic Emergency Medicine* 2011;18(3):287-91.
- Tobalem M, Harder Y, Tschanz E, Speidel V, Pittet-Cuénod B, Wettstein R. First-aid with warm water delays burn progression and increases skin survival. *Journal of plastic, reconstructive & aesthetic surgery* 2013;66(2):260-6.
- 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. *Medical Engineering & Physics* 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.
- Wood FM, Phillips M, Jovic T, Cassidy JT, Cameron P, Edgar DW, et al. Water first aid is beneficial in humans post-burn: evidence from a bi-national cohort study. *PLoSone* 2016;11(1):e0147259.
- 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. *Journal of Burn Care & Research* 2007;28(3):514-20.

Bewijstabel deelvraag 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 hete vloeistof verbranding?

[What minimum duration of cooling a flame or scald burn stops progression of a burn wound most effectively with regard to time to wound healing and quality of wound healing?]

Reference and study design	Participants and setting	Intervention/Comparison	Outcomes	Results/Effect	Conclusion	Additional comments
<p>Baldwin A. How to cool a burn: A heat transfer point of view. Journal of Burn Care & Research 2012;33(2):176-87</p> <p>Computational model</p> <p>Objective: to develop and validate a numerical model that can conduct a transient analysis of heat transfer and the corresponding damage in skin burns. Once this model is developed, an examination of the effect of cooling on reducing damage from skin burns is carried out.</p>	<p>4 'cases' with burn induced by: A. 90°C for 15sec. B. 80°C for 5sec. C. 99°C for 1sec. D. 80°C for 15sec.</p> <p>USA</p>	<p>I1. 20 sec. to air of 27°C I2. 10 sec. to air of 27°C I3. 10 sec. flushed by water of 10°C I4. 10 sec. immersed in water of 10°C</p>	<p>1. Percentage of the damage caused by B that is reduced in 25 seconds</p> <p>2. efficacy of duration of cooling with water of 10°C on B, C and D.</p> <p>3. efficacy of cooling with water for 10 seconds with temperature between 0 to 60°C on B, C and D.</p> <p>4. efficacy of delay in cooling with 10°C water for 10 seconds on B, C and D</p> <p>Irreversible damage was set at $\Omega=0.53$.</p>	<p>1. no sensible difference between I2, I3 and I4. I2 slightly more damage. No increase in damage 5 seconds after start interventions.</p> <p>2. cooling for up to 20 seconds maximizes cooling efficacy.</p> <p>3. for all cases minimal difference between cold and luke-warm water.</p> <p>4. almost no efficacy in 10 seconds delay in B and D, and 2 seconds delay in C.</p>	<p>"most of the damage from a burn occurs during the burn process and that little damage occurs after the removal of the heat source"</p> <p>"the cooling therapy only slightly reduces the final volume that is irreversibly burnt."</p> <p>"there is no need to cool a burn for more than 30 seconds, from a heat transfer standpoint."</p> <p>"the temperature of the water coolant has a weak influence on the final burn volume"</p> <p>"the greatest factor in reducing the final volume of skin irreversibly burnt is how immediately the burn is immersed or flushed the burn with water"</p>	<p>Results showed thresholds instead of results of pre-specified interventions.</p>
<p>Bartlett N. Optimal duration of cooling for an acute scald contact burn injury in a porcine model. Journal of Burn Care & Research 2008;29(5):828-34</p>	<p>5 partial thickness scald burns on piglets (n=17)</p> <p>Australia</p>	<p>I1. Cooling for 5 minutes I2. Cooling for 10 minutes I3. Cooling for 20 minutes I4. Cooling for 30 minutes C. No cooling</p>	<p>1. Intradermal temperature during intervention</p> <p>2. Surface area of the burn in cm² on day 1 and 9 post-burn</p>	<p>1. no significant differences between wounds ($p>.05$).</p> <p>2. All wounds decreased, no significant differences between wounds on day 9 in cm² ($p>.05$)</p> <p>3. Mean (SD)</p>	<p>"Our study provides scientific evidence to support immediate cooling of an acute scald burn injury for 20 minutes. This will minimize burn depth, which in turn will facilitate spontaneous healing."</p>	<p>Assessor of histological assessment was blinded to the intervention.</p> <p>Small sample</p>

<p>Randomised experimental animal study</p> <p>Objective: to establish the optimal duration of cooling using cold running tap water (5, 10, 20, 30 minutes and no treatment)</p>		<p>All cooling in intervention groups was by running tap water of 22.4°C</p> <p>Intervention randomly assigned to wounds.</p>	<p>3. Histological assessment of depth on day 1 and 9 post-burn. Rated as</p> <p>1 Healed/normal 2 Epidermal 3 Superficial dermal 4 Mid-dermal 5 Deep dermal 6 Deep/full thickness</p>	<p>Day 1, no significant differences in depth between wounds: 3.2 (0.3) ($p>.05$).</p> <p>Day 9 I1: 3.2 (0.7) I2: 3.2 (0.7) I3: 2.7 (0.8) ($p<.05$) I4: 2.9 (0.9) C: 3.2 (0.7)</p>		
<p>Cuttle L.</p> <p>The efficacy of Aloe vera, tea tree oil and saliva as first aid treatment for partial thickness burn injuries.</p> <p>Burns 2008a;34(8):1176-82</p> <p>Experimental animal study</p> <p>Objective: to examine the efficacy of commonly used alternative first aid treatments (Burnaid dressing, Aloe vera and saliva) on a porcine deep dermal burn injury.</p>	<p>2 deep dermal thickness scald burns on pigs (n=8, 16 wounds)</p> <p>Australia</p>	<p>I1. Cooling with Aloe vera I2. Cooling with Burnaid® (impregnated with tea tree oil) I3. Cooling with saliva C. No cooling</p> <p>Duration of cooling in all interventions was 20 minutes</p>	<p>1. Subdermal temperature during intervention</p> <p>2. Re-epithelialisation in cm² on week 1 to 6</p> <p>3. Skin/scar thickness with histology</p> <p>4. Cosmetic appearance</p>	<p>1. I1 and I2 decreased temperature significantly more compared to C at 20 minutes ($p=.02$ and $p=.05$)</p> <p>2. No significant differences between interventions and control.</p> <p>3. No significant differences between interventions and control</p> <p>4. No significant differences between interventions and control</p>	<p>“Results showed that the alternative treatments did significantly decrease subdermal temperature within the skin during the treatment period. However, they did not decrease the microflora or improve re-epithelialisation, scar strength, scar depth or cosmetic appearance of the scar and cannot be recommended for the first aid treatment of partial thickness burns.”</p>	<p>Blind observers</p> <p>Small sample</p> <p>Discrepancy in reported decrease in temperature (text 8.7°C and figure ~2.1°C)</p>
<p>Cuttle L.</p> <p>The optimal temperature of first aid treatment for partial thickness burn injuries.</p> <p>Wound Repair and Regeneration. 2008b;16(5):626-34</p> <p>Experimental animal study</p> <p>Objective: to test various cooling techniques of first</p>	<p>2 partial thickness scald burns on pigs (n=31, 62 wounds)</p> <p>2 pigs died due to aesthetic, 29 pigs analysed (n=58).</p> <p>Australia</p>	<p>I1. Cooling with running water of 15°C (n=7) I2. Cooling with running water of 2°C (n=8) I3. Cooling with ice (n=7) C. No cooling (n=9)</p> <p>All cooling in intervention groups was for 20 minutes</p>	<p>1. re-epithelialisation</p> <p>2. Skin/scar thickness and Organizing granulation tissue (OGT) with histology</p> <p>3. cosmetic appearance of the scar (5 items)</p>	<p>1. I1 and I2 healed faster (4.0 weeks) compared to I3 (4.7 weeks) and C (4.5 weeks)</p> <p>2. OGT is less in I2 in deep partial thickness burns</p> <p>3. C has consistently larger scores (worse outcome) compared to interventions. Some items significant.</p>	<p>“In summary, we recommend that 15 1C or cold tap water treatment be used for all burns as it is beneficial for healing, more accessible and less dangerous to the patient at risk of hypothermia. Ice should not be used as it provides no benefit.”</p>	<p>Number of wounds in analyses 54 instead of 58</p> <p>No results for all animals together presented, but subgroup analyses (mixed depth partial thickness and deep partial thickness burns) that was not pre-specified.</p> <p>Clinical relevance not clear.</p> <p>Multiple comparisons increases statistical</p>

Bijlagen M2 Koelen

aid applied for 20 minutes and compare with a control						significant findings. (C is compared in 5 items X 3 interventions X 2 subgroups for cosmetic appearance, total of 30)
<p>Cuttle L.</p> <p>An audit of first-aid treatment of pediatric burns patients and their clinical outcome.</p> <p>Journal of Burn Care & Research 2009b;30(6):1028-34</p> <p>Retrospective chart review</p> <p>Objective: to investigate the type of first aid administered before admission to hospital and whether this was related to the clinical outcome of the burn wound.</p>	<p>Children (n=459) with acute burns. 2005 (n=459)</p> <p>Royal Children’s Hospital Burns Centre, Australia</p>	<p>I: Adequate first aid, defined as cold water for at least 20 minutes. (n=53)</p> <p>C: No adequate first aid, defined as no cooling or cooling with cold water <20 minutes. (n=406)</p>	<p>1. Time to complete reepithelialisation in days</p> <p>2. Number of visits.</p> <p>3. Operation (y/n).</p> <p>4. whether long term scar management (>1 month) was required.</p>	<p>1. Mean (SD) Contact burns only I: 7.1 (4.6) (n=23) C: 14.0 (9.4) (n=107) (p=.04).</p> <p>2. no analyses</p> <p>3. No difference in grafting for all burns.</p> <p>4. no analyses</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>Different p-value in abstract compared to text, i.e. p=0.011 vs p=0.04.</p> <p>Significant difference is found in a subgroup (contact burns) that was not described beforehand.</p> <p>Significant missing data for different variables. Common in this type of study.</p>
<p>Cuttle L.</p> <p>The optimal duration and delay of first aid treatment for deep partial thickness burn injuries.</p> <p>Burns 2010;36(5):673-9</p> <p>Experimental animal study</p> <p>Objective: to determine the optimum duration of first aid and the delay after the burn for which first aid is still effective</p>	<p>2 deep partial thickness scald burns on pigs (n=40, 80 wounds)</p> <p>Australia</p>	<p>I1. Cooling for 10 minutes I2. Cooling for 20 minutes I3. Cooling for 30 minutes I4. Cooling for 60 minutes C. No cooling</p> <p>All cooling in intervention groups was by running water of 15°C</p> <p>Ia. No delay Ib. delay of 10 minutes Ic. delay of 60 minutes Id. delay of 180 minutes</p> <p>All cooling in intervention groups was for 20 minutes with running water of 15°C</p>	<p>1. Subdermal temperature during intervention</p> <p>2. Re-epithelialisation in cm² 6 weeks post-burn</p> <p>3. Skin/scar thickness with histology</p> <p>4. Cosmetic appearance 6 weeks post-burn</p>	<p>1. increase of duration of cooling resulted in lower temperature.</p> <p>2. No significant differences between interventions and control for duration (p=.34), but significant for delay (Ic and Id vs Ia) (p=.03)</p> <p>3. No significant differences between interventions and control for duration (p=.78) and delay (p=.74)</p> <p>4. No significant differences between interventions and control for duration (p=.68) or delay (p not reported)</p>	<p>“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.”</p>	<p>One pig and 4 wounds were excluded. Total of 74 wounds.</p> <p>Strength of conclusion does not represent the results. Pre-defined outcome at 6 weeks (no differences) not mentioned in conclusion.</p>
Griffin BR.	Children (<16 years) with burns (n=2495)	I: Adequate first aid, defined as 20 minutes of cool running	1. Grafting (y/n)	1. n(%) I: 139 (7.8%)	“The provision of adequate first aid [.....] was associated	

<p>Cool running water first aid decreases skin grafting requirements in pediatric burns: a cohort study of two thousand four hundred ninety-five children. <i>Annals of Emergency Medicine</i> 2020;75(1):75-85</p> <p>Retrospective chart review</p> <p>Objective: to analyze the associations between first aid and skin-grafting requirements in children with burns.</p>	<p>In and outpatients treated at a dedicated children's burn center in Australia.</p>	<p>tap water within 3 hours of injury. (n=1780)</p> <p>C: Inadequate first aid, defined as any other form of first aid, including cool running water of less than 20 minutes or the use of alternatives (eg, still water, ice, aloe vera) (n=715)</p>	<p>2. Time to reepithelialisation in days in non-grafted</p> <p>3. Wound depth</p> <p>4 Admission (y/n)</p> <p>5 Length of stay in days</p>	<p>C: 97 (13.6%) OR 0.6 (95% CI 0.4-0.8, p<0.001)</p> <p>2. Median (IQR) I: 10.0 (7.0-14.0) C: 10.0 (7.0-15.0) HR 1.1 (95% CI 1.0-1.2, p=0.06)</p> <p>3. n full thickness (%) I: 47 (2.7%) C: 53 (7.6%) OR 0.4 (95% CI 0.2-0.6, p<0.001)</p> <p>4. n(%) I: 234 (13.2%) C: 129 (18.0%) OR 0.7 (95% CI 0.3-0.9, p=0.006)</p> <p>5. Median (IQR) I: 3.0 (1.0-10.0) C: 3.0 (1.0-11.8) HR 0.9 (95% CI 0.7-1.2, p=0.48)</p>	<p>with reduced skin grafting, as well as faster re-epithelialization among burns in which wound closure was more protracted, and decreased odds of full-thickness depth, hospital admission, and operating room interventions."</p> <p>"Among patients who did not require grafting, the speed of re-epithelialization was faster with the administration of any cool running water. Adequate cooling, relative to all other forms of first aid, did not show a relationship with faster re-epithelialization universally."</p>	
<p>Harish V.</p> <p>First aid improves clinical outcomes in burn injuries: Evidence from a cohort study of 4918 patients. <i>Burns</i> 2019;45(2):433-9</p> <p>Retrospective chart review</p> <p>Objective: to determine the effect of adequate first aid on clinical outcomes in a large cohort of adult burn injured patients</p>	<p>Adult patients (n=4918) with burns <10% TBSA</p> <p>Ambulatory care clinic of burn centre. Sydney, Australia.</p>	<p>I: Adequate first aid, defined as the application of 20min of cool, running tap water up to 3h following the burn injury. (n=2859)</p> <p>C: Inadequate first aid, (n=2059)</p>	<p>1. Wound depth (superficial/mid-dermal/deep dermal or full thickness)</p> <p>2. Grafting (y/n)</p> <p>3 Time to reepithelialisation in days in non-grafted</p>	<p>1 n (%) I: 1158 (40.5%) / 1351 (47.3%) / 350 (12.2%) C: 724 (35.2%) / 850 (41.3%) / 485(23.6%) (p<0.001) OR 1.39 (95% CI 1.24-1.55, p<0.001)</p> <p>2. n(%) I: 251 (8.8%) C: 324 (15.7%) (p<0.001) OR 0.91 (95% CI 0.70-1.18, p=0.47)</p> <p>3. Mean (SD) I: 12.7 (12.0) C: 16.2 (21.0) (p<0.001)</p>	<p>"Adequate first aid with 20min of running water is associated with improved outcomes. Benefits are seen in a reduction in wound depth, faster healing, and decreased grafting requirements."</p>	<p>Distribution of mechanism is significantly different. Scald/flame burn: I: 2231 (78.0%) C: 1332 (64.7%) Contact/chemical/electrical/radiant: I: 463 (16.2%) C: 587 (28.5%)</p> <p>OR were calculated with multivariate regression analyses.</p>

Bijlagen M2 Koelen

			4. number of outpatient visits in non-grafted	HR 1.10 (95% CI 1.03-1.18, p<0.01) 4. Mean (SD) I: 3.2 (2.2) C: 3.5 (2.8) (p=0.25)		
<p>Van de Sompel D.</p> <p>Modelling of experimentally created partial-thickness human skin burns and subsequent therapeutic cooling: A new measure for cooling effectiveness.</p> <p>Medical Engineering & Physics 2009;31(6):624-31</p> <p>Computational model</p> <p>Objective: construct a computational model to calculate the heat transfer and damage accumulation in human skin during and after a burn.</p>	- United Kingdom	<p>I1. 2 sec to air of 20°C, followed by 15 sec. water of 15°C</p> <p>I2. 2 sec to air of 20°C, followed by 15 sec. water of 5°C</p> <p>C. 40 sec. to air 20°C</p> <p>Durations were chosen such that skin temp below 45°C is. This is regarded as threshold temperature for injury.</p>	1. Time to a decreased skin temperature below 45°C after 15 seconds of contact with a 70°C copper rod.	1. I1 and I2: 3.5 seconds C: 25 seconds	<p>“It was found that the reduction in Arrhenius damage integrals near the skin surface was too small to be physiologically relevant. Hence our results confirm that while the reduction in tissue temperatures is indeed quicker, the therapeutic benefit of cooling cannot be explained by thermal arguments (i.e. based on Arrhenius damage models) alone.”</p>	
<p>Venter THJ.</p> <p>Cooling of the burn wound: The ideal temperature of the coolant.</p> <p>Burns 2007;33(7):917-22</p> <p>Experimental animal study</p> <p>Objective: to tests two variables, that of the coolant’s temperature as well as the effects due to duration of application, on its effects in limiting tissue damage.</p>	4 deep dermal scald burns on pigs (n=10, 40 wounds) South-Africa	<p>Group 1. Ice water (1-8°C) (n=5)</p> <p>Group 2. Tap water (12-15°C) (n=3)</p> <p>Group 3. Tap water (15-18°C) (n=2)</p> <p>In each pig 4 wounds: I1. Control, no cooling I2. Cooling for 30min (G1) or 4 hours (G2 and G3) I3. 30 min delay, before 30 min cooling. I4. 30 min delay, before 3 hours cooling</p>	<p>1. Clinical assessment measured 3h, 24h and 3 weeks post-burn as most, intermediate and least damage.</p> <p>2. Histologic assessment</p>	<p>1. G1: W1 least, W3 and W4 intermediate, W2 most damage. G2: W4 least, W2 and W3 intermediate, W1 most damage. G3: W4, W2 and W3 least, W1 most damage.</p> <p>2. Histologic assessment confirmed clinical assessment.</p>	<p>“When ice water is applied, it will cause more damage to the burn wound than not cooling the wounds at all.”</p> <p>“Cooling of fresh burn wounds is beneficial to relieve pain and was shown clinically and histologically in this study to limit tissue damage and allow more rapid healing in deep dermal burns. Delayed cooling of up to 30 min is effective in limiting tissue damage to the burn wounds. The wounds that were cooled with tap water</p>	<p>Small sample per group.</p> <p>Groups were not compared.</p> <p>More of a descriptive analyses.</p>

		All cooling in intervention groups was with swabs soaked with water and changed every 3 minutes.			for 3 h showed the least tissue damage.	
Yuan J. Assessment of cooling on an acute scald burn injury in a porcine model. Journal of Burn Care & Research 2007;28(3):514-20 Randomised experimental animal study Objective: to investigate the efficacy of wet towels, a fine cool water spray and cool running tap water compared with no treatment as a control in an animal model based on clinical and histological data	4 partial thickness scald burns on piglets (n=10, 40 wounds) Australia	I1. Running tap water (22°C) I2. Wet towels refreshed every 3 minutes I3. Water spray, delivered every 30 seconds. C. No cooling All cooling in intervention groups was immediately applied for 20 minutes Intervention randomly assigned to wounds.	1. Intradermal temperature after cooling 2. Wound area measurement in cm ² on day 1 and day 9. 3. Clinical assessment of depth compared to histological findings on day 1 and day 9 Rated as 1 Healed/normal 2 Epidermal 3 Superficial dermal 4 Mid-dermal 5 Deep dermal 6 Deep/full thickness 4. histologic assessment	1. Mean I1: 26.6°C I2/I3: 31.2°C C: 36.4°C (p<0.01) 2. No differences on day 1. On day 9 all wounds improved (p<0.05), but no significant differences between interventions. (p>0.05) 3. Agreement 59% (43/73) (day 1 22/35, day 9 21/38). Disagree by one point in 25% (18/73) Disagree by two points in 16% (12/73). 4. Day 1, no difference between groups. Day 9, wounds in I1 show most improvement. No statistical analyses.	“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” “This study demonstrated that cool running water appeared the most effective first aid for an acute scald burn wound in a porcine model compared with wet towels and water spray.”	Assessor of histological assessment was blinded to the intervention. No conclusion possible over optimal timing, only that cooling had better results than not cooling. Small sample size.

Bewijstabel deelvraag 2B: Welke temperatuur van het koelwater is aan te bevelen gelet op het risico van hypothermie en verminderde wondgenezing?

[What is the preferred temperature of the coolant taken into account the risk of hypothermia and reduced wound healing?]

Reference and study design	Participants and setting	Intervention/Comparison	Outcomes	Results/Effect	Conclusion	Additional comments
Baldwin A. How to cool a burn: A heat transfer point of view. Journal of Burn Care & Research 2012;33(2):176-87 Computational model	4 'cases' with burn induced by: A. 90°C for 15sec. B. 80°C for 5sec. C. 99°C for 1sec. D. 80°C for 15sec. USA	I1. 20 sec. to air of 27°C I2. 10 sec. to air of 27°C I3. 10 sec. flushed by water of 10°C I4. 10 sec. immersed in water of 10°C	1. Percentage of the damage caused by B that is reduced in 25 seconds 2. efficacy of duration of cooling with water of 10°C on B, C and D.	1. no sensible difference between I2, I3 and I4. I2 slightly more damage. No increase in damage 5 seconds after start interventions. 2. cooling for up to 20 seconds maximizes cooling efficacy.	“most of the damage from a burn occurs during the burn process and that little damage occurs after the removal of the heat source” “the cooling therapy only slightly reduces the final volume that is irreversibly burnt.”	Results showed thresholds instead of results of pre-specified interventions.

Bijlagen M2 Koelen

<p>Objective: to develop and validate a numerical model that can conduct a transient analysis of heat transfer and the corresponding damage in skin burns. Once this model is developed, an examination of the effect of cooling on reducing damage from skin burns is carried out.</p>			<p>3. efficacy of cooling with water for 10 seconds with temperature between 0 to 60°C on B, C and D.</p> <p>4. efficacy of delay in cooling with 10°C water for 10 seconds on B, C and D</p> <p>Irreversible damage was set at $\Omega=0.53$.</p>	<p>3. for all cases minimal difference between cold and luke-warm water.</p> <p>4. almost no efficacy in 10 seconds delay in B and D, and 2 seconds delay in C.</p>	<p>“there is no need to cool a burn for more than 30 seconds, from a heat transfer standpoint.”</p> <p>“the temperature of the water coolant has a weak influence on the final burn volume”</p> <p>“the greatest factor in reducing the final volume of skin irreversibly burnt is how immediately the burn is immersed or flushed the burn with water”</p>	
<p>Cuttle L.</p> <p>The optimal temperature of first aid treatment for partial thickness burn injuries.</p> <p>Wound Repair and Regeneration. 2008b;16(5):626-34</p> <p>Experimental animal study</p> <p>Objective: to test various cooling techniques of first aid applied for 20 minutes and compare with a control</p>	<p>2 partial thickness scald burns on pigs (n=31, 62 wounds)</p> <p>2 pigs died due to aesthetic, 29 pigs analysed (n=58).</p> <p>Australia</p>	<p>I1. Cooling with running water of 15°C (n=7)</p> <p>I2. Cooling with running water of 2°C (n=8)</p> <p>I3. Cooling with ice (n=7)</p> <p>C. No cooling (n=9)</p> <p>All cooling in intervention groups was for 20 minutes</p>	<p>1. re-epithelialisation</p> <p>2. Skin/scar thickness and Organizing granulation tissue (OGT) with histology</p> <p>3. cosmetic appearance of the scar</p>	<p>1. I1 and I2 healed faster (4.0 weeks) compared to I3 (4.7 weeks) and C (4.5 weeks)</p> <p>2. OGT is less in I2 in deep partial thickness burns</p> <p>3. C has consistently larger scores (worse outcome) compared to interventions. Some items significant.</p>	<p>“In summary, we recommend that 15 °C or cold tap water treatment be used for all burns as it is beneficial for healing, more accessible and less dangerous to the patient at risk of hypothermia. Ice should not be used as it provides no benefit.”</p>	<p>Number of wounds in analyses 54 instead of 58</p> <p>No results for all animals together presented, but subgroup analyses (mixed depth partial thickness and deep partial thickness burns) that was not pre-specified.</p> <p>Clinical relevance not clear.</p> <p>Multiple outcomes increases statistical significant findings.</p>
<p>Lönnecker S.</p> <p>Hypothermie bei brandverletzten Patienten – Einflüsse der präklinischen Behandlung</p> <p>Der Chirurg 2001;72(2):164-7</p> <p>Retrospective chart review</p>	<p>212 adults with >5% TBSA burned admitted in a burn centre.</p> <p>Germany</p>	<p>-</p>	<p>1. Body temperature in °C at arrival burn centre</p>	<p>1. Mean Cooling: 34.9 (n=169) No cooling: 25.5 (n=21) Unclear: 35.2 (n=22)</p> <p>1. Mean (sd) Intubated: 34.3 (1.72) (n=143) Not intubated: 36.5 (0.82) (n=69) (p=0.01) (also significant after correction for TBSA)</p>	<p>“Hypothermia is not a problem of the non-anesthetized 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>Mortality was 19.8% (n=42)</p> <p>Mortality increases with decrease in body temperature (for every degree decrease the odds increased by 43%)</p> <p>No information on duration and temperature of cooling.</p>

Objective: to assess the effect of hypothermia on mortality and intensive care treatment in burn patients.			2. mortality	2. Temperature of admittance: OR 0.699 (95% CI 0.53-0.93) (p=0.01)	Use blankets and control room temperature to maintain body temperature during transport.	
Singer AJ. The association between hypothermia, prehospital cooling, and mortality in burn victims. Academic Emergency Medicine 2010;17(4):456-9 Retrospective chart review Objective: to determine the incidence of hypothermia in burn victims and its association with mortality and hospital length of stay (LOS). The study also examined the potential causative role of prehospital cooling in hypothermic burn patients.	All burn patients admitted to a New York trauma centre with recorded temperature. (n=929) USA	-	1. hypothermic (temperature <35°C)	1. 15 out of 929 cases was hypothermic. None of those was cooled before admission.	“Hypothermia on presentation to the ED was noted in 1.6% of all burn victims in our trauma registry.” “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.”	Study on hypothermia and not on the effects of cooling Study primarily investigates the incidence hypothermia and associations with mortality and LOS.
Singer AJ. Controlled mild hypothermia prolongs survival in a rat model of large scald burns. Academic Emergency Medicine 2011;18(3):287-91 Randomised experimental animal study Objective: to compare survival times in rats treated with or without mild controlled hypothermia.	36 Sprague-Dawley rats with a 40% TBSA full thickness burn USA	I. cooling with icepack 30 minutes after burn until body temperature decreased 2°C. After 2 hours of cooling rats were rewarmed to baseline temperature. C. No cooling	1. time to survival in hours 2. Mortality on 2, 18, 24 and 48 hours post-burn.	1. Median (IQR) I: 48 (19–168) C: 18 (6–18) (log-rank test, p < 0.001). 2. n deceased (I vs C) 2 → 0 vs 5 18 → 5 vs 16 24 → 8 vs 18 48 → 13 vs 18	“Induction of brief, mild hypothermia prolongs survival and increases the survival rate in nonresuscitated rats with large scald burns.”	

Bijlagen M2 Koelen

<p>Tobalem M.</p> <p>First-aid with warm water delays burn progression and increases skin survival. Journal of plastic, reconstructive & aesthetic surgery 2013;66(2):260-6</p> <p>Randomised experimental animal study</p> <p>Objective: to evaluate the effect of local warming on burn progression in the rat comb burn model.</p>	<p>24 Wistar rats with 8 contact burn wounds</p> <p>Switzerland</p>	<p>C: no treatment</p> <p>I1: Cold water (17°C) for 20 minutes</p> <p>I2: Warm water (37°C) for 20 min</p> <p>Cooling was performed with soaked gauzes that were changed every minute.</p>	<p>1. Burn depth at 1h, 24h, 3 days and 7 days post-burn determined with histology. (epidermis (1), superficial dermis (2), intermediate dermis (3), deep dermis (4) to muscle (5))</p> <p>2. Interspace necrosis 7 days post-burn (% of the interspace surface)</p> <p>3. Median healing time in weeks</p> <p>4. Contracture rate (% of the total length of the unburned area)</p>	<p>1. mean (SEM) depth 1h post-burn: C, I1 & I2: 2 (0) 24h post-burn: C: 4.3 (0.2) I1 & I2: 2.0 (0) (p<0.05) 3 days post-burn: C: 5 (0) I1: 4.3 (0.2) I2: 4.8 (0.1) (ns) 7 days post-burn: All animals showed damage to muscle (5)</p> <p>2. Mean (SEM) C: 94 (2%) I1: 81 (4%) I2: 65 (4%) (p < 0.05)</p> <p>3. All animals +/- 11 weeks</p> <p>4. All animals between 25% and 29% (ns)</p>	<p>“the use of warm water (37°C) for first aid in burn trauma was more effective than 17°C cold water. It not only similarly delayed burn progression compared to cold water, but further reduced surface extension of tissue necrosis.”</p>	
<p>Venter THJ.</p> <p>Cooling of the burn wound: The ideal temperature of the coolant. Burns 2007;33(7):917-22</p> <p>Experimental animal study</p> <p>Objective: to tests two variables, that of the coolant’s temperature as well as the effects due to duration of application, on its effects in limiting tissue damage.</p>	<p>4 deep dermal scald burns on pigs (n=10, 40 wounds)</p> <p>South-Africa</p>	<p>Group 1. Ice water (1-8°C) (n=5)</p> <p>Group 2. Tap water (12-15°C) (n=3)</p> <p>Group 3. Tap water (15-18°C) (n=2)</p> <p>In each pig 4 wounds: I1. Control, no cooling I2. Cooling for 30min (G1) or 4 hours (G2 and G3) I3. 30 min delay, before 30 min cooling. I4. 30 min delay, before 3 hours cooling</p> <p>All cooling in intervention groups was with swabs soaked with water and changed every 3 minutes.</p>	<p>1. Clinical assessment measured 3h, 24h and 3 weeks post-burn as most, intermediate and least damage.</p> <p>2. Histologic assessment</p>	<p>1. G1: I1 least, I3 and I4 intermediate, I2 most damage. G2: I4 least, I2 and I3 intermediate, I1 most damage. G3: I4, I2 and I3 least, I1 most damage.</p> <p>2. Histologic assessment confirmed clinical assessment.</p>	<p>“When ice water is applied, it will cause more damage to the burn wound than not cooling the wounds at all.”</p> <p>“Cooling of fresh burn wounds is beneficial to relieve pain and was shown clinically and histologically in this study to limit tissue damage and allow more rapid healing in deep dermal burns. Delayed cooling of up to 30 min is effective in limiting tissue damage to the burn wounds. The wounds that were cooled with tap water for 3 h showed the least tissue damage.</p>	<p>Small sample per group.</p> <p>Groups were not compared.</p> <p>More of a descriptive analyses.</p>

Bewijstabel deelvraag 2C: 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?

[In what period of time post-burn (flame or scald) is the start of cooling still effective with regard to time to wound healing and quality of wound healing?]

Reference and study design	Participants and setting	Intervention/Comparison	Outcomes	Results/Effect	Conclusion	Additional comments
<p>Baldwin A.</p> <p>How to cool a burn: A heat transfer point of view. Journal of Burn Care & Research 2012;33(2):176-87</p> <p>Computational model</p> <p>Objective: to develop and validate a numerical model that can conduct a transient analysis of heat transfer and the corresponding damage in skin burns. Once this model is developed, an examination of the effect of cooling on reducing damage from skin burns is carried out.</p>	<p>4 'cases' with burn induced by:</p> <p>A. 90°C for 15sec. B. 80°C for 5sec. C. 99°C for 1sec. D. 80°C for 15sec.</p> <p>USA</p>	<p>I1. 20 sec. to air of 27°C I2. 10 sec. to air of 27°C I3. 10 sec. flushed by water of 10°C I4. 10 sec. immersed in water of 10°C</p>	<p>1. Percentage of the damage caused by B that is reduced in 25 seconds</p> <p>2. efficacy of duration of cooling with water of 10°C on B, C and D.</p> <p>3. efficacy of cooling with water for 10 seconds with temperature between 0 to 60°C on B, C and D.</p> <p>4. efficacy of delay in cooling with 10°C water for 10 seconds on B, C and D</p> <p>Irreversible damage was set at $\Omega=0.53$.</p>	<p>1. no sensible difference between I2, I3 and I4. I2 slightly more damage. No increase in damage 5 seconds after start interventions.</p> <p>2. cooling for up to 20 seconds maximizes cooling efficacy.</p> <p>3. for all cases minimal difference between cold and luke-warm water.</p> <p>4. almost no efficacy in 10 seconds delay in B and D, and 2 seconds delay in C.</p>	<p>"most of the damage from a burn occurs during the burn process and that little damage occurs after the removal of the heat source"</p> <p>"the cooling therapy only slightly reduces the final volume that is irreversibly burnt."</p> <p>"there is no need to cool a burn for more than 30 seconds, from a heat transfer standpoint."</p> <p>"the temperature of the water coolant has a weak influence on the final burn volume"</p> <p>"the greatest factor in reducing the final volume of skin irreversibly burnt is how immediately the burn is immersed or flushed the burn with water"</p>	<p>Results showed thresholds instead of results of pre-specified interventions.</p>
<p>Cuttle L.</p> <p>The optimal duration and delay of first aid treatment for deep partial thickness burn injuries. Burns 2010;36(5):673-9</p> <p>Experimental animal study</p>	<p>2 deep partial thickness scald burns on pigs (n=40, 80 wounds)</p> <p>Australia</p>	<p>I1. Cooling for 10 minutes I2. Cooling for 20 minutes I3. Cooling for 30 minutes I4. Cooling for 60 minutes C. No cooling</p> <p>All cooling in intervention groups was by running water of 15°C</p> <p>Ia. No delay Ib. delay of 10 minutes</p>	<p>1. Subdermal temperature during intervention</p> <p>2. Re-epithelialisation in cm² 6 weeks post-burn</p> <p>3. Skin/scar thickness with histology</p>	<p>1. increase of duration of cooling resulted in lower temperature.</p> <p>2. No significant differences between interventions and control for duration (p=.34), but significant for delay (Ic and Id vs Ia) (p=.03)</p> <p>3. No significant differences between interventions and</p>	<p>"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."</p>	<p>One pig and 4 wounds were excluded. Total of 74 wounds.</p> <p>Strength of conclusion does not represent the results. Pre-defined outcome at 6 weeks (no differences) not mentioned in conclusion.</p>

Bijlagen M2 Koelen

<p>Objective: to determine the optimum duration of first aid and the delay after the burn for which first aid is still effective</p>		<p>Ic. delay of 60 minutes Id. delay of 180 minutes</p> <p>All cooling in intervention groups was for 20 minutes with running water of 15°C</p>	<p>4. Cosmetic appearance 6 weeks post-burn</p>	<p>control for duration (p=.78) and delay (p=.74)</p> <p>4. No significant differences between interventions and control for duration (p=.68) or delay (p not reported)</p>		
<p>Guan H.</p> <p>Limb cooling with targeted arterial infusion of cold fluid alleviates scald injury: an experimental rabbit study. International journal of clinical and experimental medicine 2014;7(9):3013-20.</p> <p>Randomised experimental animal study</p> <p>Objective: to compare targeted artery injection of low temperature liquid with hydrogel dressing as a coolant following application to a fresh deep partial thickness hot water scald in a rabbit hind limb model</p>	<p>70 new Zealand rabbits with a deep partial thickness limb burn of 3.3% TBSA and a 1% TBSA superficial burn to the footplate</p> <p>China</p>	<p>C: no cooling</p> <p>I1: cooling with arterial infusion of salt solution of 4°C 30 minutes post-burn</p> <p>I2: cooling with arterial infusion of salt solution of 4°C 60 minutes post-burn</p> <p>I3: cooling with a hydrogel dressing 30 minutes post-burn for 3hours</p> <p>I4: cooling with a hydrogel dressing 60 minutes post-burn for 3 hours</p>	<p>1. Ratio of wound deepening at 21 days</p> <p>2. Ratio of wound healing at 21 days</p> <p>3. Ratio of wound infection at 21 days</p> <p>(outcomes were clinically and histological assessed)</p>	<p>Clinical and histological assessment at 21 days indicated more rapid healing in both I1 and I3 compared with C, I2 and I4.</p>	<p>“This result indicates artery injection of low temperature liquid earlier to cooling limb is an effective means to reduce residual heat damage tissue without affect core temperature and increase wound healing.”</p>	<p>Not applicable in first aid.</p> <p>Results are presented without sufficient data</p> <p>Number of rabbits per group is unclear. In total started with 70, 5 died. In abstract 55 while in text 65 rabbits</p> <p>Duration of cooling in I1 and I2 unclear.</p>
<p>Ng EYK. Chua L. T.</p> <p>Comparison of one- and two-dimensional programmes for predicting the state of skin burns. Burns 2002;28(1):27-34</p> <p>Computational model</p> <p>Objective: to compare software programs and to further investigate post-</p>	<p>-</p> <p>Singapore</p>	<p>I1. Cooling with a delay of 1 second</p> <p>I2. Cooling with a delay of 3 seconds</p> <p>I3. Cooling with a delay of 10 seconds</p> <p>C: no cooling (exposure to 27°C air)</p> <p>All cooling in intervention groups was by immersion in water of 5, 10, 15 or 20°C</p>	<p>1. Skin temperature by start of intervention (water of 5°C) after a 76°C burn.</p> <p>2. Time to 45°C skin temperature (in seconds) after a 59°C burn.</p>	<p>1. I1: 62°C I2: 55°C I3: 47°C</p> <p>2. I1: 8.6 I2: 10.2 I3: 15.5 C: 27</p>	<p>With a 59°C burn: “it could be concluded that if the delay time was larger than 27 s, the there was no possible thermal efficacy in initiating cooling therapy.”</p> <p>“The range of cooling bath temperatures was simulated from 5 to 20°C. The influence of differing temperature water baths was not very obvious while the temperature was higher than the threshold level.”</p>	<p>45°C was threshold injury temperature.</p>

burn cooling therapy using the 2D code						
<p>Rajan V.</p> <p>Delayed cooling of an acute scald contact burn injury in a porcine model: is it worthwhile?</p> <p>Journal of Burn Care & Research 2009;30(4):729-34</p> <p>Randomised experimental animal study</p> <p>Objective: to compare the beneficial effects of ideal BFAT with the delayed initiation of cold running water in an acute contact scald burn in a standardized animal model</p>	<p>4 partial thickness scald burns on pigs (n=12, 48 wounds)</p> <p>Australia</p>	<p>I1. Immediate cooling</p> <p>I2. Cooling with a delay of 5 min</p> <p>I3. Cooling with a delay of 20 min</p> <p>I4. Cooling with a delay of 60 min.</p> <p>All cooling in intervention groups was by running tap water of 22.4°C for 20 minutes</p>	<p>1. Rate of fall in intradermal temperature during intervention</p> <p>2. Surface area of the burn in cm² on day 1 and 9 post-burn</p> <p>3. Histological assessment of depth on day 1 and 9 post-burn. Rated as 1 Healed/normal 2 Epidermal 3 Superficial dermal 4 Mid-dermal 5 Deep dermal 6 Deep/full thickness</p>	<p>1. I1: 0.5°C/min I2: 0.4°C/min I3: 0.3°C/min I4: 0.3°C/min</p> <p>2. All wounds decreased. Decrease between day 1 and 9 was significant for I1 and I4 (p<.05)</p> <p>3. No significant difference between burn depth rating between I1 and I2, I3 and I4 (p>.05).</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>No comparison between surface area between interventions.</p>
<p>Venter THJ.</p> <p>Cooling of the burn wound: The ideal temperature of the coolant.</p> <p>Burns 2007;33(7):917-22</p> <p>Experimental animal study</p> <p>Objective: to tests two variables, that of the coolant’s temperature as well as the effects due to duration of application, on its effects in limiting tissue damage.</p>	<p>4 deep dermal scald burns on pigs (n=10, 40 wounds)</p> <p>South-Africa</p>	<p>Group 1. Ice water (1-8°C) (n=5)</p> <p>Group 2. Tap water (12-15°C) (n=3)</p> <p>Group 3. Tap water (15-18°C) (n=2)</p> <p>In each pig 4 wounds: I1. Control, no cooling I2. Cooling for 30min (G1) or 4 hours (G2 and G3) I3. 30 min delay, before 30 min cooling. I4. 30 min delay, before 3 hours cooling</p> <p>All cooling in intervention groups was with swabs soaked with water and changed every 3 minutes.</p>	<p>1. Clinical assessment measured 3h, 24h and 3 weeks post-burn as most, intermediate and least damage.</p> <p>2. Histologic assessment</p>	<p>1. G1: I1 least, I3 and I4 intermediate, I2 most damage. G2: I4 least, I2 and I3 intermediate, I1 most damage. G3: I4, I2 and I3 least, I1 most damage.</p> <p>2. Histologic assessment confirmed clinical assessment.</p>	<p>“When ice water is applied, it will cause more damage to the burn wound than not cooling the wounds at all.”</p> <p>“Cooling of fresh burn wounds is beneficial to relieve pain and was shown clinically and histologically in this study to limit tissue damage and allow more rapid healing in deep dermal burns. Delayed cooling of up to 30 min is effective in limiting tissue damage to the burn wounds. The wounds that were cooled with tap water for 3 h showed the least tissue damage.</p>	<p>Small sample per group.</p> <p>Groups were not compared.</p> <p>More of a descriptive analyses.</p>

Bewijstabel deelvraag 2D: 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?

[What are the effects of different coolants (cool vests, hydrogels) compared to not cooling or cooling with water effectively with regard to time to wound healing and quality of wound healing in a flame or scald burn?]

Reference and study design	Participants and setting	Intervention/Comparison	Outcomes	Results/Effect	Conclusion	Additional comments
<p>Abraham JP.</p> <p>Estimating the time and temperature relationship for causation of deep-partial thickness skin burns. Burns 2015;41(8):1741-7</p> <p>Computational model</p> <p>Objective: to develop and present a simple procedure for evaluating the temperature and exposure-time conditions that lead to causation of a deep-partial thickness burn and the effect that the immediate post-burn thermal environment can have on the process.</p>	<p>-</p> <p>USA</p>	<p>C: no cooling</p> <p>I: immediate cooling with water of 20°C</p>	<p>1. time to deep partial thickness burn for different temperatures of scalding.</p>	<p>1. seconds exposure needed (not all outcomes listed)</p> <p>93°C → C: 4.6, I: 7.2</p> <p>88°C → C: 5.9, I: 8.8</p> <p>77°C → C: 10, I: 14</p> <p>68°C → C: 17, I: 23</p> <p>63°C → C: 31, I: 38</p>	<p>“inundation with cool water decreased skin temperatures more quickly than the clothing insulating case and led to a modest decrease in the burn extent”</p>	<p>Immediate cooling is not realistic. There is always a delay.</p>
<p>Cho YS.</p> <p>Comparison of three cooling methods for burn patients: A randomized clinical trial Burns 2017;43(3):502-8</p> <p>RCT</p> <p>Objective: to compare the cooling effects of three burn-cooling methodologies, running tap water, Burnshield (dressings), and Burn Cool</p>	<p>94 burn patients ≥16 years, <5%TBSA burned, <3h post-burn.</p> <p>ED centre in Seoul, Korea</p>	<p>C: running tap water (20min, 23.9-27.3 °C) (n=33)</p> <p>I1: Cool Spray (20min. sprayed every 5 minutes) (n=31)</p> <p>I2: Burnshield (20min) (n=30)</p>	<p>1. Variability in skin surface temperature (FLIR device) (T0-T5)</p> <p>2. Variability in pain (VAS) (T0-T5)</p>	<p>1. Median (IQR)</p> <p>C: 33.5 °C (31.5–35.0) to 28.7 °C (25.9–30.9)</p> <p>I1: 33.8 °C (32.0–35.4) to 33.2 °C (30.5–35.0), I2: 34.0 °C (32.0–35.1) to 34.4 °C (32.7–35.6)</p> <p>Only reduction in C was significant (p<0.001)</p> <p>2. Mean</p> <p>C: 6.9 to 4.8</p> <p>I1: 5.6 to 4.5</p> <p>I2: 5.5 to 3.3</p>	<p>“Tap water and Burn Cool Spray reduced the skin surface temperature, but the Burnshield slightly increased it. All three cooling methods were effective in relieving pain.”</p>	<p>Mean TBSA was 1% (n=94)</p> <p>No information on first aid before arrival on ED.</p> <p>Only short-term outcomes (estimation < 4hours post-burn)</p> <p>Clinical relevance not clear.</p>

Spray (spray), and suggest the indications for each cooling method.				All three reduced pain significant ($p < 0.001$)		
<p>Cuttle L.</p> <p>The efficacy of Aloe vera, tea tree oil and saliva as first aid treatment for partial thickness burn injuries.</p> <p>Burns 2008a;34(8):1176-82</p> <p>Experimental animal study</p> <p>Objective: to examine the efficacy of commonly used alternative first aid treatments (Burnaid dressing, Aloe vera and saliva) on a porcine deep dermal burn injury.</p>	<p>2 deep dermal thickness scald burns on pigs (n=8, 16 wounds)</p> <p>Australia</p>	<p>I1. Cooling with Aloe vera</p> <p>I2. Cooling with Burnaid® (impregnated with tea tree oil)</p> <p>I3. Cooling with saliva</p> <p>C. No cooling</p> <p>Duration of cooling in all interventions was 20 minutes</p>	<p>1. Subdermal temperature during intervention</p> <p>2. Re-epithelialisation in cm² on week 1 to 6</p> <p>3. Skin/scar thickness with histology</p> <p>4. Cosmetic appearance</p>	<p>1. I1 and I2 decreased temperature significantly more compared to C at 20 minutes ($p = .02$ and $p = .05$)</p> <p>2. No significant differences between interventions and control.</p> <p>3. No significant differences between interventions and control</p> <p>4. No significant differences between interventions and control</p>	<p>“Results showed that the alternative treatments did significantly decrease subdermal temperature within the skin during the treatment period. However, they did not decrease the microflora or improve re-epithelialisation, scar strength, scar depth or cosmetic appearance of the scar and cannot be recommended for the first aid treatment of partial thickness burns.”</p>	<p>Blind observers</p> <p>Small sample</p> <p>Discrepancy in reported decrease in temperature (text 8.7°C and figure ~2.1°C)</p>
<p>Fadeyibi IO.</p> <p>Practice of first aid in burn related injuries in a developing country</p> <p>Burns 2015;41(6):1322-32</p> <p>Prospective study</p> <p>Objective: to assess the practice of first aid in adults and paediatric patients admitted with burns related injuries to LASUTH, Nigeria</p>	<p>168 burn patients (73 ≤ 12 years < 92) admitted within 48 hours post-burn</p> <p>Surgical Emergency Center in Nigeria. Has a burn centre.</p>	<p>I: first aid with water lavage (no information on temperature of duration) (n=49)</p> <p>C: other first aid, (n=119) including no first aid (n=40), raw egg (n=20), pap (paste of sieved corn flour) (n=16), automotive brake oil (n=13), honey (n=12), etc.</p>	<p>1. depth of the burn (second degree, third degree, mix)</p> <p>2. LOS in days (survivors)</p> <p>3. complications (occurrence of respiratory tract infections, oliguria, anuria, haematuria, malnutrition, anaemia, septicemia or wound infection)</p> <p>4. Mortality</p>	<p>1. n(%) I: 17 (35) / 12 (24) / 20 (41) C: 27 (23) / 24 (20) / 68 (57) ($p = 0.137$)</p> <p>2. Median (IQR) I: 20.5 (22.5) (n=28) C: 26.0 (30.5) (n=93) ($p = 0.225$)</p> <p>3. n (%) I: 9 (18.4) C: 42 (35.3) ($p = 0.030$) (infection most occurring complication: I: 3 (6.1) C: 19 (16.0))</p> <p>4 n(%) I: 21 (42.9) C: 26 (21.8) ($p = 0.006$)</p>	<p>“The use of water first aid in burns was shown to reduce complication rate in this study.”</p>	<p>No information on cooling procedure.</p> <p>Increased mortality in I not included in conclusions. Was possible elevated due to higher percentage of flame burns. This are more likely to be major burns. %TBSA not presented as mean, only as minor or major burn.</p>

Bijlagen M2 Koelen

<p>Wood FM. Water first aid is beneficial in humans post-burn: evidence from a bi-national cohort study PLoSone 2016;11(1):e0147259 Retrospective cohort study Objective: to quantify the magnitude of effects of water cooling first aid after burn on indicators of burn severity in a large human cohort.</p>	<p>2320 records of patients (>16 years) admitted in a Australian or New Zealand burn centre within 28 days post-burn. Australia</p>	<p>C: No cooling (n=780) I: Cooling with water (different durations) (n=1540)</p>	<p>1: Probability for ICU admission 2. Probability for skin grafting 3. difference in LOS in days 4. Probability for mortality</p>	<p>1. -0.084 (95% CI -0.125 to -0.043) (p < 0.001). Reduction of 48%. 2. -0.07 (95% CI -0.125 to -0.014) (p = 0.014). Reduction of 13%. 3. -2.27 (95% CI -3.61 to -0.931) (p = 0.001). Reduction of 18%. 4. -0.003 (95% CI -0.01 to 0.004) (p = 0.39).</p>	<p>“This study suggests that there are significant patient and health system benefits from cooling water first aid, particularly if applied for up to 20 minutes.” “All outcomes except death showed a dose-response relationship with the duration of first aid. The size of burn and age interacted with many of the relationships between first aid and outcome”</p>	<p>Authors used propensity score matching based on age TBSA, gender, country, cause of injury, place of injury, date of injury explosion, fire type, time to admission, number of body parts injured.</p>
<p>Yuan J. Assessment of cooling on an acute scald burn injury in a porcine model. Journal of Burn Care & Research 2007;28(3):514-20 Randomised experimental animal study Objective: to investigate the efficacy of wet towels, a fine cool water spray and cool running tap water compared with no treatment as a control in an animal model based on clinical and histological data</p>	<p>4 partial thickness scald burns on piglets (n=10, 40 wounds) Australia</p>	<p>I1. Running tap water (22°C) I2. Wet towels refreshed every 3 minutes I3. Water spray, delivered every 30 seconds. C. No cooling All cooling in intervention groups was immediately applied for 20 minutes Intervention randomly assigned to wounds.</p>	<p>1. Intradermal temperature after cooling 2. Wound area measurement in cm² on day 1 and day 9. 3. Clinical assessment of depth compared to histological findings on day 1 and day 9 Rated as 1 Healed/normal 2 Epidermal 3 Superficial dermal 4 Mid-dermal 5 Deep dermal 6 Deep/full thickness 4. histologic assessment</p>	<p>1. Mean I1: 26.6°C I2/I3: 31.2°C C: 36.4°C (p<0.01) 2. No differences on day 1. On day 9 all wounds improved (p<0.05), but no significant differences between interventions. (p>0.05) 3. Agreement 59% (43/73) (day 1 22/35, day 9 21/38). Disagree by one point in 25% (18/73) Disagree by two points in 16% (12/73). 4. Day 1, no difference between groups. Day 9, wounds in I1 show most improvement. No statistical analyses.</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” “This study demonstrated that cool running water appeared the most effective first aid for an acute scald burn wound in a porcine model compared with wet towels and water spray.”</p>	<p>Assessor of histological assessment was blinded to the intervention. No conclusion possible over optimal timing, only that cooling had better results than not cooling. Small sample size.</p>

Module 3 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 elektriciteits 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 elektriciteits) 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.

Deze module 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 patiënten met brandwonden beschrijven. Voor de tekst over wondbedekkers bij dermale brandwonden is initieel wel gezocht naar wetenschappelijk bewijs maar is in de herziening gebruik gemaakt van de richtlijn 'Zorg voor patiënten met brandwonden' waarin wondbehandeling als aparte knelpunt is opgenomen (Brandwondenzorg Nederland 2017). Hierin is de initieel gevonden literatuur ook verwerkt. Ook voor de paragraaf pijnbestrijding is in de herziening gebruik gemaakt van de richtlijn 'Zorg voor patiënten met brandwonden' waarin pijnbestrijding als apart knelpunt is behandeld.

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

Deelvraag 3A: 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 2018, APLS 2017, EMSB 2018). 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 daarbij rekening te houden met eventueel

ander letsel (APLS 2017). Onderstaande tekst is een overzicht van de speciale aandachtspunten per onderdeel van de ABCDE-methodiek voor patiënten met brandwonden zoals beschreven in het EMSB cursusboek en gedoceerd op de EMSB opleiding in Nederland, aangevuld met literatuur en praktijkervaring (EMSB 2018).

A. (Airway) Luchtweg vrijwaren met cervicale wervelkolom bescherming

- Beoordeel of de luchtweg vrij is. Bij een pratende, niet hese patiënt is de luchtweg vrij. Het vrijmaken van de luchtweg heeft prioriteit. Als dit niet gerealiseerd kan worden, moet de patiënt geïntubeerd worden ([zie module 4, 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 2018).
- Verwondingen boven het sleutelbeen, zoals wonden in het gezicht, of bewusteloosheid, zijn vaak geassocieerd met CWK letsel. Immobilisatie van de CWK is geïndiceerd bij het vermoeden van een CWK letsel (ATLS 2018, APLS 2017, EMSB 2018).

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 patiënt die in eerste instantie geen hinder heeft van een inhalatieletsel, 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 en mogelijk obstructie kan 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, [module 4, 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 2018).
- Beoordeel ademhaling op ademfrequentie, ademarbeid, effectiviteit en de systematische effecten van respiratoir falen (Baartmans 2008).
- Bij (dreigend) respiratoir falen, moet de patiënt beademd worden met masker en ballon of worden geïntubeerd (EMSB 2018).
- Alle traumapatiënten krijgen op indicatie zuurstof (ten minste 15 liter per minuut) toegediend met gebruik van een non-rebreathing masker. Dit geldt in het bijzonder voor patiënten met uitgebreide brandwonden (>10%TVLO), met respiratoire of hemodynamische problemen of bij verdenking op koolmonoxide intoxicatie of inhalatietrauma.
- Koolmonoxide intoxicatie kan leiden tot hypoxemie (EMSB 2018).
- Let op, circulaire verbrandingen kunnen de thoraxexcursie belemmeren. Ontlastende incisies (escharotomieën) kunnen hierdoor geïndiceerd zijn (EMSB 2018). Neem in dit geval altijd contact op met een brandwondencentrum.

Beschadiging van de onderste luchtwegen kan veroorzaakt worden door inademing van rookbestanddelen. Rookbestanddelen kunnen ontstekingen uitlokken in trachea en bronchi. Deze chemische tracheobronchitis kan leiden tot lagere luchtwegobstructie, bronchospasmen, longoedeem en/of respiratoire insufficiëntie. Daarnaast kunnen rookbestanddelen ook een

exacerbatie van astmatische bronchitis of een astma-aanval uitlokken. 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, [module 4, intubatie](#).

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

- Beoordeel de polssterkte, polsfrequentie en bloeddruk (EMSB 2018).
- 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 2018). 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 2018).
- 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 intraveneuze toegang dient zo snel mogelijk verkregen te worden met 2 zo groot mogelijke infuusnaalden voor vochttoediening, bij voorkeur door niet-verbrande huid (EMSB 2018). 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 (10 tot 20 ml/kg voor kinderen, 1 liter voor volwassenen) met kristalloïden (Ringerlactaat of fysiologisch zout) (ATLS 2018, APLS 2017). 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 2018):
A – alert;
V - reactie op **v**ocale stimuli;
P - reactie op **p**ijnlijke stimuli;
U - **u**nresponsive.
- Controleer pupillen op grootte, vorm, lateralisatie en reactie op licht.
- Patiënten kunnen verward, suf en onrustig zijn op basis van hypoxie of hypovolemie (EMSB 2018). 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 2018). Ook eventuele vastgeschroeide kleding verwijderen.
- 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 2018).
- Het inschatten van het percentage Totaal Verbrand Lichaams Oppervlak (TVLO) wordt gedaan volgens de 'Regel van 9' en/of de hand-methode, beschreven in [module 5, TVLO inschatting](#).
- Voorkom afkoeling van de patiënt (EMSB 2018). 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 [module 6, vloeistofresuscitatie](#).
- Urinemonitoring dient zo snel mogelijk plaats te vinden ter beoordeling van de circulatie en of er sprake is van hemoglobininurie of myoglobininurie.

Deelvraag 3B: 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 2016). 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 kinderen met brandwonden op de SEH (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) of hiervan afgeleide lokale pijnprotocollen. 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 titreer opiaten op basis van gewicht en effect. Langer werkende opiaten hebben de voorkeur boven een kortwerkend opiaat omdat bij brandwonden langduriger pijnbestrijding noodzakelijk is. Kortdurend werkende opiaten kunnen naast de langer werkende opiaten gebruikt worden bij bestrijding van procedurele pijn. 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).

Voor kinderen met brandwonden moet vóór het plaatsen van een infuus intranasaal fentanyl overwogen worden. Bij bijna alle ernstige brandwonden is intraveneuze morfine (startdosis 0,1 mg/kg) geïndiceerd (APLS 2017).

Tijdens de opvang moet frequent worden geëvalueerd of de pijnstilling nog voldoende is. Dit kan door de patiënt te vragen wat de pijnscore is op de Numeric Rating Scale (NRS 0-10; 0 = geen pijn, 1-

3 = milde pijn, 4-6= matige pijn en 7-10= ernstige pijn) en of de bereikte pijnscore overeenkomt met een acceptabele pijnvermindering (NVSHV 2010).

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.

Naast het geven van farmacologische interventies als methode van pijnbestrijding 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 2017). Andere niet-farmacologische interventies die men naast de farmacologische interventies als pijnbestrijding kan aanbieden zijn afleidingstechnieken, het losweken van eventuele verbanden of het hooghouden van het aangedane lichaamsdeel (Brandwondenzorg Nederland 2017).

Deelvraag 3C: Intercollegiaal consult

Wat zijn de aandachtspunten bij een intercollegiaal consult?

Bij verdenking op een inhalatieletsel is aanvullend onderzoek door een anesthesioloog, intensivist, KNO arts en/of longarts geïndiceerd. 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 patiënt met brandwonden over functionele gebieden niet te verwijzen naar een brandwondencentrum.

Deelvraag 3D: 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 2018, APLS 2017, EMSB 2018). 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 2018).

Anamnese

Een anamnese en een volledig lichamelijk onderzoek van top tot teen wordt uitgevoerd nadat levensbedreigende condities behandeld of onder controle zijn. De reguliere 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)

Daarnaast wordt in de brandwondspecifieke anamnese het mechanisme van het letsel uitgevraagd. Men kan meer informatie over de ongevalstoedracht krijgen via de patiënt, 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:

- oorzaak van de verbranding;
- de duur van blootstelling;
- plaats ongeval (wel of niet in afgesloten ruimte);
- type kleding gedragen en of deze vlam hebben gevat;
- tijdstip ongeval;
- temperatuur, hoeveelheid en type vloeistof bij heet waterverbrandingen;
- stroomsterkte en spanning (wisselspanning of gelijkspanning) bij elektriciteits letsel;
- samenstelling en concentratie van het agens bij chemisch letsel;
- toegediende eerste-hulp maatregelen (koelen).

Echter, bijkomend letsel is ook te verwachten bij een explosie, sprong van hoogte, verkeersongevallen etc.

Volledig lichamelijk onderzoek (Top tot teen)

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

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 2018, EMSB 2018, 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, troponine T (op indicatie) en de aanwezigheid van koolmonoxide (HbCO).

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

ECG: op indicatie, onder andere bij elektriciteits letsel en stomp thoraxtrauma.

Deelvraag 3E: (Wond)behandeling op de SEH

Waaruit bestaat de (wond)behandeling op de SEH?

Antibiotica en tetanus

Antibiotica profylaxe wordt niet toegepast bij patiënten met uitsluitend brandwonden in de eerste fase van behandeling (ATLS 2018, Durtschi 1982).

Tetanus profylaxe wordt gegeven aan alle patiënten waarvan vaccinaties niet up to date zijn (volgens LCI-richtlijn Tetanus (RIVM 2019)) (EMSB 2018).

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 [Algemene 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 plastic huishoudfolie, 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 wordt 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 (ATLS 2011, EMSB 2018).

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 [module 7, 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. Verder bestaat het reinigen van de brandwond uit het verwijderen van eventuele zalfresten en lichaamsvreemde materialen. Loszittende huidresten die men niet kan wegvegen met gazen of een washand, worden verwijderd met schaar en pincet. Alleen het weefsel dat zonder het optreden van bloedingen kan worden weggeknipt komt hiervoor in aanmerking (Westra 2015). Het schoonmaken van de wond en daarna bedekken is bedoeld ter vermindering van het infectierisico.

Wondbedekking (voor patiënten niet verwezen naar een brandwondencentrum): Er is geen literatuur gevonden specifiek gericht op de behandeling in de acute fase (24h). Daarom is voor dit onderwerp gebruik gemaakt van de richtlijn 'Zorg voor patiënten met brandwonden' waarin voor het knelpunt wondbehandeling een literatuur onderzoek is uitgevoerd (Brandwondenzorg Nederland 2017).

Wondverbanden dienen een vochtig 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).

In de richtlijn 'Zorg voor patiënten met brandwonden' is er geen bewijs gevonden die een voorkeur aangeeft voor het gebruik van een bepaalde wondbedekker voor dermale en subdermale brandwonden voor de uitkomstmaten voorkomen van infecties, wondgenezing en littekenvorming. In de geïncludeerde reviews worden veel studies naar uiteenlopende interventies besproken. De reviews zelf zijn relatief recent, echter 40 van de 79 in de reviews geïncludeerde RCTs zijn voor het jaar 2000 gepubliceerd. Ook bestaat de onderzoekspopulatie veelal uit patiënten met brandwonden >10%TVLO die in een brandwondencentrum zijn opgenomen. Hierdoor vermindert de generaliseerbaarheid van de resultaten voor de behandeling van patiënten met brandwonden in de eerstelijns en tweedelijns gezondheidszorg.

Er is enig bewijs dat gebruik van zilverhoudende interventies, en dan vooral zilversulfadiazine (ZSD), de wondgenezing kan vertragen. Echter, in geen van de reviews zijn de resultaten van kortdurend

gebruik van ZSD gerapporteerd. In de praktijk worden door de werkgroep geen problemen met de wondgenezing ervaren wanneer ZSD correct en kortdurend gebruikt wordt.

Voor een adequate wondbehandeling is het mede van belang dat de medisch professional kennis en ervaring heeft met de wondbedekker. Veel van de in de reviews onderzochte interventies behoren niet tot de standaard wondbedekkers in de eerstelijns en tweedelijns gezondheidszorg en vereisen enige oefening om deze op een adequate wijze aan te brengen. In de eerstelijns en tweedelijns gezondheidszorg komt de medisch professional veelal onvoldoende in aanraking met patiënten met brandwonden om zich het gebruik van (brandwond) specifieke wondbedekkers eigen te maken. De werkgroep is daarom van mening dat de keuze voor een wondbedekker mede bepaald moet worden door de ervaring en kennis die de medisch professional van een wondbedekker heeft. Bij voorkeur wordt een wondbedekker gekozen die een vochtig wondmilieu creëert zodat een optimaal genezingspotentieel ontstaat. Bij subdermale brandwonden is er geen genezing vanuit de wondbodem en vindt wondsluiting plaats door genezing vanuit de wondranden of door chirurgische interventie. De werkgroep is van mening dat bij zeer kleine subdermale brandwonden een afwachtend beleid gerechtvaardigd is en de behandeling gericht moet zijn op het schoon houden van de wond en het stimuleren van de genezing vanuit de wondranden. Deze behandeling komt overeen met de behandeling voor dermale brandwonden. Bij grotere subdermale brandwonden is de behandeling gericht op het optimaliseren van het wondbed als voorbereiding op chirurgische wondsluiting.

Verder is de keuze voor een wondbedekker mede afhankelijk van de beschikbaarheid van wondbedekkers in de zorginstelling waar de patiënt met brandwonden zich presenteert. Veel interventies die in de reviews besproken worden, zijn vooral beschikbaar in zorginstellingen die gespecialiseerde wondzorg aanbieden. Het wordt door de werkgroep niet wenselijk geacht om deze, veelal dure, wondbedekkers standaard in de eerstelijns en tweedelijns gezondheidszorg voorradig te hebben.

Brandwonden kunnen extreem pijnlijk zijn, niet alleen bij het ontstaan maar ook gedurende het behandeltraject. De pijn tijdens het behandeltraject kan worden verdeeld in achtergrond pijn en procedurele pijn, en de mate van pijn wordt mede bepaald door de keuze van wondbedekker/zalf. Wanneer het type brandwond en de omstandigheden een wondbedekker rechtvaardigen, kan door te kiezen voor een wondbedekker die de brandwond langere tijd kan bedekken het aantal pijnlijke verbandwissels verminderen. De medisch professional dient het comfort van de patiënt mee te wegen in de keuze van wondbedekker.

Wondcontrole/verbandwissel voor patiënten niet verwezen naar een brandwondencentrum: De wondcontrole en/of verbandcontrole bij dermale brandwonden (oppervlakkige en diep) vindt plaats op basis van het type wondbedekker. De diepte van de brandwond dient na 48-72 uur opnieuw beoordeeld te worden en tijdens deze beoordeling dient de brandwond gecontroleerd te worden op kolonisatie en infectie. Zie voor de wondzorg voor brandwonden na de eerste 24 uur de richtlijn 'Zorg voor patiënten met brandwonden' (Brandwondenzorg Nederland 2017). 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 dermale brandwonden. Opties zijn intact laten of verwijderen (deroofing). Gebaseerd op de beschikbare literatuur en praktische ervaring kunnen de volgende richtlijnen worden gegeven:

- Kleine (<6mm), niet in de weg zittende, intacte blaren worden in situ gelaten, want in een geleëchtig milieu vindt het snelste re-epithelialisatie plaats (NZGG 2007, Sargent 2006, van Komen 2011). De blaarkap kan eventueel beschermd worden met een vet gaas.
- Blaren die onder spanning staan worden verwijderd ter ontlasting van de druk.

- Grote blaren ($\geq 6\text{mm}$) kunnen worden gedebrideerd. Indien blaren kapot zijn, moeten de blaardaken worden verwijderd omdat de blaarkap niet levensvatbaar weefsel is en wondinfectie kan veroorzaken.
- Dun-wandige blaren worden gedebrideerd omdat ze anders spontaan kunnen scheuren (Sargent 2006).
- 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. Dit kan men ook overwegen wanneer de blaren een beperking in de mobiliteit van de gewrichten geven.

Na het debrideren van de blaar wordt bij voorkeur een wondbedekker gebruikt die een vochtig wondmilieu creëert, zoals hydro-actieve verbanden, hydrocolloïden of transparante wondfolies (Oen-Coral 2010, van Komen 2011). Antibacteriële crème kan gebruikt worden als de genoemde wondbedekkers niet toepasbaar zijn, o.a. op locaties waar verband niet praktisch is. Zie voor de wondzorg voor brandwonden na de eerste 24 uur de richtlijn 'Zorg voor patiënten met brandwonden' (Brandwondenzorg Nederland 2017).

Deelvraag 3F: 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 suicide, 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 suicide.

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 3G: 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. Uit een retrospectieve studie in een Nederlands brandwondencentrum bleek bij 9% van de opgenomen kinderen een verdenking op kindermishandeling of verwaarlozing te zijn (Bousema 2016).

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 2018).

Accidentele verbrandingen bij kinderen 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, etc.);
- verbrandingen bestaande uit 1 diepte en subdermale brandwonden (NZGG 2007, EMSB 2018).

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 3H: 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 2018).

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 patiënten met chemisch letsel enigszins met die van patiënten 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 lauw stromend kraanwater zodat het chemische middel zoveel mogelijk verwijderd en verdund wordt (NZGG 2007, EMSB 2018, LPA 2016). 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 patiënten 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 de patiënt 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 3I: Elektrische letsels

Wat zijn de aandachtspunten bij elektrische letsels?

Brandwonden door elektriciteit 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 uittrede, 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 elektrische letsels kan ook gepaard gaan met een vlamverbranding ten gevolge van een vlamboog en bijkomend letsel ten gevolge van een explosie (bijv. fracturen, trauma door blast injury). Ook kan zich door oedeemvorming een compartimentssyndroom ontwikkelen, waardoor in ernstige gevallen een fasciotomie geïndiceerd is. Naast de brandwond kan de patiënt als gevolg van het elektrische letsel ook neurologische, respiratoire en cardiale problemen hebben, zoals aritmie of een hartstilstand (EMSB 2018, NZGG 2007). Een directe blikseminslag is veelal fataal (NZGG 2007). Een overzicht staat in Tabel 3.1.

Tabel 3.1: Overzicht indeling elektrische letsels (EMSB 2018)

Voltage	Huidletsel	Letsel diepe weefsels	Cardiaal
Laag (<1000 volt)	Lokale subdermale brandwonden op plaats van in- en uittrede	Mogelijk op plaats van in- en uittrede (inclusief mogelijk compartimentssyndroom handen)	Mogelijk hartstilstand Tijdelijke veranderingen op ECG
Hoog (>1000 volt)	Uitgebreidere subdermale brandwonden op plaats van in- en uittrede Vlamverbranding door vlamboog	Necrose van onderliggende weefsel (tussen plaats in- en uittrede) Compartimentssyndroom	Mogelijk schade hartspier en later optredende aritmie wanneer het hart zich in stroomroute bevond
Blikseminslag (hoog)	Dermale brandwond door steekvlam	Op plaats van uittrede (voeten) Geperforeerde trommelvlies Schade aan de cornea	Hartstilstand en/of ademhalingsstilstand Langdurige reanimatie is gerechtvaardigd

Bij de eerste opvang en onderzoek van patiënten met elektrische letsels is het van belang om zowel de plaats van intrede als de plaats van uittrede 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 [module 6, vloeistofresuscitatie](#)) dient er een ECG gemaakt te worden ter controle van een eventuele aritmie (EMSB 2018, NZGG 2007). Als bij laagvoltage letsels dit eerste ECG geen bijzonderheden laat zien, zijn verdere ECG's niet nodig (NZGG 2007), bij hoogvoltage letsels zijn deze verdere ECG's wel nodig. Let op, bij brandwonden door elektriciteit kan de vochtbehoefte groter zijn dan de grootte van de brandwond doet vermoeden (EMSB 2018). Alle patiënten met brandwonden door elektriciteit komen in aanmerking om verwezen te worden naar een brandwondencentrum (EMSB 2018, 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 patiënten 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) of hiervan afgeleide lokale pijnprotocollen.

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

De werkgroep adviseert om naast farmacologische interventies ook niet-farmacologische interventies te overwegen als methode van pijnbestrijding bij patiënten met brandwonden, zoals:

- afleidingstechnieken;
- bedekken van de brandwond;
- losweken van eventuele verbanden;
- hooghouden van het aangedane lichaamsdeel.

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 patiënten 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 wondbedekkers die een vochtig milieu creëren ter bevordering van de wondgenezing (bijv. hydrofiber-, hydrocolloïd-, alginaat- of foam/schuimverbanden). 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;
- dient de brandwond binnen 48-72 uur opnieuw beoordeeld te worden;
- dienen kleine blaren (<6mm) intact gelaten te worden en eventueel bedekt te worden met een beschermend niet-verklevend verband;
- dienen blaren die onder spanning staan verwijderd te worden en bedekt te worden met een beschermende niet-verklevend verband;
- kunnen grote blaren (≥6mm) gedebrideerd worden, waarna wondbedekkers die een vochtig milieu creëren gebruikt kunnen worden.

De werkgroep adviseert om professionaliteit/rust uit te stralen en emotionele ondersteuning en informatie te geven aan patiënten 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 de patiënt 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, etc.);
- verbrandingen bestaande uit 1 diepte en subdermale brandwonden.

Bij patiënten 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;
- 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 het agens en verontreinigde kleding direct volledig 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;
- dient contact opgenomen te worden met een brandwondencentrum.

Bij patiënten met brandwonden door elektriciteit 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 de patiënt als zodanig behandeld te worden.

Bij patiënten met brandwonden door elektriciteit dient contact opgenomen te worden met een brandwondencentrum.

Referenties

- APLS: Advanced Paediatric Life Support de Nederlandse editie (5de druk), 2017.
- ATLS: Advanced Trauma Life Support® Student course manual (10^e editie), 2018. Chicago, IL: American College of Surgeons.
- Allison K, Porter K. Consensus pre-hospital approach to burns patient management. *Emergency Medicine Journal* 2004;21(1):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.
- Baartmans MGA, de Jong AEE, van Baar ME, Beerhuizen GIJM, van Loey NEE, Tibboel D, et al. Early management in children with burns: Cooling, wound care and pain management. *Burns* 2016;42(4):777-82.
- Baartmans MGA, Stas HG, Dokter J, Boxma H. De opvang van kinderen met brandwonden. *Tijdschrift Kindergeneeskunde* 2008;76:282-90.
- Bousema S, Stas HG, van der Merwe MH, Oen IMM, Baartmans MGA, van Baar ME. Epidemiology and screening of intentional burns in children in a Dutch burn centre. *Burns* 2016;42(6):1287-94.
- Brandwondenzorg Nederland. Zorg voor patiënten met Brandwonden. Beverwijk; 2017.
- 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(11):2260-6.
- Durtschi MB, Orgain C, Counts GW, Heimbach DM. A prospective study of prophylactic penicillin in acutely burned hospitalized patients. *Journal of 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, 2018.
- Edwards RR, Magyar-Russell GM, Thombs B, Smith MT, Holavanahalli RK, Patterson DR, et al. Acute pain at discharge from hospital is a prospective predictor of long-term suicidal ideation after burn injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2007b;88(12):S36-42.
- Edwards RR, Smith MT, Klick B, Magyar-Russell G, Haythornthwaite JA, Holavanahalli RK, et al. Symptoms of depression and anxiety as unique predictors of pain-related outcomes following burn injury. *Annals of behavioral medicine* 2007a;34(3):313-22.
- Friedland LR, Pancioli AM, Duncan KM. Pediatric emergency department analgesic practice. *Pediatric Emergency Care* 1997;13(2):103-6.
- 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.
- LCI-richtlijn Tetanus. RIVM, 21 februari 2019 (<https://lci.rivm.nl/richtlijnen/tetanus>).
- LPA: Landelijk Protocol Ambulancezorg (Versie 8.1), 2016.
- 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.
- 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.

M3 Primaire opvang en lichamelijk onderzoek op de SEH

- Rawlins JM, Khan AA, Shenton AF, Sharpe DT. Epidemiology and outcome analysis of 208 children with burns attending an emergency department. *Pediatric Emergency Care* 2007;23(5):289-93.
- Richardson P, Mustard L. The management of pain in the burns unit. *Burns* 2009;35(7):921-36.
- Sargent RL. Management of blisters in the partial-thickness burn: an integrative research review. *Journal of Burn Care & Research* 2006;27(1):66-81.
- Summer GJ, Puntillo KA, Miakowski C, Green PG, Levine JD. Burn injury pain: the continuing challenge. *The journal of 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.
- Werner MU, Lassen B, Pedersen JL, Kehlet H. Local cooling does not prevent hyperalgesia following burn injury in humans. *Pain* 2002;98:297-303.
- Westra H, Bolhuis L, van Es A. In: *Handboek brandwondenzorg, hoofdstuk 21. Wondzorg.* Beverwijk 2015 (http://handboek.brandwondenzorg.nl/deel_II/21-wondzorg)
- Wilson G, French G. Plasticised polyvinylchloride as a temporary dressing for burns. *British Medical Journal (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(1-2):165-172
- ZiROP, Leidraad CBRN, 2009

Module 4 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 kan een negatief effect hebben op de lange termijn prognose van de patiënt, zowel wat betreft mortaliteit, opnameduur als complicaties (EMSB 2018). Op de korte termijn kan het niet tijdig intuberen in de acute fase ernstige en zelfs levensbedreigende consequenties hebben. Vanuit dit oogpunt is ook het adagium “bij twijfel intuberen” ontstaan. Intubatie en beademing hebben echter ook nadelen voor de patiënt, welke men moet meewegen in de beslissing om tot intubatie over te gaan.

Een Nederlandse 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). In andere studies wordt een intubatie als onnodig beoordeeld als er binnen 24 uur extubatie plaatsvindt. Ahmed et al (2014) rapporteren in een retrospectieve studie dat ongeveer 10% van de patiënten die zonder intubatie per helikopter wordt vervoerd alsnog geïntubeerd wordt bij aankomst in het brandwondencentrum en dat 49% van de geïntubeerde patiënten binnen 24 uur geëxtubeerd wordt. Voor ambulance vervoer liggen deze percentages op 2% (intubatie in brandwondencentrum) en 40% (extubatie binnen 24 uur). Andere studies rapporteren ook hoge percentages van schijnbaar onnodige intubatie van 37,5 % (Cai, 2017), 40,1% (Romanowski, 2016) en 41,4% (Eastman, 2010), gedefinieerd als extubatie binnen 2 dagen na opname.

Deze module geeft een overzicht van de rationale van intuberen en beschrijft welk type patiënten met brandwonden in aanmerking komt voor intubatie, rekening houdend met de voor- en nadelen van intubatie. Daarnaast wordt in deze module beschreven hoe deze patiënten herkend kunnen worden. Voor dit overzicht is gebruik gemaakt van richtlijnen, consensus protocollen en overige literatuur die intubatie bij patiënten met brandwonden beschrijven.

Deelvraag 4A: Doel van intubatie

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

Methode

Deze deelvraag is te breed om te kunnen beantwoorden met het zoeken naar wetenschappelijke literatuur. Voor deze deelvraag is gebruik gemaakt van bestaande richtlijnen en consensus protocollen en overige literatuur die het doel van intubatie bij patiënten met brandwonden beschrijven.

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

Er zijn verschillende reviews over inhalatieletsel verschenen waarin ook het doel van intubatie wordt beschreven. 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 2018) 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, en ook hierin wordt de ABCDE volgorde aangehouden met als toevoeging de FATT (Fluids (zie [module 6, vloeistofresuscitatie](#)), Analgesia, Tests and Tubes).

Bij slachtoffers met brandwonden kunnen zowel de brandwonden, bijkomend letsel als verschijnselen behorende bij brand (zoals rookontwikkeling) 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 (Sabri 2017). Circulaire subdermale 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. Een gecompromitteerde ademweg of ademhaling kan ook het gevolg zijn van bijkomend letsel, zoals letsel aan de cervicale wervelkolom. Alhoewel bovenstaande ernstige brandwonden en bijkomend letsel 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 2018).

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 of inslikken van hete vloeistoffen of chemische agens kan letsel aan de BLW veroorzaken. Dit letsel komt overeen met de pathofysiologische veranderingen die gezien worden in thermisch of chemisch 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 blootstelling of inademing van stoom ook warmteletsel ontstaan aan de onderste luchtweg (Mercer 2016, Sabri 2017).

Het moment van optreden van een BLW inhalatieletsel kan tot 24 uur na het ongeval.

2. Onderste luchtweg (OLW) inhalatieletsel

OLW inhalatieletsel wordt veroorzaakt door langdurige extreme hitte blootstelling of inademing van rook en roet 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 (Enkhbaatar 2016). Het moment van optreden van een OLW inhalatieletsel kan variëren van acuut tot enkele dagen na het ongeval.

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 (EMSB 2018, Rehberg 2009). CO ontstaat door de onvolledige verbranding van koolstof. Het 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 meer dan 200x 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 (EMSB 2018, Latenser 2001, Rehberg 2009). Ook kan CO zich tijdelijk binden aan het cytochromsysteem, 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 (EMSB 2018).

Cyanide intoxicatie kan ontstaan door het vrijkomen van waterstofcyanide (HCN) bij verbranding van plastic. Het is een kleurloos gas dat ruikt naar amandelen, wordt snel door de longen opgenomen en bindt makkelijk aan het cytochromsysteem met een verstoorde cel functie tot gevolg. Dit leidt tot verminderd bewustzijn, misselijkheid, hoofdpijn, neurotoxiciteit en convulsies. Cyanide wordt langzaam afgebroken door het leverenzym rhodanase (EMSB 2018, Latenser 2001, Rehberg 2009). Door toediening van hydroxocobalamine (vorm van vitamine B₁₂) wordt cyanide gebonden en wordt het minder schadelijke cyanocobalamine gevormd (Anseeuw 2013). Deze behandeling is opgenomen in het Landelijk Protocol Ambulancezorg (LPA 2016).

Het moment van optreden van systemisch inhalatieletsel is acuut.

Deelvraag 4B: Indicatie

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

Methode

Deze deelvraag is te breed om te kunnen beantwoorden met het zoeken naar wetenschappelijke literatuur. Voor deze deelvraag is gebruik gemaakt van bestaande richtlijnen en consensus protocollen en overige literatuur die de indicatie voor intubatie bij slachtoffers met brandwonden beschrijven.

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

Er zijn verschillende reviews over inhalatieletsel verschenen waarin ook de indicatie voor intubatie wordt beschreven. Daarnaast zijn er retrospectieve cohortstudies verschenen waarin de prognostische waarde van verschillende symptomen op een terechte intubatie is beschreven. Bij deelvraag 4A 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 subdermale verbranding van de nek of thorax als de brandwond rondom dat lichaamsdeel aaneengesloten, of nagenoeg aaneengesloten, subdermaal is. Een subdermale 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 subdermale 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 dermale 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 patiënt met brandwonden benaderd worden als een patiënt 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 (Enkhbaatar 2016, Sheridan 2016, Vivó 2016, Walker 2015), de duur van de blootstelling aan rook en de rookontwikkeling (Rehberg 2009, Walker 2015). 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 (Vivó 2016).

Klinische symptomen

In de literatuur worden aangezichtsverbrandingen en verbrande neusharen veelvuldig beschreven als klinische aanwijzingen voor een mogelijk inhalatieletsel. In de Nederlandse brandwondencentra wordt geschat dat bij ongeveer 30% van de patiënten met een aangezichtsverbranding door vlamverbranding ook daadwerkelijk een inhalatieletsel aanwezig is en dat dit dus bij 70% niet het geval is. Bij inspectie van de mond/keelholte kunnen blaren, roet, en een rode of gezwollen uvula en/of pharynxbogen zichtbaar zijn. De patiënt kan een stemverandering hebben, hoest of produceert sputum met roet. Verder let men op stridor en bij auscultatie op 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. (Enkhbaatar 2016, Latenser 2001, Madnani 2006, Mercer 2016, Rehberg 2009, Sabri 2017, Sheridan 2016, Vivó 2016, Walker 2015)

De symptomen van inhalatieletsel veranderen met de tijd en zijn afhankelijk van de locatie in het respiratoire systeem. Tabel 4.1 geeft een overzicht van deze veranderingen per locatie.

Tabel 4.1 Klinische symptomen van inhalatieletsel over de tijd (bewerkt uit EMSB course manual 2018).

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	Acuut <ul style="list-style-type: none"> • Rusteloosheid • Levensbedreigende anoxie

	Langzame ontwikkeling <ul style="list-style-type: none"> • Afnemende zuurstofspanning Enige uren tot dagen na het ongeval <ul style="list-style-type: none"> • Pulmonaal oedeem / Acute Respiratoir Distress Syndrome (ARDS) • Respiratoir falen
Systemisch / Intoxicatie	Acuut <ul style="list-style-type: none"> • Buiten bewustzijn • Verdoofd, apathisch Verbetering over de tijd <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 100% zuurstof toegediend krijgen via een non-rebreathing masker. Dit zal de zuurstofspanning in de weefsels optimaliseren tijdens het verdere lichamelijk onderzoek (Vivó 2016, EMSB 2018).

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. Progressieve heesheid, stridor en een bemoeilijkte ademhaling zijn symptomen van een gedeeltelijke luchtwegobstructie en duidelijke indicaties voor intubatie (Latenser 2001, Sheridan 2016, Vivó 2016). Wanneer bij inspectie van de bovenste luchtweg oedeem zichtbaar is, moet men ook intubatie overwegen (Latenser 2001, Sabri 2017). Men moet er ook rekening mee houden dat oedeem zich snel kan ontwikkelen wanneer er gestart wordt met vloeistofresuscitatie (EMSB 2018, Latenser 2001, Sabri 2017).

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 het zuurstoftransport zoveel mogelijk te normaliseren. Dit kan het beste gedaan worden door het verhogen van de toegediende zuurstofconcentratie naar 100% (Sabri 2017). De noodzaak voor intubatie hangt af van de toestand van de patiënt. Als deze buiten bewustzijn is, dient de patiënt zuurstof toegediend te krijgen en moet de luchtweg veilig gesteld worden, eventueel door middel van intubatie. In de ATLS en APLS wordt een Glasgow Coma Score van 8 of lager aangehouden als indicatie om tot intubatie over te gaan (APLS 2017, ATLS 2018). Veelal is daarnaast ook handmatige of mechanische beademing nodig.

Zowel patiënten met brandwonden die circulaire subdermale brandwonden hebben als die met (vermoedelijke) inhalatieletsel voldoen aan de criteria om naar een brandwondencentrum verwezen te worden (zie [module 7, verwijscriteria](#)).

Deelvraag 4C: 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 de overplaatsing naar een brandwondencentrum van een geïntubeerde patiënt met brandwonden zal volgens de huidige ambulance protocollen het vervoer niet alleen door ambulancepersoneel worden verzorgd, maar 'dient het vervoer begeleid te worden door een ter zake deskundige van het verwijzende ziekenhuis' (LPA 2016). 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 Nederlands onderzoek naar vochtretentie in patiënten 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-organ dysfunctie syndroom (MODS) en overlijden.

Complicaties

Een intubatie kan iatrogene letsels (o.a. barotrauma, larynxtrauma, bronchopulmonale dysplasie) veroorzaken en verhoogt de kans op tracheobronchitis of een pneumonie (Cochran 2009, Latenser 2001, Rehberg 2009, Sabri 2017, Walker 2015). 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 patiënten met brandwonden die in een brandwondencentrum waren geïntubeerd een lagere incidentie van pneumonie hadden in vergelijking met de patiënten 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 geïmmobiliseerd te worden.

De werkgroep adviseert het opvangteam om bij twijfel over intubatie in niet acuut levensbedreigende situaties aanvullend onderzoek (scopie) door de anesthesioloog, intensivist, KNO-arts en/of longarts te laten verrichten, en bij blijvende twijfel 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, tenzij daar een contra-indicatie voor is.

Inhalatieletsel van de bovenste luchtweg, inclusief larynx:

Bij patiënten 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 de eerste verschijnselen van respiratoire obstructie optreden, dient te worden geïntubeerd.

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

Inhalatieletsel van de onderste luchtweg, onder de larynx:

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

Systemisch inhalatieletsel:

Bij patiënten met brandwonden die een Glasgow Coma Score van 8 of lager hebben, kan bij een niet bedreigde luchtweg het effect van 100% zuurstof afgewacht worden. Bij een bedreigde luchtweg is intubatie geïndiceerd.

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 frequent 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 en wanneer deze eventueel overgeplaatst worden.

Referenties

- Ahmed A, van Heukelom P, Harland K, Denning G, Liao J, Born J, et al. Characterizing demographics, injury severity, and intubation status for patients transported by air or ground ambulance to a rural burn center. *Journal of Burn Care & Research* 2014;35(3):e151–8.
- Anseeuw K, Delvau N, Burillo-Putze G, de Iaco F, Geldner G, Holmström P, et al. Cyanide poisoning by fire smoke inhalation: a European expert consensus. *European Journal of Emergence Medicine* 2013;20(1):2-9.
- APLS: Advanced Paediatric Life Support de Nederlandse editie (5de druk), 2017.
- ATLS: Advanced Trauma Life Support® Student course manual (10th ed.), 2018. Chicago, IL: American College of Surgeons.
- Cai AR, Hodgman EI, Kumar PB, Sehat AJ, Eastman AL, Wolf SE. Evaluating pre burn center intubation practices: an update. *Journal of Burn Care & Research* 2017;38(1):e23–9.
- Cochran A. Inhalation injury and endotracheal intubation. *Journal of Burn Care & Research* 2009;30(1):190-5.
- Eastman AL, Arnoldo BA, Hunt JL, Purdue GF. Pre-burn center management of the burned airway: do we know enough? *Journal of Burn Care & Research* 2010;31(5):701–5.
- 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. *Journal of Burn Care & Research* 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, 2018.
- Enkhbaatar P, Pruitt BA, Suman O, Mlcak R, Wolf SE, Sakurai H, et al. Pathophysiology, research challenges, and clinical management of smoke inhalation injury. *Lancet* 2016;388(10052):1437-46.
- Latenser BA, Iteld L. Smoke inhalation injury. *Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine* 2001;22(1):13-22.
- LPA: Landelijk Protocol Ambulancezorg (Versie 8.1), 2016.
- 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? *Journal of Trauma* 2011;70(3):611-5.
- Mackie DP, Spoelder EJ, Paauw FJ, Knape P, Boer C. Mechanical ventilation and fluid retention in burn patients. *Journal of Trauma* 2009;67(6):1233-8.
- Madnani DD, Steele NP, de Vries E. Factors that predict the need for intubation in patients with smoke inhalation injury. *Ear Nose & Throat Journal* 2006;85(4):278–80.
- Mercer SJ, Jones CP, Bridge M, Clitheroe E, Morton B, Groom P. Systematic review of the anaesthetic management of non-iatrogenic acute adult airway trauma. *British Journal of Anaesthesia* 2016;117(S1):i49-59.
- Rehberg S, Maybauer MO, Enkhbaatar P, Maybauer DM, Yamamoto Y, Traber DL. Pathophysiology, management and treatment of smoke inhalation injury. *Expert Review of Respiratory Medicine* 2009;3(3):283-97.
- Romanowski KS, Palmieri TL, Sen S, Greenhalgh DG. More than one third of intubations in patients transferred to burn centers are unnecessary: proposed guidelines for appropriate intubation of the burn patient. *Journal of Burn Care & Research* 2016;37(5):e409-14.
- Sabri A, Dabbous H, Dowli A, Barazi R. The airway in inhalational injury: diagnosis and management. *Annals of Burns and Fire Disasters* 2017;30(1):24-9.
- Sheridan RL. Fire-related inhalation injury. *New England Journal of Medicine* 2016;375(5):464-9.
- Vivó C, Galeiras R, del Caz MD. Initial evaluation and management of the critical burn patient. *Medicina Intensiva* 2016;40(1):49-59.
- Walker PF, Buehner MF, Wood LA, Boyer NL, Driscoll IR, Lundy JB, et al. Diagnosis and management of inhalation injury: an updated review. *Critical Care* 2015;19:351.

Module 5 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, en beiden zijn dan ook onderdeel van de verwijscriteria. Volgens de criteria die in Nederland gehanteerd worden, dient een kind met $\geq 5\%$ TVLO verwezen te worden naar een brandwondencentrum. Volgens diezelfde criteria dient een volwassene met $\geq 10\%$ TVLO verwezen te worden naar een brandwondencentrum en in het geval van een vermoeden van subdermale brandwonden (3^{de} graads brandwond) van $\geq 5\%$ TVLO is verwijzing ook geïndiceerd. 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 [module 6, vloeistofresuscitatie](#). Meer informatie over verwijzing naar een brandwondencentrum is opgenomen in [module 7, 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 2012, Breederveld 2009). Dit wordt ook bevestigd in de internationale literatuur waarbij er vaker een overschatting dan een onderschatting van het percentage TVLO voorkomt in vergelijking met de inschatting in een brandwondencentrum (Armstrong 2017, Chan 2012, Face 2017, Freiburg 2007, Goverman 2015, Harish 2015, Sadideen 2017). 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 dezelfde module. 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 5A 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 5B 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. Literatuur over 3D scanners voor de inschatting van het %TVLO is vanwege de, nu nog, zeer beperkte toepasbaarheid in de eerste opvang van brandwondpatiënten niet geselecteerd.

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 januari 2018 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. Wat betreft de hand methode wordt aangegeven dat deze met voorzichtigheid gebruikt kan worden bij kleine brandwonden (<10% TVLO) waarbij rekening gehouden moet worden dat het handoppervlak zich tussen de 0,8 en 1,0% van het daadwerkelijke lichaamsoppervlak bevindt (NZGG 2007). Er zijn 3 cross-sectionele studies gevonden die na de ontwikkeling van de NZGG richtlijn zijn verschenen en daarnaast is er 1 vergelijkende cohortstudie geïdentificeerd die voor 2005 is gepubliceerd maar niet in de NZGG richtlijn is opgenomen (zie [bijlagen module 5, bewijstabellen 5A](#)). 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, Afrikaanse of Koreaanse populatie).

Gunstige effecten

In de cross-sectionele studies wordt het daadwerkelijke percentage van de hand in verhouding met het totale lichaamsoppervlak bepaald in 300 gezonde Indiase kinderen (Agarwal 2010), 159 gezonde Koreaanse jongens (Choi 2011) of 150 gezonde en 368 opgenomen Afrikaanse kinderen (Cox 2017). In Agarwal et al. (2010) beslaat de hand inclusief 5 vingers gemiddeld 1,06% van het totale lichaamsoppervlak terwijl de handpalm exclusief vingers gemiddeld 0,63% beslaat. In Cox et al. (2017) beslaat de hand inclusief 5 vingers gemiddeld 0,93% van het totale lichaamsoppervlak. In Choi 2011 is bij slechts 59 participanten de oppervlakte van de handpalm in verhouding met het lichaamsoppervlak berekend en beslaat de handpalm exclusief vingers 0,69% van het totale lichaamsoppervlak. Uit een cross-sectionele studie waarbij 50 junior/beginnende artsen in het Verenigd Koninkrijk zijn geïnterviewd, blijkt dat meer dan de helft niet weet welk gedeelte van de hand gelijk staat aan 1% van het lichaamsoppervlak. In deze studie 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 5A

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, Choi 2011, Cox 2017, 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. Wat betreft de hand methode wordt aangegeven dat deze met voorzichtigheid gebruikt kan worden bij kleine brandwonden (<10% TVLO) waarbij rekening gehouden moet worden dat het handoppervlak zich tussen de 0,8 en 1,0% van het daadwerkelijke lichaamsoppervlak bevindt (NZGG 2007). Er zijn 11 studies gevonden die na de ontwikkeling van de NZGG richtlijn zijn verschenen; 1 review, 1 gerandomiseerde studie (RCT), 4 cross sectionele studies, en 4 cross-over studies (zie [bijlagen module 5, bewijstabellen 5B](#)). De kwaliteit van het bewijs in deze studies wordt mede beperkt door beperkingen in onderzoekopzet (verschillende criteria voor dezelfde uitkomstmaat) en de indirectheid (Indiase, Chinese of Koreaanse populatie).

Gunstige effecten

In de review werd naar de relatie tussen lichaamsoppervlak en lichaamsgewicht gekeken om te bepalen of de methodes voor inschatting van % TVLO wel kloppen bij obese personen. Drie van de

geïnccludeerde observationele studies onderzochten de regel van negen of de Lund & Browder terwijl vier studies de handmethode onderzochten. Als uitkomst werd de range van percentages per lichaamsdeel voor obese en morbide obese personen gegeven. De range in de eerste drie studies was voor de arm 5-7,5% (i.p.v. 9%), het been 15-20% (i.p.v. 18%) en de torso 40-52% (i.p.v. 36%). In de vier studies die de handmethode onderzochten werd een range van 0,59% tot 1,22% gevonden, maar twee studies in een westerse populatie vonden voor het handoppervlak een percentage van 0,7% in personen met een BMI>30 (Borhani-Khomani 2017).

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 3 van de 4 cross sectionele studies wordt het daadwerkelijke percentage van de hand in verhouding met het totale lichaamsoppervlak bepaald in 300 gezonde Indiase volwassenen (Agarwal 2010), 159 gezonde Aziatische volwassenen (Choi 2011) of 55 Chinese volwassenen (Liao 2008). In Agarwal et al. (2010) beslaat de hand inclusief 5 vingers gemiddeld 0,92% van het totale lichaamsoppervlak terwijl de handpalm exclusief vingers gemiddeld 0,50% beslaat. In Liao et al. (2008) beslaat de hand inclusief 5 vingers gemiddeld 0,75% van het totale lichaamsoppervlak terwijl de handpalm exclusief vingers gemiddeld 0,43% beslaat. In Choi 2011 is bij slechts 59 participanten de oppervlakte van de handpalm in verhouding met het lichaamsoppervlak berekend en beslaat de handpalm exclusief vingers 0,66% van het totale lichaamsoppervlak. Uit een cross-sectionele studie waarbij 50 junior/beginnende artsen in het Verenigd Koninkrijk zijn geïnterviewd, blijkt dat meer dan de helft niet weet welk gedeelte van de hand gelijk staat aan 1% van het lichaamsoppervlak. In deze studie 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).

In 3 van de 4 cross-over studies wordt de TVLO inschatting met de Lund & Browder vergeleken met de berekening van het TVLO middels een mobiele applicatie, namelijk BurnMed (Goldberg 2014), Mersey Burns App (Barnes 2015) en Peregrine (Godwin 2015). Deze applicaties maken het mogelijk om de brandwond in te tekenen op een virtuele afbeelding van een persoon waarbij automatisch het %TVLO berekend wordt. In Goldberg et al. (2014) schatten 18 medische studenten zonder ervaring met brandwonden het TVLO van een model met een fictief TVLO van 39%. De inschatting van het TVLO was gemiddeld 6,3% hoger wanneer de Lund & Browder werd gebruikt en 5,5% lager met BurnMed. In Barnes et al. (2015) schatten 20 medisch professionals en 42 eerstejaars studenten geneeskunde het TVLO van een foto van brandwondenpatiënt. De medisch professionals schatten het TVLO met de Lund & Browder gemiddeld (sd; range) op 17,4% ($\pm 3,56$; 13,5-26,75) en met de Mersey Burns App op 15,4% ($\pm 1,58$; 13,2-17,0). De studenten schatten het TVLO met de Lund & Browder gemiddeld op 17,52% ($\pm 5,455$; 11,5-38) en met de Mersey Burn App op 17,53% ($\pm 5,566$; 12,4-38,5). In beide groepen was de TVLO inschatting met de verschillende methoden niet statistisch significant verschillend. Bij de medisch professionals is de gemiddelde inschatting van de Mersey Burns App gebaseerd op slechts 4 participanten. In Godwin et al. (2015) schatten 7 brandwonden experts eerst het TVLO van gefotoshopte brandwonden op een model met de Lund & Browder en na een week met de applicatie Peregrine. Het percentage ingeschat met de Lund & Browder was 28,99%

en met de applicatie 29,53% ($p=0,22$). Het verschil in beide methodes was statistisch niet significant, wel was de tijd die nodig was voor de inschatting met de applicatie statistisch significant korter.

Een andere cross-over 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^{de} jaars geneeskundestudenten visueel geschat op gemiddeld 16,4% en met de 'Lund & Browder' gemiddeld op 12% (Malic 2007).

In de cross-sectionele studie van Martin et al. (2014) wordt de TVLO inschatting door 20 militaire brandwonden experts vergeleken met die van 40 militaire medici zonder brandwondenervaring. Foto's van een brandwondenpatiënt met 64,5% TVLO werden door militairen met en zonder brandwondenervaring ingeschat met de modified Lund & Browder chart. De inschatting van de militairen zonder brandwondenervaring lag gemiddeld statistisch significant lager (52,53%) dan de inschatting van de militairen met brandwondenervaring (65,58%, $p<0,0001$). De inschatting van de militairen zonder brandwondenervaring verschilde ook statistisch significant met het daadwerkelijke % TVLO (ingeschat door twee brandwondenexperts) ($p<0,0001$), terwijl de militairen met brandwondenervaring niet verschilden ($p=0,622$). Hoewel het gemiddelde van de militairen met brandwondenervaring niet verschilde met de controle waarde werd er ook gekeken naar de precisie; beide groepen hadden een gebrek aan precisie en er werd geen statistisch significant verschil gevonden in heterogeniteit tussen beide groepen ($p=0,639$, F test; $p=0,448$, Levene's test).

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. In Freiburg et al. (2007) werd beschreven dat verwezen patiënten meer complicaties hadden dan de patiënten die rechtstreeks waren opgenomen, maar dat dit niet werd verklaard door de inschatting van het TVLO ($p=0,903$).

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 5B

Algehele kwaliteit van het bewijs	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.
Laag	<i>Referenties: [Agarwal 2010, Barnes 2015, Borhani-Khomani 2017, Choi 2011, Freiburg 2007, Godwin 2015, Goldberg 2014, Jose 2004, Liao 2008, Malic 2007, Martin 2014, NZGG 2007, Smith 2005]</i>

Overige overwegingen

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. Er zijn steeds meer hulpmiddelen waarbij kennis over de methode van TVLO berekening niet noodzakelijk is. In een review van Wurzer et al. (2015) is gekeken naar het aanbod van medische applicaties voor gebruik bij patiënten met brandwonden. In Google Play Store waren 8 applicaties voor het berekenen van TVLO beschikbaar, in Apple's App store 19. Dit aantal zal hoogstwaarschijnlijk alleen maar gestegen zijn en daarnaast weten medisch professionals deze applicaties steeds beter op waarde te schatten. Voor de implementatie van de initiële versie van de richtlijn is ook een webapplicatie ontwikkeld waarin de aanbevelingen van deze module zijn verwerkt. Deze is beschikbaar via app.brandwondenzorg.nl.

De werkgroep is van mening dat een accurate TVLO inschatting tijdens de 1^e opvang van belang is voor eventuele vloeistofresuscitatie (zie [module 6, vloeistofresuscitatie](#)). Daarnaast wordt het TVLO gebruikt als verwijscriterium, al moet aangetekend worden dat er ook andere verwijscriteria zijn die bij sommige patiënten makkelijker zijn toe te passen (zie [module 7, verwijscriteria](#)). 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 voor het inschatten van het percentage TVLO bij kinderen en volwassenen in de primaire opvang van patiënten met brandwonden bij voorkeur gebruik gemaakt wordt van:

- de 'hand-methode' voor brandwonden <10% TVLO;
- de 'Regel van 9' voor brandwonden ≥10% TVLO.

Wanneer gebruik wordt gemaakt van de 'Regel van 9' bij kinderen dient de leeftijdsspecifieke 'Regel van 9' gebruikt te worden. (zie Figuur 5.1)

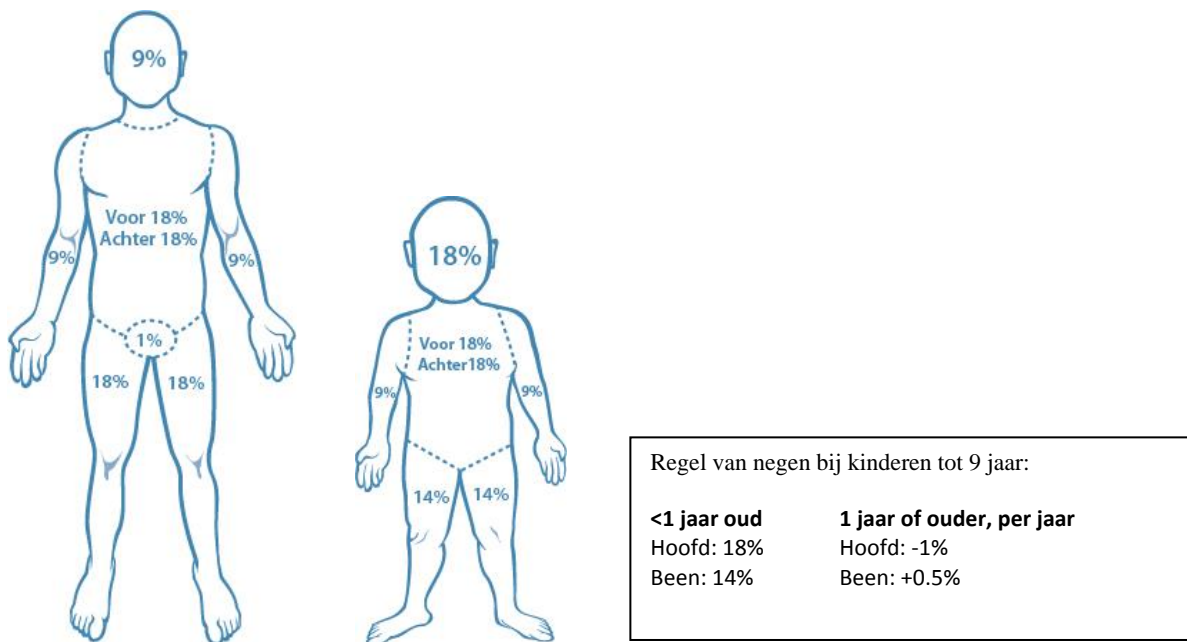
Wanneer gebruik wordt gemaakt van de 'Lund & Browder' om een gedetailleerdere inschatting te maken, is het aan te bevelen om de leeftijdsspecifieke 'Lund & Browder' te gebruiken. (zie Tabel 5.1)

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 primaire opvang veelal niet aanwezig is.



Figuur 5.1: Regel van negen voor volwassenen en kinderen. (Bewerkt uit: EMSB course manual 2018)

Tabel 5.1: 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 Journal of Plastic Surgery* 2010;43(1):49-53.
- Armstrong JR, Willand L, Gonzalez B, Sandhu J, Mosier MJ. Quantitative analysis of estimated burn size accuracy for transfer patients. *Journal of Burn Care & Research* 2017;38(1):e30-5.
- 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* 2012;43(9):1451-6.
- Barnes J, Duffy A, Hamnett, N, McPhail J, Seaton C, Shokrollahi K, et al. The Mersey burns app: evolving a model of validation. *Emergency Medicine Journal* 2015;32(8):637-41.
- Borhani-Khomani K, Partoft S, Holmgaard R. Assessment of burn size in obese adults; a literature review. *Journal of Plastic Surgery and Hand Surgery* 2017;51(6):375-80.
- 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.
- Chan QE, Barzi F, Cheney L, Harvey JG, Holland AJA. Burn size estimation in children: Still a problem. *Emergency Medicine Australasia* 2012;24(2):181-6.
- Choi H, Park MS, Lee H-M. Hand surface area as a percentage of body surface area in Asian children: A pilot study. *Burns* 2011;37(6):1062-6.
- Cox S, Kriho K, de Klerk S, van Dijk M, Rode H. Total body and hand surface area: Measurements, calculations, and comparisons in ethnically diverse children in South Africa. *Burns* 2017;43(7):1567-74.
- Education Committee of the Australian and New Zealand Burn Association. *Emergency Management of Severe Burns (EMSB) cursusboek*. Nederlandse versie, Nederlandse Brandwonden Stichting, 2018.
- Face S, Dalton S. Consistency of total body surface area assessment in severe burns: Implications for practice. *Emergency Medicine Australasia* 2017;29(4):429-32.
- 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. *Journal of Burn Care & Research* 2007;28(1):42-8.
- Goldberg H, Klaff J, Spjut A, Milner S. A mobile app for measuring the surface area of a burn in three dimensions: comparison to the Lund and Browder assessment. *Journal of Burn Care & Research* 2014;35(6):480-3.
- Godwin Z, Tan J, Bockhold J, Ma J, Tran NK. Development and evaluation of a novel smart device-based application for burn assessment and management. *Burns* 2015;41(4):754-60.
- Goverman J, Bittner EA, Friedstat JS, Moore M, Nozari A, Ibrahim AE, et al. Discrepancy in initial pediatric burn estimates and its impact on fluid resuscitation. *Journal of Burn Care & Research* 2015;36(5):574-9.
- Harish V, Raymond AP, Issler AC, Lajevardi SS, Chang L-Y, Maitz PKM, et al. Accuracy of burn size estimation in patients transferred to adult Burn Units in Sydney, Australia: An audit of 698 patients. *Burns* 2015;41(1):91-9.
- Jose RM, Roy DK, Vidyadharan R, Erdmann M. Burns area estimation – an error perpetuated. *Burns* 2004;30(5):481-2.
- Liao C-Y, Chen S-L, Chou T-D, Lee T-P, Dai N-T, Chen T-M. Use of two-dimensional projection for estimating hand surface area of Chinese adults. *Burns* 2008;34(4):556-9.
- Malic CC, Karoo ROS, Austin O, Phipps A. Resuscitation burn card – A useful tool for burn injury assessment. *Burns* 2007;33(2):195-9.
- Martin NAJ, Lundy JB, Rickard RF. Lack of precision of burn surface area calculation by UK Armed Forces medical personnel. *Burns* 2014;40(2):246-50.
- New Zealand Guidelines Group (NZGG). *Management of burns and scalds in primary care*. Wellington (NZ): Accident Compensation Corporation (ACC); 2007:1-116.

- Sadideen H, D'Asta F, Moiemann N, Wilson Y. Does overestimation of burn size in children requiring fluid resuscitation cause any harm? *Journal of Burn Care & Research* 2017;38(2):e546-51.
- 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. *British Journal of Plastic Surgery* 2005;58(7):957-67.
- Wilson GR, Fowler CA, Housden PL. A new burn area assessment chart. *Burns* 1987;13(5):401-5.
- Wurzer P, Parvizi D, Lumenta DB, Giretzlehner M, Branski LK, Finnerty CC. Smartphone applications in burns. *Burns* 2015;41(5):977-89.

Bewijstabel uitgangsvraag 5A: 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?

[What is the preferred method for estimation of percentage Total Body Surface Area burned in children in the primary survey with regard to accuracy and applicability?]

Reference and study design	Participants and setting	Intervention/comparison	Outcomes	Results/effect	Conclusion	Additional comments
<p>Agarwal P.</p> <p>Determination of hand and palm area as a ratio of body surface area in Indian population.</p> <p>Indian Journal of Plastic Surgery 2010;43(1):49-53</p> <p>Cross sectional study</p> <p>Objective: to determine correctly the TBSA represented by the palmar surface of the entire hand and palm in Indian population.</p>	<p>Healthy adults (n=300) and children (n=300)</p> <p>India</p>	<p>I1. Palmar surface of the hand including fingers.</p> <p>I2. Palmar surface of the hand excluding fingers.</p> <p>C. Theory palm of the hand represents 1% TBSA</p>	<p>1. The hand's percentage of Body Surface Area (hand ratio)</p> <p>2. The palm's percentage of Body Surface Area (palm ratio)</p>	<p>1: Hand ratio (Mean % \pm SD (n)) Boy 1.07 \pm 0.11 (n=150); Girl 1.06 \pm 0.11 (n=150); Total 1.07 \pm 0.11 (n=300)</p> <p>2:Palm ratio (Mean % \pm SD (n)) Boy 0.64 \pm 0.09 (n=150); Girl 0.63 \pm 0.08 (n=150); Total 0.63 \pm 0.08 (n=300)</p>	<p>"The hand area as compared to TBSA more closely represents 1% of TBSA in Indian population."</p>	<p>The conclusion is based on a comparison between Indian population and population in western countries.</p>
<p>Choi H.</p> <p>Hand surface area as a percentage of body surface area in Asian children: A pilot study.</p> <p>Burns 2011;37(6):1062-6</p> <p>Cross sectional study</p> <p>Objective: to determine whether or not there were any differences in HSA/BSA among Korean children (7–18 years) and adults (20–60 years)</p>	<p>Healthy Asian adults (n=186) and boys 7-18 years old (n=186)</p> <p>Korea</p>	<p>I: Hand Surface Area (HSA) (defined as hand without fingers). (n=59)</p> <p>C: Body Surface Area (BSA)</p>	<p>HSA/BSA ratio</p>	<p>HSA/BSA ratio (mean % \pm SD(n)): I/C: 0.69 \pm 0.05% (n=59)</p>	<p>"the general HSA equation for Caucasian adults cannot be applied as accurately to children and Asian people"</p> <p>HSA does not represent 1% TBSA in this population.</p>	<p>HSA is actually Palm Surface Area (PSA)!</p>
<p>Cox S.</p>	<p>Hospital patients (n=368) and healthy children</p>	<p>I: Hand Surface Area (HSA) (defined as hand with fingers). (n=518)</p>	<p>HSA/BSA ratio</p>	<p>HSA/BSA ratio (mean % \pm SD(n)):</p>	<p>"This study has shown that the HSA relative to the TBSA increases until age</p>	<p>Participants (n) were Coloured (207), African</p>

<p>Total body and hand surface area: Measurements, calculations, and comparisons in ethnically diverse children in South Africa. Burns 2017;43(7):1567-74</p> <p>Cross sectional observational study</p> <p>Objective: To evaluate the mean hand surface area as a percentage of TBSA in children (<13)</p>	<p>(n=150) up to 13 years of age.</p> <p>Burn unit Cape Town, South Africa</p>	<p>C: Body Surface Area (BSA)</p>	<p>HSA is measured (height X width of the palm) and calculated with planimetry. Mean between 2 methods was used.</p> <p>BSA was the mean of 7 formulas for BSA</p>	<p>I/C: Boys 0.94 ± 0.09% (n=294); Girls 0.91 ± 0.08% (n=224); Total 0.93 ± 0.09% (n=518)</p>	<p>1year and then declines slightly, that males and children of African race have a relatively (but insignificantly) larger hand, that relative HSA decreases as BMI increases and that the average size of the hand is 0.94% in the male and 0.91% of TBSA in the female. These small discrepancies in burn size measurement are clinically insignificant and from a practical point of view we would regard the palmer surface of the hand in our population as representing 1% of TBSA."</p>	<p>(175) Caucasian (130) or Asian (6)</p>
<p>Jose RM.</p> <p>Burns area estimation – an error perpetuated. Burns 2004;30(5)481-2</p> <p>Review and cross-sectional study (interviews)</p>	<p>Pubmed search</p> <p>50 junior doctors in A&E and plastic surgery.</p> <p>First 20 website hits on search "burn size estimation" in google and yahoo.</p> <p>United Kingdom</p>		<p>Answer on question: "what part of the patient's hand in your opinion constitutes 1% of the body surface area?"</p> <p>Palm incl fingers or palm excl fingers</p>	<p>Excl: 22/50 Incl: 24/50 Not sure: 4/50</p>	<p>"This study demonstrated the discrepancy between the evidence and the practice, and it is important to rectify this error as soon as possible."</p>	<p>Study highlights that it is unclear what part represents 1% TBSA, palm including or excluding fingers?</p>
<p>Wilson GR.</p> <p>A new burn area assessment chart. Burns 1987;13(5):401-5</p> <p>Prospective survey</p> <p>Objective: To evaluate the accuracy of estimation in children when the new size adjusted charts had been introduced to the casualty departments compared to old adult charts.</p>	<p>268 participants (167 children <12 years of age)</p> <p>United Kingdom</p>	<p>I: new charts adjusted for age with percentages printed on body parts. (n=78)</p> <p>C: Regular charts with percentages per body part and age in separate table. (n=89)</p> <p>*both based on the Lund & Browder.</p>	<p>1. Accuracy in percentage TBSA burned estimation in children <12 years of age. (inaccurate if difference between burn unit assessment and referral assessment is >1% in small burns (<10%) and >2% in large burns (≥10%).</p> <p>2. Difference between burn unit assessors and ED assessors</p>	<p>1. Accuracy (n(%)): Accurate: I: 35 (45%) C: 16 (18%) Inaccurate: I: 20 (26%) C: 23 (26%) No estimate: I: 23 (29%) C: 50 (56%)</p> <p>2. Difference (mean % ± SD(n)): I: 3.1±3.8% (14) C: 8.6±5.7% (12), (p<.01)</p>	<p>"the new charts have improved the accuracy of estimation of the area of burns by the casualty departments in our region."</p>	<p>Old study with adjusted Lund & Browder charts.</p> <p>Results difference between burn unit assessors and ED assessors based on 26 assessments</p>

Bewijstabel uitgangsvraag 5B: 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?

[What is the preferred method for estimation of percentage Total Body Surface Area burned in adults in the primary survey with regard to accuracy and applicability?]

Reference and study design	Participants and setting	Intervention/comparison	Outcomes	Results/effect	Conclusion	Additional comments
<p>Agarwal P.</p> <p>Determination of hand and palm area as a ratio of body surface area in Indian population.</p> <p>Indian Journal of Plastic Surgery 2010;43(1):49-53</p> <p>Cross sectional study</p> <p>Objective: to determine correctly the TBSA represented by the palmar surface of the entire hand and pal in Indian population.</p>	<p>Healthy adults (n=300) and children (n=300)</p> <p>India</p>	<p>I1. Palmar surface of the hand including fingers.</p> <p>I2. Palmar surface of the hand excluding fingers.</p> <p>C. Theory palm of the hand represents 1% TBSA</p>	<p>1. The hand's percentage of Body Surface Area (hand ratio)</p> <p>2. The palm's percentage of Body Surface Area (palm ratio)</p>	<p>1: Hand ratio (Mean % ± SD (n)) Male 0.92 ± 0.10 (n=150) Female 0.92 ± 0.07 (n=150) Total 0.92 ± 0.09 (n=300)</p> <p>2: Palm ratio (Mean % ± SD (n)) Male 0.49 ± 0.07 (n=150) Female 0.51 ± 0.06 (n=150) Total 0.50 ± 0.07 (n=300)</p>	<p>"The hand area as compared to TBSA more closely represents 1% of TBSA in Indian population."</p>	<p>The conclusion is based on a comparison between Indian population and population in western countries</p>
<p>Barnes J.</p> <p>The Mersey burns app: evolving a model of validation</p> <p>Emergency medicine journal 2015;32(8):637-41.</p> <p>Cross sectional study</p> <p>Objective: to compare Mersey Burns (App) with an Lund and Browder chart (paper) when a simulated burn is assessed by plastic surgery trainees and consultants, ED doctors and burns-naive medical students</p>	<p>Study 1: 20 clinicians (10 plastic surgery, 10 ED)</p> <p>Study 2: 42 senior undergraduate medical students</p> <p>United Kingdom</p>	<p>I1: Lund and Browder chart</p> <p>I2: Mersey burns app (mobile application that enables the user to draw the burn on a human model)</p> <p>Participants in study assessed a photo.</p> <p>Participants in study 2 were alternated in order of intervention and had to assess a simulation patient with a 20% TBSA burn.</p>	<p>1. Mean % TBSA burned estimation</p>	<p>Study 1</p> <p>1. Mean (SD, range) % TBSA burned estimation: I1 (n=20): 17.4% (±3.56, 13.5-26.75) I2 (n=4): 15.4% (±1.58, 13.2-17) No significant difference.</p> <p>Study 2</p> <p>1. Mean (SD, range) % TBSA burned estimation: I1 (n=42):17.52% (±5.455, 11.5-38); I2 (n=42): 17.53% (±5.566, 12.4-38.5) No statistical significant difference (p=0.7).</p>	<p>"The clinician study demonstrated that the App showed greater consistency in TBSA estimation and fluid calculation although the mean values were similar."</p> <p>Means in % TBSA estimation were similar, differences were found in calculating fluids.</p>	<p>Small number of participant in study 1 intervention 2.</p> <p>App can also be used in calculating fluids.</p>

<p>Borhani-Khomani K.</p> <p>Assessment of burn size in obese adults; a literature review. Journal of plastic surgery and hand surgery 2017;51(6):375-80</p> <p>Literature review</p> <p>Objective: to provide an overview of the literature that investigates the relationship between body surfaces and body mass in the assessment of burn size to determine the validity of the conventional methods when applied to obese individuals</p>	<p>7 observational studies (n=875)</p> <p>Rule of nine or Lund and Browder: Livingston 1999 (n=47) Neaman 2011 (n=163) Williams 2013 (n=200)</p> <p>Rule of palm: Berry 2001 (n=30) Butz 2015 (n=100) Lee 2007 (n=65) Yu 2008 (n=270)</p>	<p>I: rule of nine, Lund & Browder or rule of palm</p> <p>C: actual body surface area measured with Du bois and Du Bois, body scanning, Gehan and George method, alginate method or others.</p>	<p>No outcomes listed in methods. Outcomes from included studies described.</p>	<p>Outcomes of BSA of different body segments in obese or morbidly obese compared to estimate of Rule of nine or Lund and Browder: C: Arm 5%–7.5%; Leg 15%–20%; Trunk 40%–52% I: Arm 9%; Leg 18%; Trunk 36%</p> <p>The PSA in relation to TBSA ranged between 0.59%–1.22% depending on BMI, gender, and ethnicity</p>	<p>“The general trend, however, is increased truncal surface that accounts for up to half the TBSA, while the contributions in surface areas by the extremities is diminished in the obese.”</p> <p>“This review reveals that the three common methods used to assess burn size are inapplicable to obese individuals”</p>	<p>Berry 2001 and Livingston 1999 included in NZGG</p> <p>Two PSA studies in western countries (Berry 2001, Butz 2015) found PSA of 0.7% in obese (BMI>30).</p>
<p>Choi H.</p> <p>Hand surface area as a percentage of body surface area in Asian children: A pilot study. Burns 2011;37(6):1062-6</p> <p>Cross sectional study</p> <p>Objective: to determine whether or not there were any differences in HSA/BSA among Korean children (7–18 years) and adults (20–60 years)</p>	<p>Healthy Asian adults (n=186) and boys 7-18 years old (n=186)</p> <p>Korea</p>	<p>I: Hand Surface Area (HSA) (defined as hand without fingers). (n=59)</p> <p>C: Body Surface Area (BSA)</p>	<p>HSA/BSA ratio</p>	<p>HSA/BSA ratio (mean % ± SD(n)): I/C: 0.66 ± 0.04% (n=59)</p>	<p>“the general HSA equation for Caucasian adults cannot be applied as accurately to children and Asian people”</p> <p>HSA does not represent 1% TBSA in this population.</p>	<p>HSA is actually Palm Surface Area (PSA)!</p>
<p>Godwin Z.</p> <p>Development and evaluation of a novel smart device-based application for burn assessment and management. Burns 2015;41(4):754-60</p>	<p>Burn clinicians (n=7)</p>	<p>I1: Lund and Browder chart</p> <p>I2: Peregrine (mobile application that enables the user to draw the burn on a human model)</p>	<p>1. %TBSA burned estimation</p> <p>2. Time necessary for assessment in seconds</p>	<p>1. %TBSA burned estimation I1: 28.99; I2: 29.53 (p = 0.22, n = 7).</p> <p>2. Mean time in seconds I1: 90.22 I2: 58.18</p>	<p>“We developed an innovative smart device application that enables accurate and rapid burn size assessment”</p> <p>“While being statistically significant this [time saving]</p>	<p>Small number of participants.</p> <p>App can also be used in calculating fluids.</p>

Bijlagen M5 TVLO inschatting

<p>Prospective study</p> <p>Objective: to develop a new smart device-based application, dubbed "Peregrine" for burn size assessment, wound photography, and fluid rate calculations.</p>		<p>Participants first used I1, the same clinicians used I2 after one week washout period. 10 simulated burns were applied with Photoshop on a simulation model and assessed (5% to 95% TBSA)</p>		<p>(p < 0.001, n = 7).</p>	<p>is not clinically significant, because 32.04 s is likely not enough of a time savings to impact any clinical decision making or clinical outcome during the acute burn resuscitation phase"</p>	<p>Unclear in describing results. Mean of 10 pictures of 7 professionals? With SD?</p>
<p>Goldberg H.</p> <p>A mobile app for measuring the surface area of a burn in three dimensions: comparison to the Lund and Browder assessment Journal of Burn Care & Research 2014;35(6):480-3.</p> <p>Crossover study</p> <p>Objective: To compare the ease and accuracy of measuring the surface area of a severe burn through the use of a mobile software application (BurnMed) to the traditional method of assessment, the Lund an Browder chart.</p>	<p>18 first-year medical students with no previous training.</p> <p>USA</p>	<p>I1: Lund and Browder chart</p> <p>I2: BurnMed (mobile application that enables the user to draw the burn on a human model)</p> <p>C: Golden standard of 39% TBSA burned (artificial patches were measured)</p> <p>Participants were alternated in order of intervention and received a 1 minute training for each intervention.</p>	<p>1. mean difference (SD) between I1 and C and I2and C.</p>	<p>1. mean difference (SD) I1 vs C: 6.29 (4.04) I2 vs C: -5.47 (2.39)</p>	<p>"Results show that the variability of measurements using BurnMed is lower than the measurements obtained using the Lund and Browder chart."</p>	<p>The patches on the mannequin were applied in a patchy pattern over the model.</p> <p>No statistical comparison between interventions and control. I1 overestimates,I2 underestimates the burn.</p>
<p>Jose RM.</p> <p>Burns area estimation – an error perpetuated. Burns 2004;30(5)481-2</p> <p>Review and cross-sectional study (interviews)</p>	<p>Pubmed search</p> <p>50 junior doctors in A&E and plastic surgery.</p> <p>First 20 website hits on search "burn size estimation" in google and yahoo.</p> <p>United Kingdom</p>		<p>Answer on question: "what part of the patient's hand in your opinion constitutes 1% of the body surface area?" Palm incl fingers or palm excl fingers</p>	<p>Excl: 22/50 Incl: 24/50 Not sure: 4/50</p>	<p>"This study demonstrated the discrepancy between the evidence and the practice, and it is important to rectify this error as soon as possible."</p>	<p>Study highlights that it is unclear what part represents 1% TBSA, palm including or excluding fingers?</p>

<p>Liao C-Y.</p> <p>Use of two-dimensional projection for estimating hand surface area of Chinese adults.</p> <p>Burns 2008;34(4):556-9</p> <p>Cross sectional study</p> <p>Objective: The aim of this study was to determine the relationship between hand and body surface areas among Chinese adults using a two-dimensional projection method.</p>	<p>Healthy adults (n=55)</p> <p>Taiwan</p>	<p>I1. Palmar surface of the hand including fingers.</p> <p>I2. Palmar surface of the hand excluding fingers.</p> <p>C. Theory palm of the hand represents 1% TBSA</p>	<p>1. The hand's percentage of Body Surface Area estimated with Dubois and Dubois formula (hand ratio)</p> <p>2. The palm's percentage of Body Surface Area estimated with Dubois and Dubois formula (palm ratio)</p>	<p>1: Hand ratio (Mean % ± SD (n)) Men 0.763 ± 0.0489 (n=32); Women 0.735 ± 0.061 (n=23); Total 0.75 ± 0.055 (n=55)</p> <p>2:Palm ratio (Mean % ± SD (n)) Men 0.446 ± 0.0291 (n=32); Women 0.421 ± 0.0378 (n=23); Total 0.43 ± 0.035 (n=55)</p>	<p>"Our results indicate that the adoption of a standard HSA of 0.75% of TBSA and a standard PSA of 0.43% of TBSA for Chinese adults would improve the accuracy of estimates of burn areas."</p>	
<p>Malic CC.</p> <p>Resuscitation burn card – A useful tool for burn injury assessment.</p> <p>Burns 2007;33(2):195-9</p> <p>Cross-over study</p>	<p>Medical student, Medical staff Burn centre staff</p> <p>(N=75)(25/group)</p> <p>United Kingdom</p>	<p>I1. Resuscitation Burn Chart (RBC)</p> <p>I2. Visual estimation</p> <p>I3. Lund & Browder</p> <p>C. golden standard (Burn is illustrated with 'patches' on the body. Surface of patches is measured.)</p>	<p>%TBSA burned estimation of small burns following three methods.</p> <p>%TBSA burned estimation of major burns following three methods.</p>	<p>I1 most accurate with small burns. More experience gives beter results. (p<0.0001).</p> <p>N=6; 2 A&E doctors, 2 plastic surgeons and 2 burn nurses.</p> <p>No major differences, but no statistical support.</p>	<p>"The evaluation of burn extent was found to be more accurately measured than the estimation obtained without the RBC."</p>	<p>Propose the use of a creditcard with nomogram as tool for TBSA burned estimation.</p> <p>Method unclear</p> <p>Results seem extreme. A burn of 1.5% TBSA is on average visually estimated by medical students as a 16% burn, and with the Lund & Browder as a 12% burn.</p>
<p>Martin NAJ.</p> <p>Lack of precision of burn surface area calculation by UK Armed Forces medical personnel</p> <p>Burns 2014;40(2):246-50</p> <p>Cross sectional study</p>	<p>Military burn care providers (n=20) and non-specialist military clinicians (n=40)</p> <p>UK</p>	<p>I1: TBSA estimation from photographs by military burn care providers</p> <p>I2: TBSA estimation from photographs by non-specialist military clinicians</p> <p>C: Golden standard of 64.5% TBSA burned (determined</p>	<p>1. Comparison of the accuracy and precision of TBSA calculation between I1 and I2, and C</p>	<p>1. mean % TBSA burned (sd, range): I1: 65.68% (±10.29, 48% to 85%) I2: 52.53% (±10.03, 37.5% to 73.5%) (p<0.0001, two sample t test, difference in means = 13.15%)</p>	<p>"These results indicate that experienced military burn care providers overall more accurately assess %TBSA burned than relatively inexperienced clinicians. However, results demonstrate a lack of precision in both groups."</p>	<p>Groups had to assess only one severe burn patient by photographs.</p>

Bijlagen M5 TVLO inschatting

<p>Objective: to examine the accuracy and precision of TBSA calculation performed by specialist military burn care providers and non-specialist but experienced military clinicians.</p>		<p>by two consultant burn surgeons)</p> <p>Participants used modified Lund & Browder charts.</p>		<p>Compared to C (one sample t test): I1: p=0.622 I2: p<0.0001</p> <p>Precision, No statistical significant difference in heterogeneity of I1 and I2: p=0.639, F test; p=0.448, Levene's test).</p>		
<p>Smith JJ.</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>Objective: to compare serial halving to the rule of nines as a tool for initial assessment of burned area.</p>	<p>Medical personnel (n=125). United Kingdom</p>	<p>I1. Serial halving I2. Rule of nines. C. Expert consensus. Actual %TBSA burned determined by consensus of 6 experts.</p>	<p>1. Adequate assessment of referral (ABA criteria, >20% TBSA burned in 10-50 years old (10-50 y/o) and >10% with other ages. I1 and I2 vs C</p> <p>2. comparison between I1 and I2 in referral</p>	<p>1. Adequate assessment of referral (n agreement with C (%): Referral 10-50 y/o (>20% (I2) and >1/4 (I1)): I1: Overestimation 9(1.4), correct 619(95.5), underestimation 20(3.1); I2: Overestimation 48(7.7), correct 544(87.8), underestimation 28(4.5); Referral other ages (>10% (I2) and >1/8 (I1)): I1: Overestimation 48(7.4), correct 595(92), underestimation 4(.6); I2: Overestimation 26(4.2), correct 576(92.9), underestimation 18(2.9);</p> <p>2. Comparison in referral between I1 and I2 (Wilkinson signed rank test): Referral 10-50y/o (>20% (I2) and >1/4 (I1)): p=.0742 Referral other ages (>10% (I2) and >1/8 (I1)): p=.625. No statistical difference.</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>No comparison between exact %TBSA burned estimation, but adequate referral yes/no.</p> <p>No information on randomisation or allocation procedure.</p>

Module 6 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 vocht oplossing 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 (vanaf 20-25%TVLO) 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 orgaanschade en in het bijzonder nierfalen (EMSB 2018, Monafu 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. Ook dient men rekening te houden met mogelijk polytrauma en de bijbehorende consequenties voor de vloeistofresuscitatie. Bij deze hoofdvraag gaat het vooral over het beleid van de vloeistofresuscitatie in de initiële opvang van patiënten met brandwonden 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 bij kinderen met hypothermie rekening gehouden worden met mogelijke hypoglycaemie. Omdat er ook een gedeeltelijke overlap is, heeft de werkgroep ervoor gekozen om vloeistofresuscitatie voor volwassenen en kinderen in dezelfde module te beschrijven. Echter, vanwege de verschillen tussen volwassenen en kinderen is er bij iedere deelvraag een aparte paragraaf met resultaten voor kinderen beschreven.

Deelvraag 6A: 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 [module 5, 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 2018, NZGG 2007), terwijl in de meest recente EMSB cursus van de Australian & New Zealand Burn Association (ANZBA) voor volwassenen >20% TVLO wordt aangehouden. 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 (<25% TVLO) 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 [module 7, verwijscriteria](#)).

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 deelvraag 6D 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 6B: 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 (Baker 2007, Fakhry 1995, 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 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 II)* 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 2018, NZGG 2007).

*(Klasse I: grote prospectieve klinische studie; Klasse II: kleine prospectieve klinische studie (lage power)).

Als aanvulling op bovenstaande worden studies vanaf 2000 tot januari 2018 besproken die een toegevoegde waarde hebben op het bewijs van de ABA richtlijn, NZGG richtlijn, UK consensus en EMSB cursusboek. 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 en hypertoon zout oplossingen, en kristalloïde versus colloïdale oplossingen. 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.

Resultaten kristalloïde en hypertoon zout (HLS) oplossingen

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. Daarnaast is de kwaliteit van het wetenschappelijk bewijs voor gebruik van hypertoon zout (HLS) in de ABA richtlijn 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 zijn drie systematische reviews die na de ontwikkeling van de ABA richtlijn zijn verschenen. Eén review (Lewis 2018) includeert slechts 1 studie over HLS die ook wordt geïnccludeerd in de Cochrane review van Bunn et al. (2008). Alleen de review van Bunn met drie geïnccludeerde studies over HLS en de review van Kao et al. (2018) zijn voor deze deelvraag geselecteerd (zie [bijlagen module 6, bewijstabellen 6B](#)). De kwaliteit van het bewijs in deze reviews is als laag gegradeerd 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 (klein aantal geïnccludeerde studies en veel kleine studies) en indirectheid (generaliseerbaarheid is laag vanwege verschil tussen de gebruikte oplossingen).

Samenvatting effecten op mortaliteit

In de systematische (Cochrane) review van Bunn et al. (2008) zijn drie studies over patiënten met brandwonden geïnccludeerd waarin hypertone versus isotone kristalloïde vocht oplossingen voor resuscitatie zijn vergeleken. 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 (12,8%) vs 8/42 (19,0%) 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. In de review van Kao et al. (2018) worden HLS en colloïdale oplossingen vergeleken met kristalloïde oplossingen. In twee van de drie studies die HLS als oplossing gebruikte was mortaliteit een uitkomstmaat. Een studie is ook geïnccludeerd in Bunn et al. (2008) en de andere studie liet geen verschil in mortaliteit zien (OR 1,00 (95% CI 0,27-3,67) n=110) (zie [bijlagen module 6, bewijstabellen 6B](#)).

Samenvatting effecten op volume vocht

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 met Ringerlactaat oplossing) (Huang 1995). Er werd een verhoogde mortaliteit en nierfalen waargenomen in de groep die HLS ontvingen (acuut nierfalen 40 vs 10,1%, p<0,001; mortaliteit 53,8 vs 26,6% p<0,001).

In de review van Kao et al. (2018) is de fluid load een uitkomst in 2 geïnccludeerde studies waarin een HLS met een kristalloïde oplossing wordt vergeleken. Een van de studies liet een significant lagere

hoeveelheid toegediend vocht in de 1^e 24 uur zien met de HLS oplossing (4,1 ml/kg vs 5,8 ml/kg, $p < 0,01$; $n = 40$) terwijl de andere studie een niet significant lagere hoeveelheid toegediend vocht in de 1^e 24 uur met de HLS oplossing in vergelijking met de kristalloïde oplossing liet zien (MD -0,44 (95% CI -1,00-0,12), $n = 110$).

De conclusie van de review 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.

Resultaten kristalloïde versus colloïde oplossingen

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 4 systematische reviews, 1 RCT en 1 prospectieve cohort studie die na de ontwikkeling van de richtlijn zijn verschenen en geselecteerd voor deze deelvraag (zie [bijlagen module 6, bewijstabellen 6B](#)). De 4 systematische reviews hebben een gedeeltelijke overlap in geïncludeerde studies met minimaal 1 andere review (Kao 2018, Lewis 2018, Navickis 2016, Roberts 2011) en de ABA richtlijn (Pham 2008). De kwaliteit van het bewijs in deze 4 studies wordt mede beperkt door beperkingen in de studieopzet (de studies die in de reviews zijn geïncludeerd hebben een 'moderate to high risk of bias' volgens de review auteurs), imprecisie (klein aantal geïncludeerde studies en veel kleine studies), indirectheid (generaliseerbaarheid is laag door inclusie van andere trauma dan brandwonden (Lewis 2018, Roberts 2011)).

De kwaliteit van de overige studies is als laag (Béchir 2010, Sudhakar 2008) beoordeeld. Béchir et al. (2010) heeft 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 ($n = 16$). Sudhakar et al. (2008) is opgezet als gerandomiseerde open label studie maar vanwege de hoge mortaliteit in de controle groep behandeld met een kristalloïde oplossing ($n = 10$) is na 20 inclusies besloten om alleen nog patiënten toe te wijzen aan de interventie groep behandeld met een colloïde oplossing ($n = 22$).

Samenvatting effecten op mortaliteit

De resultaten van een van de twee systematische reviews die albumine oplossing vergeleken met een kristalloïde oplossing suggereren dat albumine geen statistisch significant effect heeft op mortaliteit (OR 1,41 (95% CI 0,27-7,38), $n = 129$) (Navickis 2016), terwijl de resultaten van de andere review suggereren dat de behandeling met albumine de mortaliteit verhoogt (RR 2,93 (95% CI 1,28-6,72), $n = 205$) (Roberts 2011). In beide reviews wordt in de controle groep met kristalloïde oplossing van 1 van de geïncludeerde studies zo nodig een 'colloid rescue' toegediend. Hierdoor is er sprake van heterogeniteit tussen de 4 gepoolde studies. De andere twee reviews geven aan dat resuscitatie met colloïde oplossingen geen statistisch significant verschil in mortaliteit laten zien vergeleken met een kristalloïde oplossing. In de review van Kao et al. (2018) worden verschillende colloïden (HES, albumine, fresh-frozen plasma) en HLS vergeleken met Ringerlactaat. De gepoolde resultaten van 6 geïncludeerde studies voor de uitkomst mortaliteit laten geen statistisch significant verschil zien (OR 1,18 (95% CI 0,60-2,34), $n = 294$). De review van Lewis et al. (2018) geeft aan dat er geen statistisch significant verschil is in mortaliteit na behandeling met albumine, HES of Dextran vergeleken met een kristalloïde oplossing, 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 $> 20\%$ TVLO, werden patiënten toegewezen aan vloeistofresuscitatie met een

kristalloïde oplossing (Ringerlactaat) of een kristalloïde oplossing met colloïden (hydroxyethylstarch, HES 200/0,5 (10%)) (Béchir 2010). Hoewel er geen statistisch significante groepsverschillen waren, was er wel een 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. In de Indiase studie van Sudhakar et al. (2008) is de pilot RCT na 20 inclusies gestaakt en hebben de overige 12 geïncludeerde patiënten de interventie met HES 130/0,4 gekregen omdat de onderzoeker het op klinische en ethische gronden niet verantwoordelijk vond om nog langer patiënten te behandelen met de controle interventie met Ringerlactaat. De mortaliteit in de controlegroep was namelijk statistisch significant hoger (9 van de 10 (90%)) dan in de interventiegroep (11 van de 22 (50%); $p=0,0341$). De mortaliteit in de interventiegroep op het moment van staken van de randomisatie is niet weergegeven. Wel was het gemiddelde %TVLO in de controlegroep statistisch significant hoger in de controlegroep (50,2% TVLO) in vergelijking met de interventiegroep (43% TVLO; $p=0,0463$). Ondanks dat 5 van de 6 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 de review van Kao et al. (2018) is de fluid load een uitkomst in 5 geïncludeerde studies waarin een colloïdale oplossing of HLS met een kristalloïde oplossing wordt vergeleken. De gepoolde resultaten van drie studies (inclusief 1 studie over HLS) lieten een statistisch significant lagere gemiddelde hoeveelheid toegediend vocht in de 1^e 24 uur zien met de colloïdale oplossing (MD -0,54 ml/kg/%TVLO (95% CI - 0,92- -0,17), $n=240$). Een van de andere twee studies liet ook een significant lagere fluid load met de HLS oplossing zien (4,1 ml/kg vs 5,8 ml/kg, $p<0,01$, $n=40$) terwijl de laatste studie een niet significant lagere fluid load met de kristalloïde oplossing liet zien in vergelijking met de HES oplossing (4,8 ml/kg vs 4,2 ml/kg, $p=0,275$, $n=26$).

In de Indiase studie van Sudhakar et al. (2008) resulteerde resuscitatie met de HES oplossing in een gemiddeld (SD) lager gegeven volume vocht en minder gewichtstoename (gebruikt als een surrogaatmarker voor weefseloedeem) in de 1^e 24 of 48 uur vergeleken met de Ringerlactaat oplossing (gegeven vochtvolume: 4134,1 (1709,3) vs 8444 (1751,6) ml; $p<0,0001$; gewichtstoename 1^e 48 uur: 3,84 (3,39) vs 7,32 (2,3) kg, $p=0,0071$).

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%)) (Béchir 2010) was geen verschil waargenomen in het totaal volume vocht gegeven tussen de 2 groepen.

De ABA richtlijn, de review en 1 gedeeltelijke RCT concluderen dat colloïde oplossingen leiden tot lager toegediend vocht volume in vergelijking met kristalloïde oplossingen (Kao 2018, Pham 2008, Sudhakar 2008), terwijl de derde studie van lage kwaliteit geen verschil aangaf (Béchir 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 vochttoplossing, 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%)) (Béchir 2010) was een non-significante verhoogd nierfalen in de HES groep waargenomen (incidentie nierfalen 4/16 vs 1/14; HR 6,16 (0,45 – 505,7); p=0,42). Echter, vanwege het relatief klein aantal patiënten is het niet mogelijk hier een onderbouwde conclusie uit te trekken.

Vochtoplossingen voor kinderen**Kwaliteit van het bewijs**

Naast de bestaande richtlijnen zijn er in 4 gevonden reviews studies geïncludeerd waarin verschillende vocht oplossingen in kinderen met brandwonden zijn onderzocht (Bunn 2008, Kao 2018, Lewis 2018, Roberts 2011). Omdat de studies erg verschillen in opzet en uitkomstmaten is de kwaliteit niet gegradeerd.

Samenvatting

Twee reviews includeerde beiden 1 studie die alleen kinderen includeerden. In Bunn et al. (2008) werd een studie geïncludeerd waarin 37 kinderen alternerend werden toegewezen aan resuscitatie met HLS of Ringerlactaat. Deze studie liet een niet significant hogere mortaliteit in de HLS groep zien (RR 2,35 (95% CI 0,23-23,75)). In Roberts et al. (2011) werd een studie geïncludeerd waarin 70 kinderen werden gerandomiseerd in resuscitatie met een hoge of lage concentratie albumine. Deze studie liet een niet significant hogere mortaliteit in de hoge concentratie albumine groep zien (OR 2,85 (95% CI 0,67-12,10)). In de andere twee reviews werden de kinderen en volwassenen samen geanalyseerd. Er werd geen statistisch significant verschil in mortaliteit gevonden tussen resuscitatie met dextran in vergelijking met Ringerlactaat (RR 1,13 (95% CI 0,62-2,06); n=172) (Lewis 2018) of tussen resuscitatie met HLS in vergelijking met Ringerlactaat (OR 1,00 (95% CI 0,27-3,67); n=110, 88 kinderen) (Kao 2018). De studie in Kao et al. liet daarnaast een niet significant lagere hoeveelheid toegediend vocht in de 1^e 24 uur met de HLS oplossing in vergelijking met de kristalloïde oplossing zien (MD -0,44 (95% CI -1,00-0,12); n=110, 88 kinderen).

Conclusies deelvraag 6B

Algehele kwaliteit van het bewijs Laag	Er is beperkt vertrouwen in de schatting van het effect op mortaliteit door het gebruik van een hypertone zout oplossing in vergelijking met een isotone of bijna isotone kristalloïde oplossing bij patiënten met brandwonden, met name vanwege beperkingen in studieopzet, imprecisie en indirectheid van het bewijs. <i>Referenties: [Bunn 2008, Kao 2018, Lewis 2018]</i>
Algehele kwaliteit van het bewijs Matig	Er is matig vertrouwen in de schatting van het effect op volume vocht toegediend in de eerste 24 uur door het gebruik van een hypertone zout oplossing in vergelijking met een isotone of bijna isotone kristalloïde oplossing bij patiënten met brandwonden, met name vanwege beperkingen in studieopzet, imprecisie en indirectheid van het bewijs. <i>Referenties: [Kao 2018, Pham 2008]</i>
Algehele kwaliteit van het bewijs	

Laag	Er is beperkt vertrouwen in de schatting van het effect op mortaliteit door het gebruik van een albumine oplossing in vergelijking met een kristalloïde oplossing bij patiënten met brandwonden. <i>Referenties: [Lewis 2018, Navickis 2016, Roberts 2011]</i>
Matig	Algehele kwaliteit van het bewijs Er is matig vertrouwen in de schatting van het effect op volume vocht toegediend in de eerste 24 uur door het gebruik van een colloïde oplossing in vergelijking met een kristalloïde oplossing bij patiënten met brandwonden. <i>Referenties: [Béchir 2010, Kao 2018, Pham 2008, Sudhakar 2008]</i>

Overige overwegingen

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 oplossing (EMSB 2018). In het EMSB cursusboek wordt aangegeven dat vanwege gebrek aan eenduidig bewijs voor een bepaalde vochttoplossing 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.

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 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). Daarnaast geeft het EMSB cursusboek aan dat colloïde oplossingen na de eerste 24 uur toegevoegd kunnen worden. 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 deze module 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 vochttoplossing die gebruikt dient te worden tijdens de eerste opvang (pre-brandwondencentrum). De aanbeveling uit het EMSB cursusboek is om een colloïdale oplossing pas te overwegen na de 1^{ste} 24 uur (EMSB 2018).

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 en 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 6C: 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 2018) over eerste opvang van patiënten met brandwonden op. Daarnaast is er 1 systematische review (Spelten 2011), 1 prospectieve studie (Luo 2009) en 7 retrospectieve studies (Arlati 2007, Barrow 2000, Chung 2009, Klein 2007, Mitra 2006, Mitra 2011, Walker 2014) waarin het berekende of toegediende vochtvolume van verschillende resuscitatieformules werden vergeleken of geëvalueerd (zie [bijlagen module 6, bewijstabellen 6C](#)).

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).

In eerdere versies van de EMSB cursus werd de Parkland formule gehanteerd, maar vanwege het risico op overvulling (fluid creep) is in de meest recente versie de formule aangepast naar 3 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 2018).

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 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 prospectieve 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 in twee periodes vergeleken. Een nieuw protocol (Alfred formule) werd vergeleken met een eerder protocol (Parkland formule) in de pre-hospitale fase in Australië (Mitra 2011). Met de Alfred formule wordt het hoeveelheid vocht in ml voor de eerste 2 uur berekend volgens de formule gewicht x %TVLO. Met deze methode krijgt de patiënt in de eerste 2 uur twee keer de hoeveelheid vocht die met de Parkland formule wordt berekend. De uitkomsten van 126 patiënten met meer dan 20%TVLO zijn vergeleken. Het gemiddelde (SD) totaal toegediende hoeveelheid vocht in de eerste 24 uur was niet statistisch significant meer met de Alfred formule groep (4,9 (1,6) ml/kg/%TVLO, n=38) vergeleken met de Parkland formule groep (4,8 (2,2) ml/kg/%TVLO, n=88; p=0,802). De daadwerkelijk gegeven vloeistof in de eerste 2 uur bleef ondanks de Alfred formule onder de hoeveelheid vocht berekend met de Parkland formule. Er werd geen statistisch significant verschil in mortaliteit gevonden en het statistisch significante verschil in aantal operaties in de eerste 24 uur na opname (30 (78,9%) vs 34 (44,3%); p<0,001) leek niet gerelateerd aan de hoeveelheid gegeven vloeistof.

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.

In een matched cohort studie werd 'permissive hypovolemia' als resuscitatieprotocol vergeleken met de Parkland formule in 24 patiënten ouder dan 14 jaar en gemiddeld bijna 50%TVLO (Arlati 2007). Bij 'permissive hypovolemia' wordt de hoeveelheid toegediende vloeistof zo laag mogelijk gehouden terwijl de vitale organen nog wel voldoende perfusie krijgen (minimale cardiac index van $2,2 \pm 0,2$ l/min/m²). Zowel het gemiddelde (SD) totaal toegediende hoeveelheid vocht als het gemiddelde (SD) netto vochtbalans in de eerste 24 uur was statistisch significant lager in de permissive hypovolemia groep (3,2 (0,75) ml/kg/%TVLO en 7,5 (5,4) l/dag) vergeleken met de Parkland groep (4,67 (0,31) ml/kg/%TVLO en 12,0 (4,7) l/dag). Als uitkomstmaat voor het functioneren van de organen werd de multi-organ dysfunction score (MODS) gebruikt. De gemiddelde (SD) MODS, weergegeven als Area Under Curve (10 dagen), was statistisch significant lager (10,7 (7,8)) in de 'permissive hypovolemia' groep vergeleken met de Parkland groep (29,5 (7,5); p=0,003). Daarnaast correleerde een hogere MODS met een hogere hoeveelheid toegediend volume. Geconcludeerd werd dat wanneer de vochtresuscitatie hemodynamisch gemonitord wordt, het volume veilig verlaagd kan worden tot onder het volume berekend met de Parkland formule.

Vloeistofresuscitatieformules voor kinderen

In de ABA richtlijn wordt voor kinderen dezelfde formule als bij volwassenen aanbevolen: 2-4 ml kristalloïde vocht oplossing 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 van 3 ml/kg/%TVLO een constant onderhoudsinfuus te geven van een gemengde glucose-zoutoplossing (EMSB 2018). 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 bij wie resuscitatie was gestart binnen 2 uur na het ongeval met kinderen bij wie 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 bij wie vloeistofresuscitatie binnen 2 uur gestart was, er minder complicaties waren (sepsis, nierfalen, mortaliteit).

In een retrospectieve studie (Walker 2014) werd 'permissive hypovolemia' als resuscitatieprotocol bij kinderen (10-20%TVLO) vergeleken met een eerder protocol waarbij meer vocht werd toegediend. Daarnaast werd het vergeleken met verschillende protocollen in andere brandwondencentra. Met 'permissive hypovolemia' was resuscitatie pas geïndiceerd bij meer dan 15% TVLO en werd het startvolume berekend volgens $2 \text{ ml/kg/\% TVLO} + 80\%$ van de onderhoudsvloeistof. In het eerdere protocol was resuscitatie geïndiceerd bij meer dan 10% TVLO en werd het startvolume berekend volgens $3 \text{ ml/kg/\%TVLO} + 100\%$ van de onderhoudsvloeistof. De mediane (95%CI) opnameduur per percentage verbrand lichaams oppervlak is met 'permissive hypovolemia' lager (0,27 (0,19-0,34) dagen, n=66) dan met het oude protocol (0,50 (0,25-0,75) dagen, n=26) en vergeleken in de andere centra (0,50 (0,45-0,55) dagen, n=475) ($p=0,01$). Andere uitkomstmaten (nierproblemen, heropnames en beademingen) lieten geen statistische verschillen tussen de groepen zien, terwijl het aantal huidtransplantatie operaties met het nieuwe protocol wel statistisch significant minder was dan met het oude protocol maar niet in vergelijking met de andere centra. Het aantal opnames op de intensive care was met het nieuwe protocol wel statistisch significant minder (1/66 (1,5%)) dan met het oude protocol (2/26 (7,7%)) en vergeleken met andere centra (65/475 (13,7%)) ($p=0,005$). Geconcludeerd werd dat een verminderde vochtresuscitatie de opnameduur kan verkorten zonder negatieve invloed op de diepte van de brandwond.

In een prospectieve 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 ($>20 \text{ kg}$)). 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 6C

- 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 2018, 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 2018, 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, Mitra 2011).
- Bij patiënten bij wie 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 (Arlati 2007, Klein 2007).
- Bij het toedienen van een beperkte hoeveelheid vocht (voldoende voor weefselperfusie van vitale organen) is er geen verhoogd risico op ernstige complicaties (Arlati 2007, Walker 2014).
- Kinderen hebben een basis glucose-bevattende vochtbehoefte naast het berekende vocht volume. Het volume van dit onderhoudsinfuus wordt bepaald op basis van lichaamsgewicht (EMSB 2018, 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).

Overige 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 wanneer er sprake is van hypothermie ook met 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, die bij groot trauma een infuus van 1 liter kristalloïden adviseren voor volwassenen (waarbij het absolute volume wordt bepaald op basis van patiënt respons zoals urineproductie etc.) (ATLS 2018). Echter het ATLS onderdeel voor brandwonden adviseert een start volume van 2 ml/kg/%TVLO, waarbij getitreerd wordt op basis van de urineproductie. De ambulance richtlijnen adviseren een start infuus met Ringerlactaat van 0,25 ml/kg/%TVLO/uur (LPA 2016). 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 [module 5, TVLO inschatting](#)). Ook wordt de inschatting vaak door op brandwondengebied 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 2012, 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 2012).

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. Voor de implementatie van de initiële versie van de richtlijn is een webapplicatie ontwikkeld waarin de aanbevelingen van deze module zijn verwerkt. Deze is beschikbaar via app.brandwondenzorg.nl.

Zorgorganisatie: Te overwegen valt de mogelijkheid om alle acute patiënten met alleen 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.

Te overwegen valt om in de pre-hospitale setting bij patiënten met brandwonden die vloeistofresuscitatie behoeven wel een standaard volume vocht toe te dienen. Het juiste volume vocht dient dan zo spoedig mogelijk na aankomst bij het dichtstbijzijnde ziekenhuis met adequate opvangmogelijkheid berekend en aangepast te worden. Ook dient het al gegeven volume vocht meegerekend te worden.

Hoewel er weinig wetenschappelijke onderbouwing gevonden is voor de keuze van resuscitatie formule, blijkt uit diverse evaluaties van de meest gebruikte formules (Brooke en 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 een meer behoudende formule dan de Parkland formule om mogelijke 'fluid creep' te voorkomen en adequate monitoring (zie deelvraag 6D) tijdens de eerste opvang, zoals beschreven in de EMSB (EMSB 2018).

Aanbevelingen

De werkgroep adviseert vloeistofresuscitatie voor **volwassenen** met brandwonden $\geq 15\%$ van het lichaamsoppervlak, waarbij:

- Het startvolume wordt berekend met de formule: 3 ml/kg/\%TVLO^* .
- De behandeling zo snel mogelijk na het ongeval dient 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 inschatting.
- 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.).

M6 Vloeistofresuscitatie

Rekenvoorbeeld volwassenen:

Gewicht (kg)	TVLO (%)	Volume (ml/24 uur)	Totaal volume 1 ^e 8 uur (ml)	Volume 1 ^e 8 uur (ml/uur)
60	20	3600	1800	225
70	20	4200	2100	262,5
80	20	4800	2400	300
90	20	5400	2700	337,5
100	20	6000	3000	375

De werkgroep adviseert vloeistofresuscitatie voor **kinderen** met brandwonden $\geq 10\%$ van het lichaamsoppervlak, waarbij:

- Het startvolume wordt berekend met de formule: 3 ml/kg/\%TVLO^* .
- De behandeling zo snel mogelijk na het ongeval dient 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 inschatting.
- 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.).
- Alert zijn op mogelijke ontwikkeling van hyponatriëmie bij kinderen.

Rekenvoorbeeld kinderen:

Gewicht* (kg)	TVLO (%)	Resuscitatie			Onderhoudsinfuus	
		Volume (ml/24 uur)	Volume 1 ^e 8 uur (ml)	Volume 1 ^e 8 uur (ml/uur)	Volume (ml/24 uur)	Volume (ml/uur)
8	10	240	120	15	800	33
16	10	480	240	30	1300 (1000 + 300)	54
24	15	1080	540	67,5	1580 (1000 + 500 + 80)	66

*Wanneer het gewicht onbekend is, kan voor kinderen < 10 jaar de volgende vuistregel worden gebruikt (APLS 2017): leeftijd X 2,5 + 8 = gewicht in kg.
Voorbeeld van kind van 6 jaar: 6 X 2,5 + 8 = 23kg.

Deelvraag 6D: 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 zodat er adequate aanvoer van essentiële stoffen en afvoer van afvalstoffen is. 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, secundaire verdieping van de brandwond, acuut nierfalen en mortaliteit. Te veel vochttoediening, ook wel 'fluid creep' genoemd, is geassocieerd met ontwikkeling van oedeem, een verhoogde compartiment druk, secundaire verdieping van de brandwond, 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 literatuursearch leverde 1 richtlijn voor vloeistofresuscitatie (Pham 2008) en 1 richtlijn (NZGG 2007) en 2 consensus protocollen (Allison 2004, EMSB 2018) over eerste opvang van patiënten met brandwonden op. Daarnaast zijn er 2 systematische reviews en 1 RCT verschenen na de ontwikkeling van bovenstaande richtlijnen en gebruikt in deze deelvraag (zie [bijlagen module 6, bewijstabellen 6D](#)).

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 van 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 2018). 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 van Azzopardi et al. (2009) zijn studies naar de rol van blaasdrukmeting bij het monitoren van resuscitatie kwalitatief 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 de systematische review van Paratz et al. (2014) zijn studies geïnccludeerd die urine output vergelijken met alternatieve hemodynamische methoden om de vloeistofresuscitatie bij te sturen. Van de geïnccludeerde vergelijkende studies zijn er zes een RCT (n=171) en twee cohort studies (n=140). De gepoolde resultaten voor mortaliteit in vijf RCTs lieten geen statistisch significant verschil zien (RR 0,72 (95% CI 0,43-1,19); p=0,19; n=155). Alleen de incidentie van sepsis werd ook gepoold in 2 RCTs maar ook daar was geen statistisch significant verschil (RR 1,35 (95% CI 0,54-3,39); p=0,53; n=80). De resultaten van de individuele studies suggereerden dat met hemodynamische methoden meer vloeistof wordt gegeven dan met het monitoren van de urine output. De auteurs concludeerden dat er maar beperkt bewijs is dat alternatieve hemodynamische methoden een verbetering in uitkomsten geeft en dat daarnaast urine output een praktische methode is om te gebruiken tijdens vervoer of in centra waar geen expertise is met brandwonden.

In een mono center RCT waren 35 volwassenen en 75 kinderen met brandwonden gerandomiseerd tot een vloeistofresuscitatie behandeling zonder of met bijsturing op basis van urineproductie (Belba 2009). Het gemiddelde (SD) volume vocht toegediend was statistisch significant meer in de groep zonder bijsturing (4,23 (1,54) ml/kg/%TVLO, n=55) vergeleken met de groep met bijsturing (3,33 (1,44) ml/kg/%TVLO, n=55; p<0,006). Ook het gemiddelde (SD) netto vocht toename* was statistisch significant meer in de groep zonder bijsturing (102,58 (54,48) ml/kg, n=55) vergeleken met de groep met bijsturing (34,87 (21,03) ml/kg, n=55; p=0,001). 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).

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 (EMSB 2018). In een recente review is een overzicht gemaakt van de gerapporteerde uitkomstmaten voor vloeistofresuscitatie bij kinderen met brandwonden. De streefwaarden van urineoutput van de 7 geïnccludeerde studies varieerde van 0,5-1,0 ml/kg/uur tot 2-3ml/kg/uur. De auteurs concludeerde dat er onvoldoende bewijs is voor één bepaalde streefwaarde of methode om de vloeistofresuscitatie in kinderen te monitoren en dat het waarschijnlijk effectiever is om op basis van meerder parameters te monitoren (Stutchfield 2019).

Conclusies deelvraag 6D

- 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 2018, 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 2018, 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 2018).
- 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 2018, NZGG 2007).

Overige 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 en andere relevante parameters (zie [bijlage 2, 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. Dit is nog meer van belang bij zuigelingen, bejaarden en bij patiënten met cardiale aandoeningen omdat overvulling bij deze groepen snel kan optreden (EMSB 2018).

Er is een extra vochtbehoefte bij kinderen en patiënten die beademd worden of met elektriciteits letsel, stomp trauma of dehydratie (bijvoorbeeld brandweerpersoneel, patiënten met een intoxicatie). Dit heeft geen invloed op het berekende startvolume van vloeistofresuscitatie. Kinderen worden in de extra vochtbehoefte voorzien door een onderhoudsinfuus op basis van gewicht. De extra vochtbehoefte bij beademing, elektrisch letsel, stomp trauma of dehydratie wordt op basis van urineproductie gemonitord.

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.

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 (EMSB 2018).

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 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 diuresis verhogen tot 1-2 ml/kg/uur door verhogen infuussnelheid en toedienen van Mannitol.

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

De extra vochtbehoefte bij patiënten die beademd worden of met elektriciteits 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

- Allison K, Porter K. Consensus pre-hospital approach to burns patient management. *Emergency Medicine Journal* 2004;21(1):112-4.
- APLS: Advanced Paediatric Life Support de Nederlandse editie (5de druk), 2017.
- Arlati S, Storti E, Pradella V, Bucci L, Vitolo A, Pulici M. Decreased fluid volume to reduce organ damage: A new approach to burn shock resuscitation? A preliminary study. *Resuscitation* 2007;72(3):371-8.
- ATLS: Advanced Trauma Life Support® Student course manual (10^e ed.), 2018. Chicago, IL: American College of Surgeons.
- 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 assessment 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. *Journal of plastic, reconstructive & aesthetic surgery* 2007;60(6):682-5.
- Barrow RE, Jeschke MG, Herndon DN. Early fluid resuscitation improves outcomes in severely burned children. *Resuscitation* 2000;45(2):91-96.
- Baxter C. Fluid resuscitation, burn percentage, and physiological age. *Journal of 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(3):R123.
- Belba M, Aleksi A, Nezha I, Tafaj S, Shtylla M, Belba G. Net fluid accumulation and outcome. A randomized clinical trial. *Annals of Burns and Fire Disasters* 2009;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 of Systematic Reviews* 2004;(3):CD002045 (Edited version published in Issue 4, 2008).
- Cancio LC, Chávez S, Alvarado-Ortega M, Barillo DJ, Walker SC, McManus AT, et al. Predicting increased fluid requirements during the resuscitation of thermally injured patients. *Journal of Trauma* 2004;56(2):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. *Journal of Trauma* 2009;67(2):231-7.
- Cubison TCS, Gilbert PM. So much for percentage, but what about the weight? *Emergency Medicine Journal* 2005;22(9):643-645.
- Demling RH. The burn edema process: current concepts. *Journal of Burn Care & Rehabilitation* 2005;26(3):207-27.
- Education Committee of the Australian and New Zealand Burn Association. *Emergency Management of Severe Burns (EMSB) cursusboek*. Nederlandse versie, Nederlandse Brandwonden Stichting, 2018.
- Fakhry SM, Alexander J, Smith D, Meyer AA, Peterson HD. Regional and institutional variation in burn care. *Journal of Burn Care & Rehabilitation* 1995;16(1):86-90.
- Faraklas I, Lam U, Cochran A, Stoddard G, Saffle J. Colloid normalizes resuscitation ratio in pediatric burns. *Journal of Burn Care & Research* 2011;32(1):91-7.
- Freiburg C, Ignéri P, Sartorelli K, Rogers F. Effects of differences in percent total body surface area estimation on fluid resuscitation of transferred burn patients. *Journal of Burn Care & Research* 2007;28(1):42-8.

- Friedrich JB, Sullivan SR, Engrav LH, Round KA, Blayney CB, Carrougner 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(2):176-82.
- Hettiarchy S, Papini R. ABC of burns. Initial management of a major burn: I-overview. *BMJ* 2004;328(7455):1555-7.
- Holm C, Mayr M, Tegeler J, Hörbrand F, Henckel von Donnersmarck G, Mühlbauer W, et al. A clinical randomized study on the effects of invasive monitoring on burn shock resuscitation. *Burns* 2004;30(8):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.
- Kao Y, Loh EW, Hsu CC, Lin HJ, Huang CC, Chou YY, et al. Fluid resuscitation in patients with severe burns: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Academic emergency medicine* 2018;25(3):320-9.
- 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.
- Lawrence A, Faraklas I, Watkins H, Allen A, Cochran A, Morris S, et al. Colloid administration normalizes resuscitation ratio and ameliorates "fluid creep". *Journal of Burn Care & Research* 2010; 31(1):40-7.
- Lewis SR, Pritchard MW, Evans DJW, Butler AR, Alderson P, Smith AF, et al. Colloids versus crystalloids for fluid resuscitation in critically ill patients. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2018;(8):CD000567.
- LPA: Landelijk Protocol Ambulancezorg (versie 8.1), juni 2016.
- 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.
- Monafu W. Initial Management of Burns. *New England journal of medicine* 1966;355(21):1581-86.
- Mitra B, Fitzgerald M, Cameron P, Cleland H. Fluid resuscitation in major burns. *ANZ Journal of Surgery* 2006;76(1-2):35-8.
- Mitra B, Fitzgerald M, Wasiak J, Dobson H, Cameron PA, Garner D. The Alfred pre-hospital fluid formula for major burns. *Burns* 2011;37(7):1134-9.
- Navickis RJ, Greenhalgh DG, Wilkes MM. Albumin in Burn shock resuscitation: A meta-Analysis of controlled clinical studies. *Journal of Burn Care & Research* 2016;37(3):e268-78.
- New Zealand Guidelines Group (NZGG). Management of burns and scalds in primary care. Wellington (NZ): Accident Compensation Corporation (ACC);2007:1-116.
- Paratz JD, Stockton K, Paratz ED, Blot S, Muller M, Lipman J, et al. Burn resuscitation – hourly urine output versus alternative endpoints: a systematic review. *Shock* 2014;42(4):295-306.
- Pham TN, Cancio LC, Gibran NS. American Burn Association Practice Guidelines Burn Shock Resuscitation. *Journal of Burn Care & Research* 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 of Systematic Reviews* 2011;(11):CD001208.
- Saffle JR. The Phenomenon of "Fluid Creep" in acute burn resuscitation. *Journal of Burn Care & Research* 2007;28(3):382-95.
- Spelten O, Wetsch WA, Braunecker S, Genzwürker H, Hinkelbein J. Abschätzung des substituionsvolumens nach verbrennungstrauma. Systematische übersichtsarbeit über publizierte formeln. *Der Anaesthetist* 2011;60(4):303-311.
- Stutchfield C, Davies A, Young A. Fluid resuscitation in paediatric burns: how do we get it right? A systematic review of the evidence. *Archives of disease in childhood* 2019;104(3):280-5.
- Sudhakar GV, Lakskmi P. Role of HES 130/0.4 in resuscitation of patients with major burn injury. *Transfusion alternatives in transfusion medicine* 2008;10:43-50.

- Walker TL, Rodriguez DU, Coy K, Hollén LI, Greenwood R, Young AE. Impact of reduced resuscitation fluid on outcomes of children with 10-20% body surface area scalds. *Burns* 2014;40(8):1581-6.

Deelvraag 6A. Welke patiënten dienen behandeld te worden met vocht resuscitatie in de acute fase (pre-brandwondencentrum)?

[Which patients need fluid resuscitation in the acute phase after burn injury (pre-burn centre)?]

Geen EBRO methode gebruikt voor beantwoording van deze vraag.

Bewijstabel deelvraag 6B. Wat is de te prefereren vloeistof voor vocht resuscitatie tijdens de 1e opvang (pre-brandwondencentrum)?

[What is the preferred resuscitation fluid for burn patients in the primary survey (pre-burn centre)?]

Reference and study design	Participants and setting	Intervention/Comparison	Outcomes	Results/Effect	Conclusion	Additional comments
<p>Béchir M.</p> <p>Early fluid resuscitation with hyperoncotic hydroxyethyl starch 200/0.5 (10%) in severe burn injury.</p> <p>Critical Care 2010;14:R123</p> <p>Prospective open label study</p> <p>Objective: whether hyperoncotic hydroxyethyl starch (HES) 200/0.5 (10%) administered in combination with crystalloids within the first 24 hours after injury is as effective as 'crystalloids only' in severe burn injury patients</p>	<p>30 consecutive adult patients with burns >20% TBSA</p> <p>Burn unit in Zurich, Switzerland</p>	<p>I: HES* 200/0.5 (10%) + Crystalloids (LR) (n=16)</p> <p>*Hyperoncotic hydroxyethyl starch</p> <p>C: Crystalloids (LR) (n=14)</p>	<p>1. Total amount of fluids given</p> <p>2. Overall mortality (number (%) and Hazard Ratio)</p> <p>3. Renal failure (Continuous renal replacement therapy (CRRT)(%) and Hazard Ratio)</p> <p>4. Complications (ARDS, ACS, sepsis)</p>	<p>1. In both groups +/- 1.5 fold of initially calculated fluids given. Overall no difference in total amount of fluids between I and C.</p> <p>2. Large effect towards increased mortality in I. I: 7 out of 16 (43.8%) C: 2 out of 14 (14.3%) HR 7.12 (0.45-112.7, p=0.16).</p> <p>3. Large effect towards increased CRRT in I. I: 4 out of 16 (25.0%) C: 1 out of 14 (7.1%) HR 6.16 (0.07-505.7, p=0.42).</p> <p>4. No difference in complications between I and C.</p>	<p>"Application of hyperoncotic HES 200/0.5 (10%) within the first 24 hours after severe burn injury may be associated with increased mortality and renal failure as compared with traditional fluid resuscitation with crystalloids only, but findings were not significant."</p> <p>"HES 200/0.5 (10%) should be used with caution in patients with severe burn injury."</p>	<p>Not specific on first aid</p> <p>Small study with no statistical significant findings, but trend towards increased mortality and renal failure with HES 200/0.5 (10%).</p> <p>Method of treatment allocation not described. It is not a randomised trial.</p>
<p>Bunn F.</p> <p>Hypertonic versus near isotonic crystalloid for fluid resuscitation in critically ill patients.</p> <p>Cochrane Database of Systematic Reviews 2004;(3):CD002045 (Edited version in Issue 4, 2008)</p>	<p>Total 956 (14 trials) critically ill; n=89 (3 trials) in burns.</p> <p>Bortolani 1996 (n=40)</p> <p>Caldwell 1979 (n=37 children)</p> <p>Jelenko 1978 (n=12)</p>	<p>I: hypertonic lactated saline</p> <p>C: Ringer's lactated saline</p> <p>I: Hypertonic RL</p> <p>C: RL</p> <p>I: hypertonic saline</p> <p>C: RL</p>	<p>1. Mortality (number (%) and RR)</p>	<p>1. I: 8 out of 42 (19.0%) C: 6 out of 47 (12.8%) RR (n=89): 1.49 (95% CI 0.56-3.95)</p>	<p>"This review does not give us enough data to be able to say whether hypertonic crystalloid is better than isotonic and near isotonic crystalloid for the resuscitation of patients with trauma or burns."</p>	<p>Not specific on first aid and only 3 trials in burns</p> <p>Three old studies (1978, 1979 and 1996)</p>

<p>Cochrane systematic review</p> <p>Objective: To determine whether hypertonic crystalloid decreases mortality in patients with hypovolaemia</p>						
<p>Kao Y.</p> <p>Fluid resuscitation in patients with severe burns: A meta-analysis of randomized controlled trials Academic emergency medicine 2018;25(3):320-9</p> <p>Systematic review</p> <p>Objective: To compare the efficacies of hyperosmotic and isoosmotic solutions in restoring hemodynamic stability after burn injuries.</p>	<p>502 participants (10 trials)</p> <p>Béchir 2013 (n=45) Belba 2009 (n=110) Bortolani 1996 (n=40) Cooper 2006 (n=42) Goodwin 1983 (n=79) Gunn 1989 (n=51) O'Mara 2005 (n=31) Vlachou 2010 (n=26)</p> <p>Chen 2006 (n=66)</p> <p>Waxman 1989 (n=12)</p>	<p>I: Hyperosmotic (LR + HES, HLS, RL + albumin, RL+ FFP) C: Isoosmotic (Ringer's lactate)</p> <p>I: HES C: Plasma</p> <p>I: HES C: albumin</p>	<p>1. Mortality</p> <p>2. Fluid load 24h postburn (ml/kg/%TBSA)</p> <p>3. Total fluids (24h or 3-day)</p>	<p>1. Reported in 6 trials on hyperosmotic vs isoosmotic (n=294) OR 1.18 (95% CI 0.60-2.34)</p> <p>2. Reported in 5 trials on hyperosmotic vs isoosmotic, 3 trials in meta-analysis (n=240) MD -0.54 (95% CI -0.92 -- -0.17). 1 trial (n=40) 4.1 ml/kg vs 5.8 ml/kg (p<.01) 1 trial (n=26) 4.8 ml/kg vs 4.2 ml/kg (p=.275)</p> <p>2. In HES vs Plasma: 1529 +/- 328 ml vs 1598 +/-452 ml (p>.05)</p> <p>3. 24h, 2 trials; 8450 vs 8650 ml (n=26; p=.98), 12300 vs 22100 ml (n=31; p=.02). 3-day, 2 trials; 21190 vs19535 (n=45; p=.39) 6178 vs 3355 ml (n=42; p=.42).</p>	<p>“Our meta-analysis revealed that compared with resuscitation with an isoosmotic solution, resuscitation with a hyperosmotic solution significantly reduced the fluid load in patients with severe burns. No differences were observed in the total fluids, urine output, creatinine level, and mortality between the hyperosmotic and isoosmotic groups.”</p>	<p>Not specific on first aid</p> <p>Four old studies (1983, 1989 and 1996)</p> <p>Bold studies already included in Bunn 2008 and Roberts 2011</p> <p>Most included trials were unclear in allocation generation (7), allocation concealment (8) or blinding patients and assessors (8).</p>
<p>Lewis SR.</p> <p>Colloids versus crystalloids for fluid resuscitation in critically ill patients. Cochrane Database of Systematic Reviews 2018;(8):CD000567</p> <p>Cochrane systematic review</p>	<p>Total 30020 (69 trials) in critically ill; n=417 (7 trials) in burns</p> <p>Goodwin 1983 (n=79 adults) Cooper 2006 (n=42) Jelenko 1978 (n=19)</p> <p>Hall 1978: (n=172 adults and children)</p>	<p>I: Albumin C: Crystalloid</p> <p>I: Dextran C: Ringer's lactate</p>	<p>Mortality</p> <p>(no pooled burn results, RR per study)</p>	<p>Albumine: RR 3.63 (95% CI 0.41-32.13) (n=42) RR 3.42 (95% CI 1.20-9.76) (n=79) RR 0.57 (95% CI 0.07-4.49) (n=19)</p> <p>Dextran:</p>	<p>There is no evidence from randomised controlled trials that resuscitation with colloids reduces the risk of death, compared to resuscitation with crystalloids, in patients with trauma, burns or following surgery.</p>	<p>Not specific on first aid and only 7 trials in burns</p> <p>Three old studies (1978 and 1983)</p> <p>No subgroup analyses for burns</p>

Bijlagen M6 Vloeistofresuscitatie

<p>Objective: To assess the effects of colloids compared to crystalloids for fluid resuscitation in critically ill patients.</p>	<p>O'Mara 2005 (n=31) Béchir 2013 (n=48) Vlachou 2010 (n=26)</p>	<p>I: Ringer's lactate + FFP C: Ringer's lactate</p> <p>I: Ringer's lactate + HES C: Ringer's lactate</p>		<p>RR 1.13 (95% CI 0.62-2.06) (n=172)</p> <p>FFP: RR 0.70 (95% CI 0.19-2.63) (n=31)</p> <p>HES: RR 1.28 (95% CI 0.53-3.08) (n=45) RR 0.92 (95% CI 0.15-5.44) (n=23)</p>		<p>Bold studies already included in Bunn 2008, Kao 2018 and Roberts 2011</p>
<p>Navickis RJ.</p> <p>Albumin in Burn shock resuscitation: A meta-Analysis of controlled clinical studies Journal of Burn Care & Research 2016;37(3):e268-78)</p> <p>Meta-analysis</p> <p>Objective: to determine the effect of burn shock resuscitation with albumin on mortality and morbidity in adult patients.</p>	<p>688 participants (8 trials)</p> <p>Randomised Recinos 1975 (n=18) Jelenko 1979 (n=19) Goodwin 1983 (n=50) Cooper 2006 (n=42)</p> <p>Nonrandomised Cochran 2007 (n=202) Dulhunty 2008 (n=80) Ennis 2008 (n=118) Park 2012 (n=159)</p>	<p>I: Albumin C: Crystalloid</p>	<p>1. Mortality</p> <p>2. Compartment syndrome</p>	<p>1. Reported in 4 trials (n=129) OR 1.41 (95% CI 0.27-7.38)</p> <p>2. Reported in 2 trials (n=35) OR 0.11 (95% CI 0.00-3.75)</p>	<p>"This meta-analysis suggests that albumin can improve outcomes of burn shock resuscitation. However, the scope and quality of current evidence are limited, and additional trials are needed."</p> <p>"In all five studies with data on either abdominal or extremity compartment syndrome, albumin use was consistently associated with a marked decrease in this complication."</p>	<p>Non randomised studies not included because of study design (retrospective or partly retrospective)</p> <p>Three old studies (1975, 1979 and 1983)</p> <p>Bold studies already included in Roberts 2011</p> <p>Conclusion on mortality is based on exclusion of two RCTs with an imbalance in prognosis at baseline and pooled with non-randomised studies.</p>
<p>Roberts I.</p> <p>Human albumin solution for resuscitation and volume expansion in critically ill patients. Cochrane Database of Systematic Reviews 2011;(11):CD001208</p> <p>Cochrane Systematic Review</p> <p>Objective: To quantify the effect on mortality of human albumin and plasma protein</p>	<p>Total 10842 (38 trials) critically ill, n=205 (4 trials) in burns.</p> <p>Cooper 2006 (n=42 adults)</p> <p>Goodwin 1983 (n=79 adults)</p> <p>Greenhalgh 1995 (n=70 children <19)</p>	<p>I: 19 5% albumin + Ringer's lactate (RL) C: RL</p> <p>I: 2.5% albumin + RL C: RL</p> <p>I1: high albumin group maintaining serum levels 2.5-3.5 g/dL</p>	<p>Mortality</p> <p>(pooled data and subgroup burns)</p>	<p>RR pooled (n=10842): 1.05 (95% CI 0.95-1.16)</p> <p>RR burns (n=205): 2.93 (95% 1.28-6.72)</p>	<p>There is no evidence that albumin reduces mortality in patients with hypovolaemia, burns or hypoproteinaemia. For patients with burns or hypoproteinaemia, there is a suggestion that albumin administration may increase mortality.</p>	<p>Not specific on first aid and only 4 trials in burns</p> <p>Three old studies (1978, 1983 and 1995)</p> <p>PPF mentioned in method but not in results or conclusion.</p>

fraction (PPF) administration in the management of critically ill patients.	Jelenko 1978: (n=14)	I2: low albumin group, supplementation when levels below 1.5g/dL I: albumin + hypertonic saline C: hypertonic saline				
<p>Sudhakar GV.</p> <p>Role of HES 130/0.4 in resuscitation of patients with major burn injury</p> <p>Transfusion alternatives in transfusion medicine 2008;10:43-50</p> <p>Open label RCT (pilot)</p> <p>Objective: to investigate whether HES 130/0.4 can be used safely, in the initial resuscitation (first 48 hours after admission) of burned patients, and more particularly whether its use in the early treatment of burns can reduce crystalloid overload.</p>	<p>32 burn patients with burns between 30 and 70% TBSA</p> <p>20 patients were randomised, other 12 received intervention.</p> <p>India</p>	<p>I: HES 130/0.4 (Voluven®) with crystalloids (n=22)</p> <p>C: Crystalloids (Ringer's lactate) (n=10)</p>	<p>1. Fluid load (fluid saved or fluid excess)</p> <p>2. Edema (body weight, circumferential change in burned and unburned limbs)</p> <p>3. Mortality (not an pre-specified outcome)</p>	<p>1. Mean (SD) estimated and given fluids in ml in first 24 hours. I: 8078.5 (2288.5), 4134.1 (1709.3) C: 8884 (1938.9), 8444 (1751.6)</p> <p>2. Mean (SD) gain in body weight in 48h in kg: I: 3.84 (3.39) C: 7.32 (2.3) (P = 0.0071)</p> <p>Mean (SD) rise in the circumference of representative burned area in cm: I: 1.89 (0.99) C: 4.8 (1.55) (P < 0.0001).</p> <p>Mean (SD) rise in the circumference of unburned area in cm: I: 1.08 (0.29) C: 2.00 (0.47) (P < 0.0001).</p> <p>3. I: 11/22 (50%), C 9/10 (90%) (P = 0.0341).</p>	<p>"HES 130/0.4 appears to be a promising artificial plasma volume expander for burn resuscitation as compared with standard management."</p>	<p>Started as RCT but randomisation stopped as 9 out of 10 patients in control group died. Unclear how many deaths in de HES group at the moment. Total deaths in HES group</p> <p>Control group had larger %TBSA burned (50.2 vs 43; p=0.0463)</p>

Bewijstabel deelvraag 6C. 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?

[What is the preferred method for calculating resuscitation volume for burn patients in the primary survey (pre-burn centre)?]

Reference and study design	Participants and setting	Intervention/Comparison	Outcomes	Results/Effect	Conclusion	Additional comments
<p>Arlati S.</p> <p>Decreased fluid volume to reduce organ damage: A new approach to burn shock resuscitation? A preliminary study</p> <p>Resuscitation 2007;72(3):371-8</p> <p>Matched cohort study</p> <p>Objective: to evaluate the effectiveness of permissive hypovolaemia in reducing multiple-organ dysfunction as compared with the Parkland Formula.</p>	<p>24 patients; >14 years, > 20% TBSA and ICU admission within 6 hours post-burn</p> <p>Italy</p>	<p>I: Permissive hypovolaemia (infusion rate titrated on minimum ITBV* value for sufficient vital organ perfusion (at least 2.2 l/min/m² of cardiac index)) (n=12)</p> <p>*Intrathoracic blood volume</p> <p>C: Parkland formula (4 ml/kg/%TBSA) (n=12)</p>	<p>1. Multiple-organ dysfunction score (MODS) over 10 days</p> <p>2. Resuscitation volume (0-24h) (ml/kg/%TBSA)</p> <p>3. Net fluid balance (0-24h) (l/day)</p>	<p>1. Mean (SD) Area Under Curve I: 10.7 (7.8) C: 29.5 (7.5) (p=0.003)</p> <p>2. Mean (SD) ml/kg/%TBSA I: 3.2 (0.75) C: 4.67 (0.31) p< 0.0001</p> <p>3. Mean (SD) l/day I: 7.5 (5.4) C: 12.0 (4.7) p< 0.05</p>	<p>“Resuscitation volume can be safely reduced below the Parkland estimate, provided that reduction of administered fluids is guided by close haemodynamic monitoring.”</p> <p>“Permissive hypovolaemia seems to be effective in reducing both organ and system dysfunction as induced by oedema accumulation. This haemodynamic-oriented resuscitative approach allows for a better refinement of fluids volume administration during the very early post-burn period thus minimising unnecessary fluids overload.”</p>	<p>Small study (24 participants).</p> <p>Resuscitation guided by ITBV measurement.</p>
<p>Barrow RE.</p> <p>Early fluid resuscitation improves outcomes in severely burned children.</p> <p>Resuscitation 2000;45(2):91-96</p> <p>Retrospective chart review</p> <p>Objective: to compare burn outcomes in children receiving fluid resuscitation within 2 h of burn with those whose fluid resuscitation was</p>	<p>133 children >50% TBSA</p> <p>Burn centre in USA</p>	<p>I: Start resuscitation within 2 hours (n=83)</p> <p>C1: Start resuscitation within 2-4 hours (n=28)</p> <p>C2: Start resuscitation within 4-12 hours (n=22)</p>	<p>1. mortality</p> <p>2. renal failure</p> <p>3. incidence of sepsis</p> <p>4. incidence of cardiac arrest</p>	<p>1. n (%) I: 12/83 (14%) C1: 17/28 (61%) C2: 20/22 (91%) (p<0.001)</p> <p>2. n (%) I: 12/83 (14%) C1: 15/28 (54%) C2: 13/22 (59%) (p<0.001)</p> <p>3. n (%) I: 10/83 (12%) C1: 14/28 (50%) C2: 17/22 (77%) (p<0.001)</p> <p>4. n (%) I: 16/83 (19%)</p>	<p>“Data suggest that fluid resuscitation, given within 2h of a thermal injury, may be one of the most important steps in the prevention of multi-organ failure and mortality.”</p>	<p>Reviews often refer to this article to point out the importance of an early start of resuscitation.</p> <p>Unclear whether only resuscitation was delayed or that the complete primary care was delayed.</p>

delayed by 2–4 h and 4–12h.			5.non-survivors with cardiac arrest	C1: 10/28 (36%) C2: 8/22 (36%) 5. n (%) I: 2/16 (13%) C1: 9/10 (61%) C2: 8/8 (100%) (p<0.001)		
Chung KK. Resuscitation of severely burned military casualties: fluid begets more fluid. Journal of Trauma 2009;67(2):231-7 Retrospective chart review Objective: evaluate the relationship between the estimated fluid volumes calculated, either by the Modified Brooke or the Parkland formulas, and actual volumes received.	58 burn patients evacuated from combat operations, >20%TBSA, completed burn flow sheets and between November 2005 and December 2008 Iraq and evacuated to USA	I1: Modified Brooke (2ml/kg/%TBSA) (n=31) I2 Parkland formula (4ml/kg/%TBSA) (n=21)	1. Total fluid 24hrs in litres and ml/kg/%TBSA 2. Total hospital days 3. ACS in % 4. Mortality in % 5. IVY index (ml/kg) 6. % Ivy index >250 ml/kg crystalloid in acute phase	1. Mean (SD) I1: 16.9 (6.0) I2: 25.0 (11.2) (p=0.003) I1: 3.8 (1.2) I2: 5.9 (1.1) (p<0.0001) 2. Mean (SD) I1: 92 (75) I2: 67 (39) (p=0.13) 3. I1: 11, I2: 5 (p=0.45) 4. I1: 18, I2: 14 (p=0.73) 5. Mean (SD) I1: 211 (101) I2: 275 (119) (p=0.026) 6. I1: 29, I2: 57 (p=0.043).	“the modified Brooke formula resulted in significantly less 24-hour volumes without resulting in higher morbidity or mortality”	Evaluates effect of fluid volume in the first 24 hours in burned military casualties. Of the 105 evacuated patients, only 58 had completed burn flow sheets and were analysed.
Klein MB. The Association between fluid administration and outcome following major burn. Annals of Surgery 2007;245(4):622-8 Retrospective chart review Objective: to evaluate the relationship between injury characteristics and volume of resuscitation, and to examine the relationship between	72 Adult burn patients (>20% TBSA) USA	Predicted volume was calculated with the Parkland formula (4ml/kg/%TBSA)	1. Resuscitation volume (0-24h) (ml/kg/%TBSA) 2.Parkland score (received fluids / calculated fluids with Parkland) Incidence of ARDS, multiple organ failure and bloodstream infections, total number of infections, total number of complications, and mortality status at	1. 5.2ml/kg/%TVLO 2. Mean (SD) 1.3 (0.6)	“TBSA, age, weight, and intubation status on admission were significant predictors of fluid received. Patients who received larger volumes of resuscitation fluid were at higher risk for injury complications and death.”	Used resuscitation method not described. Associations between fluids received and injury characteristics and outcomes

Bijlagen M6 Vloeistofresuscitatie

volumes of fluid resuscitation and adverse outcomes.			time of discharge for regression analysis			
<p>Luo G.</p> <p>Fluid resuscitation for major burn patients with the TMMU protocol. Burns 2009; 35(8):1118-23</p> <p>Prospective study</p> <p>Objective: to examine the effectiveness of the TMMU protocol for modern fluid resuscitation in burn patients.</p>	<p>71 burn patients (46 adults, 25 children)</p> <p>>30% TBSA (presentation within 8 hours post-burn)</p> <p>(chemical/electrical burns and inhalation injury excluded)</p> <p>Burn centre in China</p>	<p>Predicted volume was calculated with the TMMU protocol, Chinese formula in practise since 1960.</p> <p><i>Adults</i> 1.5 ml (1 ml crystalloid +0.5 ml colloid)/kg/%TBSA + 2L water maintenance (5% glucose solution).</p> <p><i>Children <2 years</i> 2.0 ml (1 ml crystalloid + 1 ml colloid)/kg/%TBSA + water maintenance on body weight (5% glucose solution).</p> <p><i>Children >2 years</i> 1.76 ml (0.88 ml crystalloid + 0.88 ml colloid)/kg/%TBSA + water maintenance on body weight (5% glucose solution).</p> <p>Fluids calculated for first 24h, halve administered in first 8h</p>	<p>1. Total fluid in ml/kg/%TBSA in 24 h</p> <p>2. ACS</p> <p>3. Complications related to fluid resuscitation</p>	<p>1. Mean (SEM) Adults: 1.82 (0.24) (21.3 % more than calculated, p<0.05) Children: only stated no significant difference than calculated. (p>0.05)</p> <p>2. No ACS</p> <p>3. No complications.</p>	<p>TMMU protocol is feasible option for burn patients. Individual resuscitation, guided by physiological response is important</p>	<p>Describes Chinese formula (TMMU) in burn centre.</p>
<p>Mitra B.</p> <p>The Alfred pre-hospital fluid formula for major burns. Burns 2011;37(7):1134-9</p> <p>Retrospective chart review</p> <p>Objective: to evaluate the results of a change in pre-hospital fluid administration practice and to correlate physiological parameters on presentation and at 24h post presentation.</p>	<p>126 participants, >20%TBSA, Australia</p>	<p>I: resuscitation with the Alfred formula: weight x %TBSA = ml first 2 hours post-burn. (n=38)</p> <p>C: Parkland formula (n=88)</p>	<p>1. Resuscitation volume (0-24h) (ml/kg/%TBSA)</p> <p>2. proportion receiving a surgical procedure in first 24 hours</p> <p>3. Mortality</p>	<p>1. Mean (SD) I: 4.9 (1.6) C: 4.8 (2.2) (p = 0.802)</p> <p>2. n (%) I: 30 (78.9%) C: 34 (44.3%) (p<0.001)</p> <p>3.n (%) I: 6 (15.8%) C: 10 (11.4%) (p=0.493)</p>	<p>“The Alfred pre-hospital fluid formula has resulted in patients receiving significantly more fluid in the pre-hospital setting, but still below that predicted by the Parkland formula. There were no adverse events detected attributable to the extra volume of pre-hospital fluid.”</p>	<p>Number and percentage in outcome 2. surgical procedures in de control group do not match. Unclear reporting.</p> <p>There was no statistical significant difference (p=0.091) in fluid administration between people receiving surgery within 24h and the group that did not.</p> <p>Focusses on pre-hospital setting.</p>

<p>Mitra B.</p> <p>Fluid resuscitation in major burns. ANZ Journal of Surgery 2006;76(1-2):35-8</p> <p>Retrospective chart review</p> <p>Objective: to review our fluid resuscitation practice for major burns to determine whether anecdotal observations of significant variations from the Parkland formula were wide spread and whether any difference could be used as a basis for a revision of fluid resuscitation in major burns.</p>	<p>127 adult burn patients $\geq 15\%$TBSA (49 complete dataset and analysed)</p> <p>Burn centre in Australia</p>	<p>Predicted volume was calculated with the Parkland formula (4ml/kg/%TBSA)</p>	<p>1. Total fluid in ml/kg/%TBSA in 24 h</p>	<p>1. 5.58 (2.28) (35 (72.9%) received more fluids compared to the Parkland formula)</p>	<p>“Fluid resuscitation volumes significantly higher than those predicted by the Parkland formula were given, without adverse consequences.”</p>	<p>Unclear method of titration of fluids or kind of fluid.</p> <p>39% of the patients had complete files and were included in the analyses, 27% were excluded based on incomplete files.</p>
<p>Spelten O.</p> <p>AbSchätzung des substituionsvolumens nach verbrennungstrauma. Systematische übersichtsarbeit uber publizierte formeln. Der Anaesthesist 2011;60(4):303-11</p> <p>Systematic review</p> <p>Objective: to present, analyse and evaluate different formulas that can be used in emergency and early hospital care to treat burn injuries</p>	<p>Published formula's on fluid resuscitation (n=8) for burns between 1950 and 2010.</p> <p>Germany</p>	<p>-</p>	<p>1. Calculated volume for the first 24 hours post-burn.</p>		<p>“The identified formulae led to sometimes strikingly diverse calculations of resuscitation fluid volumes. Therefore their use should be monitored closely and clinical values included. Urine output is a well-established individual parameter. Use of colloid and hypertonic solutions leads to a reduced total fluid volume but is still controversially discussed.”</p>	<p>Review on formula's for the acute phase (0-24hr) and after 24 hr.</p> <p>Included studies are expert opinion studies, no comparison on quality of the formula's.</p> <p>Article in German.</p>
<p>Walker T.L.J.</p>	<p>567 children, 10%-20% TBSA burned, <16 years, scalds</p>	<p>I: permissive hypovolaemia. >15% TBSA 2 ml/kg/%TBSA +</p>	<p>1. LOS/% TBSA (days)</p>	<p>1. Median (95% CI) days with survival analyses I: 0.27 (0.19-0.34)</p>	<p>“A reduced fluid regime has significantly shortened LOS/%BSA without</p>	<p>No information on actual given fluids.</p>

Bijlagen M6 Vloeistofresuscitatie

<p>Impact of reduced resuscitation fluid on outcomes of children with 10-20% body surface area scalds. Burns 2014;40(8):1581-6</p> <p>Retrospective chart review</p> <p>Objective: to investigate whether a permissive hypovolaemic fluid resuscitation regime has an affect on patient outcome in children sustaining scalds of 10–20%BSA</p>	<p>England & Wales</p>	<p>80% maintenance fluids. (n=66)</p> <p>C1: former protocol. >10% TBSA 3 ml/kg/%TBSA + 100% maintenance fluids. (n=26)</p> <p>C2: Several other protocols in other burn centres. (n=475)</p>	<p>2. skin graft rate (n)</p> <p>3. ICU stay (n)</p>	<p>C1: 0.50 (0.25-0.75) C2 0.50 (0.45-0.55) (p=0.01)</p> <p>2. Median (min-max) operations I: 0 (0-2) C1: 1.5 (1-7) C2: 0 (0-11) (p<0.001)</p> <p>3. n (%) I: 1/66 (1.5%) C1: 2/26 (7.7%) C2:65/475 (13.7%) (p=0.005)</p>	<p>compromising burn depth as measured by skin grafting to achieve healing.”</p>	<p>Three different groups, but no statistical analyses to elucidate on statistical significant findings.</p> <p>Few events in intervention group with regard to ICU stay, ventilator use and readmissions.</p>
--	----------------------------	--	--	--	--	--

Bewijstabel deelvraag 6D. Wat is de te prefereren methode van monitoren van vocht resuscitatie tijdens de 1e opvang (pre-brandwondencentrum)?

[What is the preferred method for monitoring fluid resuscitation in the primary survey (pre-burn centre)?]

Reference and study design	Participants and setting	Intervention/Comparison	Outcomes	Results/Effect	Conclusion	Additional comments
<p>Azzopardi E.A.</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 (qualitative review)</p> <p>Objective: to provide evidence based recommendations on [...] the role of intravesical pressure monitoring in guiding fluid resuscitation</p>	<p>Studies on ACS and fluid resuscitation in burn patients</p>	<p>Recommendations on sensitivity of clinical exam versus intra-vesical monitoring, bladder priming volumes, and continuous monitoring were evaluated.</p>	<p>Abdominal Compartment Syndrome (ACS)</p>	<p>Continuous intra-vesical monitoring is recommended: to guide fluid resuscitation for early diagnosis of sACS; and as a guide to reliability of urine output as indicator of organ perfusion. A priming volume of 75 cm³ or less is recommended</p>	<p>“Continuous intra-vesical monitoring is cheap, reliable, user friendly monitoring method recommended in high-risk patients.”</p> <p>“Based on the available evidence, continuous intra-vesical monitoring, using a priming volume of less than 75 ml would be useful to guide early fluid resuscitation of a severely burnt patient rather than clinical examination alone.”</p>	<p>Not specific on first aid</p> <p>Focusses on negative consequences of too much fluids (and choice of fluids and monitoring)</p>

compared with serial clinical examination.						
<p>Belba M.</p> <p>Net fluid accumulation and outcome. A randomized clinical trial. <i>Annals of Burns and Fire Disasters</i> 2009;22(1):16-21</p> <p>RCT</p> <p>Objective: to evaluate the effect of Net Fluid Accumulation on overall mortality</p>	<p>35 adult and 75 children</p> <p>Severe burns hospitalised in IC unit</p> <p>Burn centre in Albania</p>	<p>I: Resuscitation according to Parkland or Galveston Shriner formula as starting point, adjustment of volume according to clinical signs and urine output (n=55)</p> <p>C: Resuscitation according to Parkland or Galveston Shriner formula without adjustment of volume (n=55)</p>	<p>1. Mortality</p> <p>2. SIRS</p> <p>3. Sepsis</p> <p>4. Net Fluid Accumulation (NFA) (ml/kg)</p> <p>5. Fluid load (ml/kg/%TBSA)</p>	<p>1. n (%) I: 5 (9%) C: 9 (16%)</p> <p>2. n (%) I: 37 (68%) C: 30 (55%)</p> <p>3. n (%) I: 18 (32%) C: 25 (45%)</p> <p>4. Mean (SD) I: 34.87 (21.03) C: 102.58 (54.48) (p=0.001)</p> <p>5. Mean (SD) I: 3.33 (1.44) C: 4.23 (1.54) (p=0.006)</p>	<p>“Giving the smallest amount of fluids necessary for adequate resuscitation can be effective in creating a successful and specific therapy for all burn patient.”</p> <p>Mortality was related to NFA</p>	<p>Not specific on first aid</p> <p>Unclear in what range urine output was desirable.</p> <p>Groups differed in age, TBSA, inhalation injury, burn depth and co-morbidities in favour of the intervention group.</p> <p>Unclear reporting of the results.</p>
<p>Paratz J.D.</p> <p>Burn resuscitation – hourly urine output versus alternative endpoints: a systematic review <i>Shock</i> 2014;42(4):295-306</p> <p>Systematic review</p> <p>Objective: to investigate evidence for the use of alternative (i.e., other than hourly urine output [HUO]) endpoints of resuscitation in burn patients including hemodynamic monitoring, echocardiography, gastric tonometry, metabolic monitors, and microdialysis</p>	<p>Total 556 (n=311 in 8 trials), (n=245 in 11 single group studies, not included)</p> <p>RCTs: Aboelatta 2013 (n=30) Csontos 2008 (n=24) Foldi 2009 (n=16) Foldi 2010 (n=30) Holm 2004 (n=50) Tokarik 2013 (n=21)</p> <p>Cohort: Artlati 2007 (n=24) Schiller 1997 (n=116)</p>	<p>I. hemodynamic endpoints</p> <p>C: HUO (all >0.5 ml/kg, some also <1.0ml/kg)</p>	<p>1. all-cause mortality</p> <p>2. complications of resuscitation</p> <p>3. sepsis</p> <p>4. Fluid load</p> <p>5. mechanical ventilation</p> <p>6. length of stay (hospital and ICU)</p>	<p>1. Reported in 5 RCTs (n=155) RR 0.72 (95% CI 0.43-1.19, p=0.19)</p> <p>2. difficult to pool due to different definitions. Results were non significant or favoured I</p> <p>3. Reported in 2 RCTs (n=80) RR 1.35 (95% CI 0.54-3.39, p=0.53)</p> <p>4. Indications that more fluids in I compared to C.</p> <p>5. conflicting results</p> <p>6. non-significant</p>	<p>“Hourly urine output remains the most commonly used endpoint for burn resuscitation. This review has demonstrated limited evidence that alternative methods can result in an improvement in outcome.”</p> <p>“Using HUO as a measure is still practical in areas where resuscitation is conducted in transit or in regional health centers by relatively burn inexperienced health personnel.”</p>	<p>Most outcomes difficult to pool</p> <p>Including 1 cohort study in outcome mortality gives significant result in favour of I. The cohort study did not adjust for mortality trends over time. The control group was several years prior to the intervention group.</p>

Module 7 Verwijscriteria naar een brandwondencentrum

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 waarborgt een optimale medische behandeling voor de patiënt met brandwonden en bestaat in elk geval uit (brandwonden)chirurgen, anesthesiologen/intensivisten, verpleegkundigen, revalidatiedeskundigen, psychosociale ondersteuning en diëtisten (Staatsblad 2012). Daarnaast zijn er in de praktijk ook plastisch chirurgen en kinderartsen betrokken en is er expertise in de begeleiding van het gezin en familie. Onder de bouwkundige en overige voorzieningen vallen een speciaal ingerichte operatiekamer, overdruk op verpleegafdelingen, isolatiekamers, warmtehemels, klimaatregeling tot 28°C, aantoonbaar innovatieve/kennisfunctie, een programma voor bewaking en voorkoming van contaminatie, standaarduitrusting voor O.K., Intensive Care (IC) en reguliere verpleegafdelingen (Staatsblad 2012). Niet elke patiënt met brandwonden heeft deze uitgebreide medische zorg nodig en om de beperkte capaciteit van de drie Nederlandse brandwondencentra goed te benutten zijn er verwijscriteria opgesteld. Deze verwijscriteria zijn erop gericht om patiënten 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 patiënten met brandwonden naar een brandwondencentrum. Voor deze uitgangsvraag is daarom gebruik gemaakt van richtlijnen, consensus protocollen en overige literatuur die verwijscriteria bij patiënten met brandwonden beschrijven.

Resultaten (samenvatting van de literatuur, richtlijnen en praktijkervaring)

Verwijscriteria zijn bedoeld om de patiënten 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 (Holmes 2011, Rose 2010). Een Amerikaanse retrospectieve studie vergeleek de ICD-9 ontslagcodes van volwassen patiënten met brandwonden in brandwondencentra met niet-brandwondencentra. Resultaten lieten zien dat 67% van de mensen behandeld in niet-brandwondencentra eigenlijk voldeden aan de verwijscriteria zoals de American Burn Association die heeft opgesteld. Van de patiënten die opgenomen waren in een brandwondencentrum voldeed 90% aan de verwijscriteria (Holmes 2011). 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. Uit een Zuid-Afrikaanse studie blijkt dat van de 1165 kinderen die in een brandwondencentrum zijn opgenomen, 93,4% aan minimaal 1 van de 7 lokale verwijscriteria voldoet. Er werd het vaakst voldaan aan het criterium brandwonden op een specifieke anatomische locatie (85%) en leeftijd (52%). Aan het criterium 'ernst van de brandwond' werd in slecht 11% voldaan. In deze studie is er niet gekeken naar het aantal kinderen dat wel aan de verwijscriteria voldoet maar niet naar het brandwondencentrum wordt doorgestuurd (onder triage) (Boissin 2017). Verwijscriteria verschillen per land en voor de Nederlandse situatie zijn de verwijscriteria zoals die door de American Burn Association (ABA 2014), de Australian and New Zealand Burn Association

(ANZBA 2013) en de European Burns Association (EBA 2017) worden gehanteerd het meest toepasbaar. De verwijscriteria van deze drie organisaties komen grotendeels overeen en verschillen slechts in details. In Tabel 7.1 staan de verwijscriteria gegroepeerd met de huidige Nederlandse verwijscriteria (Brandwondenzorg Nederland 2015) als basis. Daarnaast adviseert een werkgroep van Europese brandwondspecialisten om patiënten waarbij de brandwonden in de eerste twee weken na het ongeval onvoldoende tekenen van genezing laten zien, te verwijzen naar een brandwondencentrum (Alsbjörn 2007).

Overige overwegingen

De resultaten bestaan uit richtlijnen, consensus protocollen en overige literatuur die verwijscriteria bij patiënten 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
- Subdermale 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 [module 4, 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

Overweeg bij patiënten die voldoen aan één of meer van de volgende criteria om contact op te nemen met een brandwondencentrum voor advies en eventueel verwijzing.

- Patiënten met brandwonden die speciale (psycho)sociale en/of emotionele begeleiding of langdurige revalidatie nodig hebben
- Kinderen met brandwonden opgenomen in ziekenhuizen zonder gekwalificeerd personeel of faciliteiten gericht op de zorg voor kinderen
- Wanneer er twijfel bestaat over welke behandeling adequaat is of twijfel over de competentie/toerusting van de eigen instelling

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

M7 Verwijscriteria

Indien een patiënt 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

Aandachtspunt

De verwijzer dient zich bewust te zijn van de neiging om het TVLO van kleine brandwonden te overschatten en het TVLO van grote brandwonden te onderschatten. Bij twijfel over de inschatting en het mogelijk voldoen aan de verwijscriteria kan contact gezocht worden met een brandwondencentrum voor advies.

In de brandwondencentra is expertise met grote huidletsels en bijbehorende wondzorg aanwezig. Dit beperkt zich niet tot brandwonden maar omvat ook andere aandoeningen waarbij grote huiddefecten optreden. Overweeg contact met een brandwondencentrum wanneer er twijfel is over de behandeling van dit soort aandoeningen, zoals toxische epidermale necrolyse (TEN), necrotiserende wekedeleninfecties (NWDI) of staphylococcal scalded skin syndrome (SSSS).

Tabel 7.1: Verwijscriteria zoals gehanteerd door de ANZBA, EBA, ABA en Brandwondenzorg Nederland.

Brandwondenzorg Nederland	ANZBA (EMSB)	EBA	ABA
Brandwonden ≥10% TVLO bij volwassenen	Brandwonden > 10% TVLO	Brandwonden van: >20% TVLO bij volwassenen >10% TVLO bij 65+-ers	Brandwonden > 10% TVLO
Brandwonden ≥5% TVLO bij kinderen	Brandwonden > 5% TVLO bij kinderen	Brandwonden bij kinderen van: >5% TVLO onder de 2 jaar >10% TVLO tussen de 3-10 jaar >15% TVLO tussen de 10-15 jaar	
Volledige dikte brandwonden ≥5% TVLO	Subdermale brandwonden >5% TVLO	Diep dermale en subdermale brandwonden van elke grootte en bij alle leeftijden.	Subdermale brandwonden bij alle leeftijden.
Brandwonden over functionele gebieden (gelaat, handen, voeten, genitalia, perineum en grote gewrichten). Circulaire brandwonden aan hals, romp of ledematen.	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 met een vermoeden van inhalatieletsel	Brandwonden met inhalatieletsel	Brandwonden met een vermoeden van inhalatieletsel.	Inhalatieletsel
Brandwonden t.g.v. elektriciteit (hoog voltage), incl. blikseminslag	Brandwonden t.g.v. elektriciteit	Grote brandwonden t.g.v. elektriciteit	Brandwonden t.g.v. elektriciteit (incl. blikseminslag)
Chemische letsels	Chemische letsels	Grote chemische letsels	Chemische letsels
Brandwonden met een ander begeleidend trauma of (pre-existente) aandoening die de behandeling en genezing kan beïnvloeden en mortaliteit verhogen.	Verbranding bij patiënten met een pre-existente aandoening. Brandwonden met een ander begeleidend groot 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. Verbranding bij patiënten met pre-existente aandoeningen, die de behandeling en genezing kunnen beïnvloeden en mortaliteit verhogen.
Brandwonden bij uitersten van leeftijd: jonge kinderen (≤ 1 jaar) en ouderen (≥ 75 jaar)	Brandwonden bij uitersten van leeftijd: jonge kinderen en ouderen		
	Brandwonden bij zwangere vrouwen		
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.	Niet-accidentele brandwonden		
		Slachtoffers die vloeistof-resuscitatie nodig hebben.	
		Elke brandwond waarbij er twijfel over de behandeling is.	
		Slachtoffers met brandwonden die speciale sociale, emotionele of langdurige revalidatie nodig hebben.	Slachtoffers met brandwonden die speciale sociale, emotionele of op revalidatie gerichte interventie 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 ouderen, 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.

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 (ABA) Chapter 14: Guidelines for trauma centers caring for burn patients. In *American College of Surgeons (6^e ed.)*, Resources for optimal care of the injured patient 2014 (pag. 101).
- Boissin C, Hasselberg M, Kronblad E, Kim SM, Wallis L, Rode H, et al. Adherence to referral criteria at admission and patient management at a specialized burns centre: the case of the Red Cross War Memorial Children’s hospital in Cape Town, South Africa. *International journal of environmental research and public health* 2017;14:732.
- Brandwondenzorg Nederland. Richtlijn eerste opvang van brandwondpatiënten in de acute fase (1^{ste} 24 uur) van verbranding en verwijzing naar een brandwondencentrum. Beverwijk; 2015.
- European Burns Association (EBA). *European practice guidelines for burn care (Minimum level of burn care provision in Europe)(4^e ed.)*. Barcelona, Spain 2017.
- Education committee of the Australian and New Zealand Burn Association (ANZBA). *Emergency Management of Severe Burns (EMSB) Course manual (17^e ed.)*. Feb 2013.
- Holmes 4th JH, Carter JE, Neff LP, Cairns BA, d’Agostino Jr RB, Griffin LP, et al. The effectiveness of regionalized burn care: an analysis of 6,873 burn admissions in North Carolina from 2000 to 2007. *Journal of the American College of Surgeons* 2011;212(4):487-93.
- 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.
- Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden. Jaargang 2012;396.

Module 8 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 prehospital vervoer van de plaats van het ongeval naar het dichtstbijzijnde ziekenhuis met adequate opvangmogelijkheid. 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 een aantal 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). In de Nederlandse situatie wordt een traumahelikopter voornamelijk ingezet om een Mobiel Medisch Team (MMT) ter plaatse te brengen. Het vervoer van het slachtoffer gebeurt vervolgens veelal per ambulance en niet met de traumahelikopter. Uit een Brits consensus protocol blijkt dat patiënten met brandwonden zo snel mogelijk naar het dichtstbijzijnde ziekenhuis met een SEH vervoerd moeten worden, tenzij lokale protocollen direct vervoer naar een brandwondencentrum toestaan (Allison 2004). Daarnaast blijkt uit een Amerikaanse (Klein 2006) en een Canadese studie (Bell 2012) dat er geen verschil is tussen patiënten die rechtstreeks naar een brandwondencentrum worden vervoerd of die overgeplaatst worden wat betreft mortaliteit, opnameduur (Bell 2012, Klein 2006) 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 2017, ATLS 2018, LPA 2016). 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 2018). Dit staat verder beschreven in [module 1, handelen op plaats van ongeval](#) en [module 3, primaire opvang](#). Daarnaast moet geëvalueerd worden of de patiënt met brandwonden mogelijk een inhalatieletsel heeft ([zie module 4, intubatie](#)). Bij een vermoeden van inhalatieletsel moet de patiënt halfzittend vervoerd worden om de kans op respiratoire obstructie en aspiratie bij braken 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 2017, ATLS 2018, EMSB 2018). De brandwond kan tijdens het vervoer gekoeld worden met hydrogels maar de totale koelingsduur, inclusief het koelen voorafgaand aan het vervoer, is maximaal 20 minuten. De rest van het lichaam moet zo veel mogelijk op lichaamstemperatuur gehouden worden (Muehlberger 2010). De overdracht van een patiënt met brandwonden verschilt niet met de overdracht zoals beschreven in de ATLS en APLS. Voor de communicatie naar het ontvangende ziekenhuis is het aan te raden om dit volgens het acroniem SBAR (Situation, Background, Assessment, Recommendation) te laten plaatsvinden (LPA 2016).

M8 Vervoer

Situation:	Korte omschrijving van het probleem Trauma ja/nee ABCD
Background:	Relevante voorgeschiedenis Actuele medicatie Allergie Reanimeren ja/nee
Assessment:	Bevindingen Diagnose/differentiaal diagnose Ingezette behandeling
Recommendation:	Advies Verwachtingen Gewenste opvang

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 module 7, 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 'dient het vervoer begeleid te worden door een ter zake deskundige van het verwijzende ziekenhuis' (LPA 2016), bijvoorbeeld een (kinder)intensivist en wellicht met een Mobiele Intensive Care Unit (MICU). 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 2017, ATLS 2018, EMSB 2018). De patiënt dient zo veel mogelijk op lichaamstemperatuur gehouden te worden en er worden tijdens dit vervoer geen hydrogels meer gebruikt. De overdracht van een patiënt met brandwonden verschilt niet met de overdracht zoals beschreven in de ATLS en APLS. Voor de communicatie naar het ontvangende brandwondencentrum is het aan te raden om dit volgens het acroniem SBAR (Situation, Background, Assessment, Recommendation) te laten plaatsvinden (LPA 2016). De verwijzer is verantwoordelijk voor een zo compleet mogelijke overdracht. Hiervoor kan men het overplaatsingsformulier gebruiken dat beschikbaar is via <https://brandwondenzorg.nl/voor-zorgprofessionals/overplaatsing-bwc/> en als bijlage aan deze richtlijn is toegevoegd ([bijlage 2, overplaatsingsformulier](#)).

Overige overwegingen

De resultaten bestaan uit richtlijnen, consensus protocollen en overige literatuur die het vervoer en overplaatsing van patiënten 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

Bij verbranding van nek, hals en/of hoofd dient de patiënt met brandwonden halfzittend vervoerd te worden, tenzij daar een contra-indicatie voor is.
--

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

Een geïntubeerde patiënt dient halfzittend vervoerd te worden, tenzij daar een contra-indicatie voor is.

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

Hydrogels kunnen overwogen worden om de brandwond te koelen tijdens vervoer naar het ziekenhuis, waarbij de totale koelingsduur maximaal 20 minuten bedraagt. De rest van het lichaam dient zo veel mogelijk op lichaamstemperatuur gehouden te worden.

Bij overplaatsing (secundair vervoer) 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 LCI-richtlijn Tetanus (RIVM 2019)
- 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 2](#).

Aandachtspunten

De drie Nederlandse brandwondencentra hebben regionale afspraken met de ambulancezorg over eventueel direct vervoer van een patiënt met brandwonden naar het brandwondencentrum.

Daarnaast zijn er landelijke afspraken gemaakt over de zorg voor (poly)trauma patiënten. Deze landelijke afspraken worden regionaal ingevuld, waarbij rekening wordt gehouden met het letselpatroon van de polytrauma patiënt en de voorzieningen van elk ziekenhuis binnen deze regio (level 1, 2 of 3). Bij de keuze van een ziekenhuis voor een (potentiële) polytrauma patiënt met brandwonden dient hiermee rekening gehouden te worden. Deze afspraken zijn ook gemaakt over de zorg voor kinderen met brandwonden die een IC-indicatie hebben.

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 met adequate opvangmogelijkheid 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.
- APLS: Advanced Paediatric Life Support de Nederlandse editie (5de druk), 2017
- ATLS: Advanced Trauma Life Support® Student course manual (10th ed.), 2018. Chicago, IL: American College of Surgeons.
- Bell N, Simons R, Hameed SM, Schuurman N, Wheeler S. Does direct transport to provincial burn centers improve outcomes? A spatial epidemiology of severe burn injury in British Columbia, 2001-2006. *Canadian journal of surgery* 2012;55(2):110-6.
- Education Committee of the Australian and New Zealand Burn Association. Emergency Management of Severe Burns (EMSB) cursusboek. Nederlandse versie, Nederlandse Brandwonden Stichting, 2018.
- 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.
- LCI-richtlijn Tetanus. RIVM, 21 februari 2019 (<https://lci.rivm.nl/richtlijnen/tetanus>).
- LPA: Landelijk Protocol Ambulancezorg (Versie 8.1), 2016.
- Muehlberger T, Ottomann C, Toman N, Daigeler A, Lehnhardt M. Emergency pre-hospital care of burn patients. *The Surgeon: journal of the Royal Colleges of Surgeons of Edinburgh and Ireland* 2010;8(2):101-4.
- Saffle JR, Edelman L Morris SE. Regional air transport of burn patient: a case for telemedicine? *Journal of Trauma* 2004;57(1):57-64.
- Slater H, O'Mara MS, Goldfarb IW. Helicopter transportation of burn patients. *Burns* 2002;28(1):70-2.

Implementatie van de richtlijn

Uitgangsvraag:

Hoe kan de implementatie van deze richtlijn worden gewaarborgd?

Inleiding

De implementatie van multidisciplinaire richtlijnen is in Nederland voornamelijk nog 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 besproken (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). Ten slotte 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 de richtlijndatabase (www.richtlijndatabase.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 [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.
- Brandwondenzorg Nederland past de webapplicatie aan en onderzoekt de mogelijkheden voor een uitbreiding van de webapplicatie (beschikbaar via <https://app.brandwondenzorg.nl/>).
- 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 Brandwonden Stichting 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. *International Journal for Quality in Health Care* 1994;6(2):115-32.
- Wensing M, Weijden T van der, Grol R. Implementing guidelines and innovations in general practice: which interventions are effective? *The British Journal of General Practice* 1998;48(427):991-7.

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 van de eerste versie van de richtlijn 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 initieel indicatoren ontwikkeld. Deze zijn in 2019 getoetst op haalbaarheid en bruikbaarheid. Uit dit onderzoek bleek alleen de indicator voor intubatie bruikbaar en haalbaar. Voor de andere onderwerpen worden in een later stadium nieuwe indicatoren ontwikkeld die voldoen aan de criteria. Er is vooralsnog geen norm bepaald voor de indicator intubatie.

Intubatie	
Relatie tot kwaliteit	Een inhalatieletsel heeft vaak een negatief effect op de lange termijn prognose van de patiënt, 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 de patiënt, 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.

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 indicator intubatie te registreren. Tijdelijke aanpassingen en uitbreidingen van dit registratie systeem zijn ook mogelijk.

Voor de registratie van nog te ontwikkelen 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 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. *Journal of Burn Care & Research* 2008;29(1):257-66.
- Saffle JR. The Phenomenon of “Fluid Creep” in acute burn resuscitation. *Journal of Burn Care & Research* 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.

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: Informatieformulier overplaatsing brandwondenpatiënt

Informatieformulier overplaatsing

Te downloaden via <https://brandwondenzorg.nl/voor-zorgprofessionals/overplaatsing-bwc/>**Identification:**

Verwijzer _____ Datum: _____ Tijd: _____
 Naam, functie melder: _____ Telefoonnummer: _____
 Ziekenhuis: _____
 Plaats: _____
 Geschatte aankomsttijd: _____

Situation:

Naam patiënt: _____ Geboortedatum: _____ Leeftijd: _____
 Oorzaak: _____ Bijkomend letsel: _____
 Vuur ja nee Inhalatieletsel ja nee
 Water ja nee Wervelletsel ja nee
 Contact ja nee Fracturen ja nee
 Explosie ja nee
 Chemisch ja nee
 Elektrisch ja nee
 Geschat TVLO % : _____
 Lokalisatie brandwond: _____

Background:

Tijdstip ongeval: _____
 Toedracht: _____
 Bijzonderheden (allergieën, medicatie, tijdstip laatste maaltijd, medische voorgeschiedenis): _____

Assessment:

Airway: Ademweg vrij (cave halswervel letsel) ja nee
 Geïntubeerd ja nee

Breathing: Respiratie (kans op inhalatieletsel) Ademt spontaan ja nee
 Stridoreus ja nee
 Gesloten ruimte ja nee
 Neushaar verbrand ja nee
 Roet in de mond ja nee
 Heesheid ja nee
 Hoesten ja nee

SpO2:.....

Circulation: RR:..... HF:.....
 Haemorrhagie controle ja nee

Disability: Bewustzijnstoestand Alert ja nee
 Verbale respons ja nee
 Pain respons ja nee
 Unresponsive ja nee

Exposure: Warmhouden/koelen Koelen ja nee

Burnshield

ja nee

Regel van negen voor volwassenen en kinderen

Handmethode

Regel van negen bij kinderen tot 9 jaar:

< 1 jaar oud	1 jaar of ouder, per jaar
Hoofd: 18%	Hoofd: -1%
Been: 14%	Been: +0.5%

Fluid: Infuus, indien ingebracht ja nee

Criteria: Volwassene \geq 15%TVLO
Kind \geq 10%TVLO

Vochtbeleid: *Ringerlactaat 3 ml / kg / % TVLO / 24 uur helft 1e 8 uur vanaf tijdstip ongeval*
 + voor kind: *onderhoud glucose / zout (per 24 uur)*
100ml/kg <10kg + 50 ml/kg 10-20kg + 20 ml/kg 20-30kg
 Gegeven:.....ml

Diurese: Volwassenen 0,5 ml/kg/uur
Kinderen 1 ml/kg/uur

Recommendations:

- | | | |
|---|-----------------------------|------------------------------|
| Zuurstof: | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nee |
| Rechttop zittend vervoeren indien mogelijk: | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nee |
| Intubatie: | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nee |
| Vochtbeleid: | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nee |
| Koelen: min 10 min lauw stromend water | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nee |
| Spoelen: min 60 min lauw stromend water | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nee |
| Afdekken wond met folie: | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nee |
| Verbrande ledematen hoog leggen: | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nee |
| Pijnstilling: | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nee |
| Katheter a demeure: | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nee |
| Sonde: | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nee |
| Tetanus: | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nee |

Bijlage 3: 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 geïnterviewd. 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/rust uit te stralen en emotionele ondersteuning en informatie te geven aan patiënten 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.