

EWMA Document: Debridement

Een actueel overzicht en toelichting
van het belang van debridement



Titel:
Auteurs, vertaling en opmaak
M. Munne¹ (vertaling)
R. van Rossum² (opmaak)
R. Strohal³ (uitgever)

J. Dissemmond⁴
J. Jordan O'Brien⁵
A. Piaggese⁶
R. Rimdeika^{7,10}
T. Young⁹
J. Apelqvist (hoofdredacteur)¹⁰

1 TextStress, editing, creative writing, translation

2 Puffin, dtp en fotografie

3 Department of Dermatology and Venerology, Federal University Teaching Hospital Feldkirch, Feldkirch, Austria 4
Clinic of Dermatology, Venerology and Allergology, Essen University Hospital, Germany

5 Centre of Education, Beaumont Hospital, Beaumont Road, Dublin, Ireland

6 Department of Endocrinology and Metabolism, University of Pisa, Pisa, Italy

7 Kaunas University Hospital, Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Lithuania

8 Lithuanian University of Health Sciences, Faculty of Medicine, Lithuania

9 Bangor University, North Wales, United Kingdom

10 Department of Endocrinology, University Hospital of Malmö, Sweden.

Redactionele ondersteuning en coördinatie: Julie Bjerregaard, Secretariaat EWMA
Email: robert.strohal@lkhf. www.ewma.org

Dit document is tot stand gekomen door een onbeperkte bijdrage van Ferris Healthcare, FlenPharma, Lohmann & Rauscher, Sorbion and Söring.

Dit artikel is niet dubbel blind beoordeeld door middel van peer review.

Aan dit artikel moet worden gerefereerd als: *Strohal, R., Apelqvist, J., Dissemmond, J. et al. EWMA Document: Debridement. J Wound Care. 2013; 22 (Suppl. 1): S1-S52.*

© EWMA 2013

Alle rechten voorbehouden. Niets uit dit document mag worden verveelvoudigd, worden overgenomen of gekopieerd zonder schriftelijke toestemming. Geen onderdeel van deze publicatie mag worden verveelvoudigd, opgeslagen worden in zoeksystemen of worden overgenomen in enige andere vorm of enige wijze, hetzij mechanisch, elektronisch, door middel van fotokopieën, opnames of anderszond zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van European Wound Management Association (EWMA) of in overeenstemming met de toepasselijke wetgeving van het auteursrecht.

Alhoewel de uitgever, MA Healthcare Ltd. en EWMA, zorgvuldig en nauwkeurig te werk is gegaan, kunnen noch MA Healthcare Ltd. noch EWMA aansprakelijk worden gesteld voor fouten of vergissingen in dit document. Datzelfde geldt voor het uitgeven van vertaling van dit document in opdracht van het WCS Kenniscentrum Wondzorg.

Gepubliceerd in opdracht van EWMA door MA Healthcare Ltd. Nederlandse vertaling gepubliceerd in opdracht van WCS Kenniscentrum Wondzorg.

Uitgever: Anthony Kerr

Hoofdredacteur: Daniel Shanahan

Ontwerper: Alison Cutler

Uitgegeven door: MA Healthcare Ltd, St Jude's Church, Dulwich Road, London, SE24 0PB, UK

Tel: +44 (0)20 7738 5454

Email: anthony.kerr@markallengroup.com www.markallengroup.com

Inhoud

Introductie	4
Methode	6
Instemming van de patiënt bij debridement	8
Mechanisch debridement	10
Wet-to-dry debridement	10
Paraffinegas	10
Gaas	11
Monofilament vezelkompres	12
Conclusies	12
Autolytische verbanden, enzymatische verbanden, absorberende verbanden en honing	13
Autolytische verbanden	13
Enzymatische verbanden	17
Absorberende verbanden	20
Honing	20
Biochirurgisch debridement: madetherapie	22
Technische oplossingen	26
Directe debridementstechnieken	26
Hydrochirurgie/ mechanisch debridement m.b.v. een hydrojet	26
Echoscopie	27
Indirecte debridementstechnieken	28
Negatieve druk	28
Laagfrequente echoscopie	29
Conclusies	30
Chirurgisch en scherp debridement	31
Economische aspecten van de gezondheidszorg: wondmanagement en debridement	35
Economische aspecten van de gezondheidszorg en factoren gerelateerd aan genezing van niet-helende wonden	35
De kosten van wondzorg: bestaande evidence	36
De gezondheidseconomie van debridement	37
Noodzaak voor onderzoek naar kosteneffectiviteit van debridement	37
Een algoritme voor debridement	39
Literatuur	42
Bijlagen	46

Introductie

De reguliere zorg van niet-helende acute en chronische wonden bestaat vaak uit reiniging of debridement. Debridement is noodzakelijk om het functionele proces van wondgenezing te starten en debridement speelt een centrale rol in de behandeling van zowel acute als chronische, niet-helende wonden.

De laatste jaren zijn diverse nieuwe debridementstechnieken geïntroduceerd; primair gericht op de fysieke principes en krachten om de overgang van de acute, ontstoken fase naar de herstellende fase te bevorderen ⁽¹⁾.

Ondanks de centrale plaats die debridement op het gebied van wondgenezing inneemt, zijn er nog geen publicaties die alle informatie omvatten. In dit document wil de European Wound Management Association (EWMA) een overzicht geven van de verschillende mogelijkheden van debridement, inclusief een verduidelijking van het voornaamste doel van debridement (waarom en wanneer dit toe te passen, wetenschappelijk bewijs voor debridement), een overzicht van de mogelijkheden en beperkingen van de gangbare en nieuwe technieken van debridement, evenals specifieke gebruikstoepassingen, economische aspecten en een algoritme voor de klinische routine.

Definitie van debridement

Het woord *debridement* komt van het Franse *débridement*, wat 'een blokkade verwijderen' betekent. In de klinische geneeskunde werd deze term voor het eerst gebruikt door Henri Le Dran (1685-1770) bij de beschrijving van een incisie om drainage te bevorderen en spanning te verlichten ⁽²⁾. Tegenwoordig betekent debridement diepgaande

verwijdering van vastzittend, dood of gecontamineerd weefsel uit een wond ⁽³⁾. Dit proces moet los worden gezien van reiniging, dat wordt gedefinieerd als het verwijderen van vuil (los metabolisch afval of niet-lichaamseigen materiaal). Daarbij vallen wondrevisie, het verwijderen van vitaal weefsel en amputatie niet onder de definitie van debridement. Daarom definiëren wij debridement als het verwijderen van necrotisch materiaal, beslag, afgestorven weefsel, oppervlakkige korsten, geïnfecteerd weefsel, hyperkeratose, pus, hematomen, vreemde lichamen, débris, stukjes bot of een ander soortig microbiologische belasting van een wond, met als doel de wondgenezing te verbeteren.

Debridement wordt soms genoemd als een vorm van wondbedpreparatie; echter vanuit het totaalbeeld bekeken wordt het duidelijk dat niet alleen het wondbed, maar ook de wondranden en de huid rondom de wond belangrijk zijn voor succesvolle genezing ⁽⁴⁾. Dit ondersteunt een definitie van debridement die niet alleen verwijst naar het verwijderen van microbiologische belasting van het wondbed, maar ook het onderhouden van de wondranden en de huid rondom de wond. Dit document wil aantonen dat een bredere kijk op debridement nieuwe mogelijkheden en perspectieven biedt op het gebied van wondgenezing.

Wanneer naar een globale aanpak van wondgenezing wordt gekeken moet debridement gezien worden als een proces dat mogelijk tegelijk met andere behandelingen wordt toegepast, met als doel een positieve situatie te creëren, die verschillende klinische doelen, gerelateerd aan wondzorg, ondersteunt. Wij geloven dat deze aanpak de kans op verschillende klinische voordelen verhoogt.

Foto 1. Wondranden bedekt met ingedroogd exsudaat en hyperkeratose wat het fysiologische proces van wondgenezing kan beïnvloeden

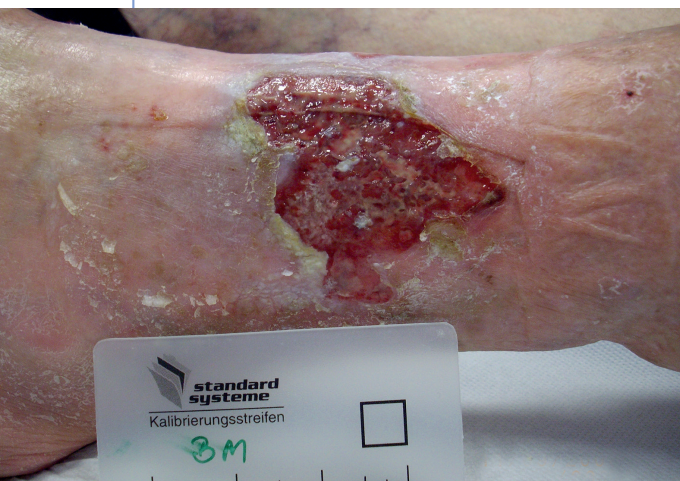


Foto 2. Onderbeen met crusten van exsudaat, grote huidschilfers, hyperkeratose en debris verspreid over het hele been, wat het fysiologische proces van wondgenezing kan beïnvloeden.

Hieronder vallen: een verhoogde kwaliteit van leven voor de patiënt, minder geur, verbeterde microcirculatie, genormaliseerde biochemie met inbegrip van de matrixmetalloproteïnase (MMP) balans, verminderde kans op maceratie en bevordering van de genezing vanuit de wondranden. Een globale aanpak van debridement heeft als voordeel dat per wondfase doelen voor debridement vastgelegd kunnen worden en te beoordelen of deze doelen zijn bereikt. De belangrijkste doelen voor debridement zijn samengevat in tabel 1.

Indicaties voor debridement

Omdat debridement een centrale plaats in wondmanagement inneemt, kan de techniek worden toegepast op alle soorten wonden, ongeacht diagnose of oorzaak. De indicatie voor debridement en de timing van de procedure zijn wel per situatie verschillend. Een duidelijke indicatie kan worden gegeven door het vaststellen van de verschillende weefseltypen en de microbiologische belasting in het wondbed, evenals de staat van de wondranden en de omliggende huid. Een

Tabel 1. Belangrijkste doelen voor debridement

Verwijder	Necrose Beslag Aangetast weefsel Bronnen van inflammatie Bronnen van infectie Exsudaat Sereuze crusten Hyperkeratose Pus Hematomen Vreemde lichamen Debris Stukjes bot Andere vormen van biologische belasting/ vertragende barrières
Verminder	Geur Buitensporig exsudaat Risico op infectie
Stimuleer	Wondranden Epithelialisatie
Verbeter	Kwaliteit van leven

definitie van debridement die zich richt op de weefselsoort, geeft zorgverleners de mogelijkheid om het juiste moment voor debridement en de beste methode te selecteren. Daarom moet een goede diagnose allereerst het probleem identificeren (necrose, korsten, beslag en infectiebron) en vervolgens de hoeveelheid exsudaat kwantificeren, variërend van droog tot nat (figuur 3-6).

Er zijn nog veel meer parameters die het besluit om debridement toe te passen kunnen beïnvloeden, vooral wanneer het gaat om de keuze voor de juiste methode. Voorbeelden hiervan zijn pijn, de omgeving van de patiënt, de voorkeur van de

patiënt, de leeftijd van de patiënt, de vaardigheid en mogelijkheden van de zorgverlener(s), de kwaliteit van leven van de patiënt en de voorschriften en richtlijnen in de betreffende zorginstelling (tabel 2).

Samenvattend beschouwen wij debridement als een geïntegreerd en meetbaar onderdeel van de zorg voor een patiënt met een wond. Door het creëren van een gezond wondbed, gezonde wondranden en een gezonde huid rondom de wond, wordt het doel - het bevorderen en versnellen van de genezing - bereikt. De indicatie voor debridement en de keuze van de techniek staan niet in relatie tot de diagnose van de wond, maar worden bepaald door status van de wondbodem en het exsudaat en andere relevante factoren die betrekking hebben op de situatie van de patiënt.

Methodologie

De methodologie van dit document, bestaat uit een algemeen overzicht van de literatuur met toevoeging van de klinische expertise van de auteurs. Het doel is een actueel overzicht te geven van debridement en de methodes en suggesties voor een algemeen klinisch algoritme dat het waarom, wanneer en hoe definieert. Dit artikel is daarom niet slechts gebaseerd op evidence of een evaluatie van bestaande producten; dat zou het voornaamste doel van dit document belemmeren: het omschrijven van de aanzienlijke hoeveelheid beschikbare debridementstechnieken, die allen voordelen en beperkingen hebben in verhouding tot de verschillende wonden en de setting waarin zij behandeld worden.

De zoekstrategie naar literatuur was zodanig opgesteld dat een grote verscheidenheid aan methoden en resultaten van verschillende technieken voor debridement kon worden opgespoord. Drie databases werden doorzocht: Medline, Embase en de Cochrane Database. Het literatuuronderzoek vond plaats in december 2011 en de zoektermen die gebruikt zijn, zijn in bijlage 1 weergegeven.

De auteurs die voor de verschillende onderdelen van dit document verantwoordelijk zijn, hebben

Foto 3. Droge fibrine; de wondranden tonen dat de fibrine hier de barrière vormen tot genezing

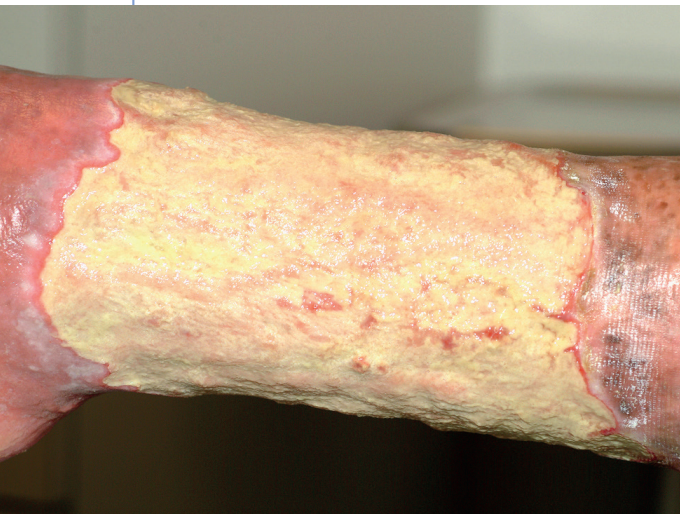


Foto 4. Vastzittende, zwarte necrose

Foto 5. Nat beslag



Foto 6. Lokale infectie van de wond en wondranden, met mogelijk aanwezigheid van biofilm

Tabel 2. Aanvullende parameters die de keuze voor debridement en bijpassende techniek beïnvloeden

Keuze parameters	
Pijn	Deskundigheid zorgverlener
Omgeving patiënt	Benodigheden zorgverlener
Keuze en toestemming patiënt	Wetgeving
Biologische leeftijd en comorbiditeiten	Richtlijnen
Kwaliteit van leven	

zelf de relevante literatuur voor dat deel geselecteerd, voornamelijk gebaseerd op de literatuur die uit de databases naar voren kwam. De gebruikte literatuur omvat verschillende soorten onderzoeken naar debridement. Reviews, randomised controlled studies (RCT's), vergelijkende onderzoeken en cohortstudies hadden prioriteit, maar in veel gevallen zijn ook niet-vergelijkende onderzoeken, casestudy's, in-vitro-onderzoeken en zelfs onderzoeken bij dieren gebruikt omdat RCT's en vergelijkende onderzoeken niet beschikbaar waren voor de technieken of onderwerpen die in dit document beschreven worden.

De referentielijst, inclusief vermelding van het soort onderzoek en de publicatie, is te vinden op www.ewma.org en in bijlage 2.

Met betrekking tot het literatuuronderzoek kunnen we als een algemene conclusie stellen dat er meer hoogwaardig onderzoek nodig is om de bevindingen in dit document te ondersteunen. Totdat het geval is, moeten we het doen met de huidige informatie en ervaring die bestaande methoden van debridement te beschrijven.

Instemming van de patiënt bij debridement

Een holistische en volledige beoordeling van de patiënt is een noodzakelijke voorwaarde om de beste methode van debridement te bepalen. De betrokkenheid van de patiënt bij deze beoordeling, en bij het plannen van de behandeling, zal de kans op succes vergroten, omdat een goed

geïnformeerde patiënt eerder geneigd is de behandeling te accepteren en mee te werken. Daardoor zal de kans op het succesvol verwijderen van necrotisch weefsel groter zijn ⁽⁵⁾.

Voordat onderzoek, behandeling of persoonlijke verzorging plaatsvindt, moet toestemming van de patiënt worden verkregen ⁽⁶⁾. Deze toestemming is pas geldig als de persoon die de toestemming geeft in staat is deze beslissing te nemen of daartoe in staat wordt geacht. Toestemming dient vrijwillig en zonder dwang te worden gegeven en de patiënt moet voorzien worden van voldoende informatie om tot een besluit te kunnen komen. Informatie over het soort debridement, inclusief de voordelen en risico's, de gevolgen van de behandeling en de alternatieven die beschikbaar zijn, dient aan de patiënt te worden overlegd ⁽⁷⁾.

Hierbij moet opgemerkt worden dat een ouder of voogd toestemming kan geven als de persoon waarbij het debridement wordt toegepast te jong is (<16 jaar) of niet in staat dit besluit te nemen (als gevolg van fysieke of mentale ziekte) ⁽⁸⁾. Het is belangrijk dat zowel ouders als kind geïnformeerd worden over de voorgestelde behandeling en dat er naar het kind geluisterd wordt, zodat die ook betrokken wordt bij de besluitvorming. Ervoor zorg dragen dat de toestemming op legale en ethisch verantwoorde wijze verkregen wordt, vermindert de risico's op rechtszaken en verhoogt patiënttevredenheid ⁽⁹⁾.

Informed consent kan direct of indirect wor-

den gegeven. Indirect gegeven toestemming kan worden afgeleid uit de actie van de patiënt, bijvoorbeeld bij vrijwillig bezoek aan een kliniek waar met madetherapie wordt gewerkt⁽¹⁰⁾. Direct gegeven toestemming kan zowel geschreven als mondeling zijn⁽¹¹⁾. In de USA en het Verenigd Koninkrijk bijvoorbeeld, is het gebruikelijk dat patiënten een toestemmingsformulier ondertekenen. Daarmee geven zij aan dat ze informatie hebben ontvangen en dat zij hun toestemming geven voor de zorg, bijvoorbeeld bij scherp debridement van een necrotiserend diabetisch voetulcus.

Het is van belang dat het juiste proces is gevolgd voor het verkrijgen van het informed consent. Ook zal goede verslaglegging ervoor zorgen dat men later weet welke informatie aan de patiënten is verstrekt. Dit kan helderheid geven over de behandeling, bijvoorbeeld in het geval van amputatie van een been onder algehele narcose. Patiënten hebben echter het recht tijdens iedere fase voor of tijdens de uitvoer van het debridement hun toestemming in te trekken⁽¹²⁾.

Ongeachte welke techniek van debridement wordt toegepast, het is van groot belang dat patiënten goed geïnformeerd zijn, zodat zij weloverwogen kunnen besluiten of ze instemmen met de behandeling. De focus hoort op alle soorten debridement te liggen en niet alleen op chirurgisch of scherp debridement. Informed consent is niet slechts een handtekening op een stukje papier, maar een bewijs van actieve participatie van de patiënt in de besluitvorming inzake zijn eigen gezondheid⁽¹³⁾.

Een voorbeeld van een toestemmingsformulier voor debridement kan worden gevonden in bijlage 3.



Het doel is een actueel overzicht te geven van debridement en de methodes en suggesties voor een algemeen klinisch algoritme dat het waarom, wanneer en hoe definieert



Mechanisch debridement

Mechanisch debridement betreft het gebruik van droge gazen, wet-to-dry methode, geïmpregneerde gazen, vetgazen of monofilament vezelkompres om afgestorven weefsel uit het wondbed te verwijderen.

In het literatuuronderzoek werd een groot deel van de artikelen uitgesloten, aangezien zij geen specifieke informatie over het verwijderen van niet-vitaal weefsel bevatten (Edsrtom et al., 1979; Xakellis and Chrischilles, 1992; Brown, 2000; Piaggi et al., 2000; Caravaggio et al., 2003; Eginton et al., 2003; Wanner et al., 2003; Allie et al., 2004; Cohn et al., 2004; Mouës, 2004; Brigido et al., 2006; Huang et al., 2006; Yao et al., 2006; Mouës et al., 2007; Koller et al., 2008; Wang and Teng, 2008; El-Nahas et al., 2009; Saba et al., 2009; Martin et al., 2010; Perez et al., 2010; Solway et al., 2010; Brenes et al., 2011; Uccioli et al., 2011; Warriner et al., 2011; Zhen et al., 2011. (Volledige referenties zie bijlage 4).

Wet-to-dry debridement

Achtergrond

Mechanisch debridement is de meest gebruikte techniek voor debridement in de USA⁽¹⁴⁾ en wordt al diverse decennia toegepast^(15,16). Er zijn ook omschrijvingen van een wet-to-dry methode van wondreïning⁽¹⁷⁾, maar die moet niet verward worden met het traditionele wet-to-dry debridement.

Handeling

Een techniek die gebruikt wordt om mechanisch debridement uit te voeren, is de wet-to-dry methode. Een vochtig gaas wordt op de wond gelegd. Wanneer het necrotisch weefsel op het wondbed opdroogt, hardt het uit en gaat het vastzitten aan

het gaas. Wanneer het gaas wordt verwijderd, wordt het vastgeplakte weefsel meegetrokken.

Indicaties

Wet-to-dry verband wordt alleen aangeraden als een tijdelijke oplossing voor geïnfecteerde, necrotische wonden^(15,18). Eén casestudy noemt het gebruik van wet-to-dry als mogelijkheid voor debridement bij een patiënt met een categorie III decubituswond⁽¹⁹⁾. Ook is er in één casus succes gemeld bij het gebruik van wet-to-dry als onderdeel van een debridementplan⁽²⁰⁾.

Beperkingen

De wet-to-dry methode resulteert vaak in een gebrek aan procedurele eenduidigheid, met als gevolg een verhoogd risico op infectie; daarbij kunnen deeltjes van het gaas als vreemd lichaam in het wondbed achterblijven. De nadelen van deze methode zijn beschreven als schade aan gezond weefsel, pijn en noodzakelijk frequente verbandwisselingen⁽¹⁵⁾. Alhoewel de kosten van gazen laag zijn, is de toepassing tijdrovend en duur^(15,18).

Paraffinegas

Donati en Viganò⁽²¹⁾ noemen anekdotische rapporten waarin paraffinegas pijn en schade aan gezond weefsel veroorzaakt, bloeden van het wondbed bij verwijdering van het gaas en een verhoogd risico op infectie naast een vertraging in reëpithelialisatie⁽²¹⁾. Barnea et al.⁽²²⁾, in een onderzoek dat een hydrofiber met paraffinegas vergeleek, merkten op dat patiënten op een split skin donorplaats aanzienlijk meer pijn en een minder snelle epithelialisatie ($p < 0,01$) hadden bij gebruik van het paraffinegas.



Mechanisch debridement is de meest gebruikte techniek voor debridement in de USA en wordt al diverse decennia toegepast



Gaas

Achtergrond

Traditioneel gezien is gaas het basisverband in de wondzorg en wordt het vaak gebruikt als vergelijkingsmateriaal in studies. Er is echter slechts beperkt informatie en bewijs beschikbaar wanneer wordt gekeken naar effectiviteit van gaas als materiaal voor debridement^(23,24).

Indicaties

In een Cochrane systematische review werden tien onderzoeken besproken, waarin gaas als vergelijkingsmateriaal werd gebruikt bij studies die verbanden met lokaal aangebrachte middelen bij postoperatieve secundair genezende wonden vergeleken. De duur van de toepassing van debridement werd echter niet gebruikt als uitkomst, maar de genezingsduur.

In vier van de proefstudies werd gaas geassocieerd met beduidend meer pijn voor de patiënt, vergeleken met het gebruik van andere verbanden. Deze bevindingen werden aangevuld door de data van drie andere proefstudies waaruit bleek dat patiënten die met gaas werden behandeld, minder tevreden waren met hun behandeling dan de patiënten bij wie alternatieve verbanden gebruikt werden⁽²⁵⁾.

Dryburgh et al.⁽²³⁾, in een Cochrane systematische review over het debridement van chirurgische wonden, identificeerden drie onderzoeken die doordrenkt gaas (met verschillende oplossingen) als vergelijkingsmateriaal gebruikten. Zij concludeerden echter dat de RCT's klein waren, verouderde producten bespraken en methodologisch gezien van slechte kwaliteit waren. Ze vonden geen RCT's met bewijs voor een specifieke methode van debridement⁽²³⁾.

Het debridement van diabetische voetulcera was het onderwerp van een volgende Cochrane review, waarin bij twee studies gaas als interventie werd ingezet⁽²⁴⁾. De auteurs kwamen tot de conclusie dat het gebruik van een hydrogel de genezing van diabetische ulcera bevordert, in vergelijking met gaas of standaard wondzorg. Het is echter niet duidelijk of dit effect te wijten is aan het debridement⁽²⁴⁾.

Beperkingen

De voornaamste beperking bij het gebruik van gaas als methode voor debridement is dat gaas in verband wordt gebracht met beduidend meer pijn voor de patiënt dan het gebruik van andere verbanden.

Een algemene beperking voor het gebruik van gaas bij wondzorg is de noodzaak voor het frequent wisselen van de verbanden, bijvoorbeeld om pijn bij de patiënt te voorkomen. Hierdoor wordt een groter beroep op het verplegend personeel gedaan⁽²⁶⁾.

Kosteneffectiviteit

Een gezondheid technologische analyse, waarin gekeken werd naar de klinische efficiëntie en de kosteneffectiviteit van middelen voor debridement wanneer toegepast op postoperatieve secundair genezende wonden, toonde aan dat moderne verbanden goedkoper waren dan gewone of geïmpregneerde gazen. De kwaliteit van de

kosteneffectiviteitsanalyse in deze onderzoeken werd echter laag bevonden ⁽²⁷⁾.

Uit enkele andere studies blijkt echter wel dat de grotere inzet van verplegend personeel vanwege de frequente wisselingen, kosteneffectiviteit van gaas verlaagt ⁽²⁶⁾.

Monofilament vezelkompres

Achtergrond

Het monofilament vezelproduct is pas recent geïntroduceerd als een nieuwe methode van debridement en is ontwikkeld om op mechanische wijze dood weefsel uit het wondbed te verwijderen. Casestudies suggereren dat dood weefsel, keratotisch débris en ingedroogd exsudaat zich verbinden aan de vezelstructuur en zo van het wondbed en de omliggende huid worden verwijderd ⁽²⁹⁾.

Gebruik

De wondcontactlaag is fleece-achtig van uiterlijk en wordt na bevochtiging gedurende twee tot vier minuten zacht over het oppervlak van de wond gewreven ⁽³⁰⁾.

Indicaties

Het monofilament vezelkompres wordt gebruikt bij het debrideren van verschillende wondsoorten, waaronder het veneuze ulcus cruris, diabetische voetwonden (neuropathisch en neuro-ischemisch), arteriële ulcera, ulcera van gemengde arteriële-veneuze etiologie, decubituswonden en traumatische wonden ^(29,31).

Een aantal kleinere, prospectieve, pilot- of niet vergelijkende onderzoeken en casestudies ⁽²⁹⁾ wezen op goede resultaten na eenmalig gebruik op verschillende weefseltypen, zoals dood weefsel

en hyperkeratose. Er wordt ook gesuggereerd dat het gebruik van monofilament vezelkompres leidt tot de verwijdering van débris, maar dat gezond granulatieweefsel, evenals kleine eilandjes van epitheel, intact blijven ⁽²⁹⁾.

In geval van dik, taai dood weefsel en harde necrose wordt aangeraden het weefsel zachter te maken alvorens het met kompres te behandelen ⁽²⁸⁾. In een grotere studie die zestig patiënten met chronische wonden omvatte, waarvan 57 (95%) in de analyse werden opgenomen, was dit monofilament vezelkompres in 93,4% (n= 142) van de debridement behandelingen effectief ⁽³²⁾.

Voordelen

Het debridement met monofilament kompres is snel (twee tot twaalf minuten) ^(32,33). Daarbij is het monofilament kompres gemakkelijk te gebruiken, met nauwelijks tot geen pijn bij de patiënt ⁽³¹⁾.

Bijwerkingen

Enkele pijnreacties na afloop van het debridement zijn gemeld. ⁽³²⁾.

Conclusies

Er is weinig bewijs om de wet-to-dry methode, gaas en paraffinegas als methoden voor debridement te ondersteunen. De beperkingen zouden het gebruik in de klinische praktijk moeten uitsluiten; alleen het monofilament vezelkompres lijkt een gangbare techniek voor mechanisch debridement, doordat het een snelle, veilige en eenvoudige methode is, die de patiënt weinig tot geen pijn doet. Verder onderzoek, waaronder het klinisch gebruik op een variëteit van acute en chronische wondsoorten, is echter noodzakelijk.

Autolytische verbanden, enzymatische verbanden, absorberende verbanden en honing

Dit hoofdstuk beschrijft verschillende debridementstechnieken met autolytische, enzymatische en/of absorberende kenmerken. Er zijn tegenwoordig veel verschillende producten beschikbaar, die combinaties van componenten aanbieden en geschikt zijn voor verschillende soorten wonden en wondfasen. Hieronder volgt een overzicht van de verschillende productsoorten, ingedeeld in vier categorieën: autolytische verbanden, enzymatische verbanden, absorberende verbanden en honing.

Autolytische verbanden

Achtergrond

De term 'autolytisch debridement' beschrijft een natuurlijk proces van alle wondsoorten, dat ondersteund wordt door vochtig wondmanagement. Er zijn veel verschillende producten voor autolytisch debridement beschikbaar, elk met verschillende eigenschappen, voordelen en beperkingen. Ze kunnen ingedeeld worden in de volgende soorten:

- a.** Hydrogels, of op hydrogel gebaseerde verbanden, zijn driedimensionale netwerken van homopolymere of copolymeren, verzadigd

met water. De hoeveelheid water in hydrogelverbanden varieert van 30% tot 90%. Verschillende gelvormende stoffen, zoals carboxymethylcellulose, zijn aan de meeste hydrogels toegevoegd ⁽³⁴⁾.

- b.** Hydrocolloïden zijn samengesteld uit carboxymethylcellulose, gelatine, pectine, elastomeren en klevende componenten die in een gel veranderen als zij exsudaat absorberen ⁽³⁵⁾.
- c.** Sterk-absorberende verbanden met autolytische en occlusieve eigenschappen, zoals verbanden met multifunctionele polymeer-membranen of hydratietechnieken (bijvoorbeeld Hydration Response Technology, HRT). Deze verbanden zijn ontworpen voor exsudaatmanagement, met als doel een vochtige en fysiologische omgeving voor autolytisch debridement te creëren ⁽³⁶⁾.

Sommige verbanden bevatten een hydrofiel gemodificeerd zetmeel, dat driedimensionaal gebonden is aan jodium.

- d.** Hydrofibers, waaronder carboxymethylcellu-

lose vezels die in een gel veranderen wanneer zij in contact komen met exsudaat, ondersteunen het verwijderen van afgestorven weefsel. Hydrofiberverbanden zijn sterk absorberend en ze kunnen zilver bevatten en andere antibacteriële stoffen.

- e. Combinatieverbanden. Sommige verbanden combineren autolytische, absorberende en antibacteriële eigenschappen in het debridementsproces. Hieronder vallen ook de alginaatgels, waarin gehydrateerde alginaatpolymeren in een polyethyleenglycol (PEG)/watermatrix zijn opgenomen, verankerd in een antibacteriële oxidase/periodase enzymencomplex⁽³⁸⁾.

Indicaties

Autolytische verbanden zijn geïndiceerd bij verschillende soorten acute en chronische wonden met necrotisch weefsel of fibrineus beslag. Het doel is deze wonden te rehydreren of korsten en ingedroogd exsudaat te verweken⁽³³⁾. Hydrogels bijvoorbeeld, moeten alleen gebruikt worden bij wonden met nauwelijks tot geen exsudaat, terwijl absorberende verbanden met autolytische eigenschappen, hydrofibers en combinatieverbanden juist ingezet worden bij de behandeling van exsuderende wonden (licht, matig of sterk) met gele necrose. Er zijn verschillende producten beschikbaar voor verschillende mate van exsudaat.

Autolytisch debridement kan ingezet worden bij geïnfecteerde wonden, maar alleen wanneer de infectie onder behandeling of onder controle is.

Gebruik

De producten voor autolytisch debridement hebben een tweezijdige functie in wondbehandeling. Zij kunnen water afgeven aan droge wonden en exsudaat absorberen uit matig exsuderende wonden. Het idee achter autolytisch debridement is dat het een selectief debridement is door het opwekken van de lichaamseigen proteolytische enzymen van de patiënt, waaronder collagenase, elastase, myeloperoxidase, hydroxylasezuren of lysozymen, evenals het activeren van fagocyten.

Autolytisch debridement is een selectief debridement door het opwekken van lichaamseigen proteolytische enzymen van de patiënt en het activeren van fagocyten

Deze enzymen maken necrotisch weefsel en beslag zachter en breken het af, waardoor macrofagen dit kunnen verwijderen. De meeste van deze enzymen worden geproduceerd door leukocyten. Een ander aspect van autolytisch debridement wordt bewerkstelligd door de hoge concentratie water in bijvoorbeeld hydrogels en het hydraterende effect van absorberende verbanden, wat leidt tot zwelling van necrotisch weefsel en fibrine, waardoor het gemakkelijker te verwijderen is.

Voor een autolytisch debridement, moet een wondmilieu worden gecreëerd dat optimaal is voor de werking van leukocyten en macrofagen. Dit wordt bereikt door een vochtige wondomgeving te creëren, bijvoorbeeld door het gebruik van hydrogels of polysacchariden, die het opgeloste materiaal absorberen en binden, zodat een vochtig milieu in de wond blijft bestaan.

Ad c. Sterk-absorberende verbanden absorberen en binden exsudaat wat de wondgenezing zou kunnen hinderen en worden vaak gecombineerd met hydraterende stoffen die voorkomen dat de

verbanden aan de wond kleven en er wordt van beweerd dat deze bij sommige wondsoorten de wondgenezing ondersteunen (zie contra-indicaties voor wondsoorten en gebieden die moeten worden uitgesloten).

Middelen die op HRT zijn gebaseerd, combineren een lijmloos mengsel van mechanisch bewerkte cellulosevezels en geleïchtige materialen. Vergelijkende in-vitrotesten hebben een antibacteriële en antimycotische werking aangetoond in deze verbanden. Dit impliceert dat toepassing van deze middelen de behandeling van geïnfecteerde wonden zou kunnen ondersteunen, omdat zij micro-organismen insluiten terwijl het exsudaat wordt geabsorbeerd⁽⁴⁰⁾.

Verbanden die vloeibaar cadexomeerjodium bevatten gecombineerd met hydrofiel gemodificeerd zetmeel, kunnen tot zeven keer hun droge gewicht aan exsudaat opnemen en dan een hydrogel vormen. Hoewel de gel autolytisch debridement ondersteunt, is de voornaamste indicatie de antibacteriële werking bij geïnfecteerde wonden^(41,42).

Ad e. Sommige combinatieverbanden bevatten een enzym alginaatgel, waarvan wordt geclaimd dat dit een beschermende laag vormt, waardoor de wondranden beschermd worden tegen maceratie⁽³⁸⁾.

Toepassing

Om het autolytisch debridement goed uit te voeren, dient het verband direct op het wondbed aangebracht te worden. Omdat toepassing van de beschikbare verbanden vanwege hun respectievelijke eigenschappen varieert, zijn er specifieke aanwijzingen per soort product van belang.

Vermeld dient te worden dat in geval van autolytische verbanden zonder absorberende eigenschappen, deze gecombineerd kunnen worden met een absorberend secundair verband om reeds losgelaten, afgestorven weefsel te verwijderen. Bij autolytisch debridement is het gebruikelijk de verbanden één keer per dag te wisselen. Resten van

gels kunnen worden verwijderd met kraanwater of steriele spoelvoelstoffen^(34,43).

Daaraan moet worden toegevoegd dat:

Ad a. In het geval van hydrogels een laag van minstens vijf millimeter noodzakelijk is. Smalle of diepe wonden kunnen compleet worden opgevuld met de gel. Hydrogelverbanden moeten zodanig worden aangebracht dat zij de wondranden aan alle zijden meer dan twee cm overlappen.

Ad c.

Verbanden met sterk absorberende eigenschappen moeten met een dikte van minstens drie millimeter worden aangebracht. Het verband dient na één tot drie dagen vervangen te worden, afhankelijk van de hoeveelheid exsudaat.

Voor cadexomeerjodium wordt aangeraden de totale dosis 150 g/week niet te overschrijden en de gehele behandeling niet langer dan drie maanden te laten duren⁽⁴⁴⁾.

Voordelen

Producten voor autolytisch debridement staan bekend als gebruiksvriendelijk en vrijwel pijnloos in hun toepassing. Ze beschadigen het gezonde weefsel niet (selectief debridement) en zouden het ontstaan van granulatieweefsel en epithelialisatie bevorderen^(22,37). Voor de meeste van deze producten zijn minder verbandwisselingen nodig⁽⁴⁵⁾.

Voor de verschillende groepen producten moet het volgende nog worden opgemerkt:

Ad a.

Een extra voordeel van hydrogelverbanden is dat zij vrijwel transparant zijn, waardoor wondinspectie kan plaatsvinden zonder het verband te hoeven verwijderen. Naast de debriderende functie zorgen sommige hydrogelverbanden voor een verkoelend effect, wat voornamelijk bij patiënten met brandwonden kan leiden tot vermindering van pijn. Voor andere patiënten echter, bijvoorbeeld patiënten met arterieel vaatlijden, kan dit verkoelende effect juist onprettig zijn⁽³⁴⁾.

Ad c.

De voordelen van absorberende verbanden met autolytische eigenschappen zijn o.a. de verwijdering van dood weefsel, hydratatie, absorptie en bescherming⁽³⁶⁾. Deze verbanden zijn ontwikkeld om toegepast te worden op sterk exsuderende wonden, waardoor exsudaat beheersbaar is.

Verbanden met polymeermembraan zouden weefsel verweken en exsudaat absorberen door glycerine en zetmeel te combineren, met als doel de genezing te bevorderen^(45,46).

Ad e.

Door het aanmaken van reactieve zuurstofdeeltjes zou het oxidase/peroxidase-enzymencomplex, dat gebruikt wordt in combinatieverbanden, een effectief antimicrobiële werking moeten hebben. Sommige combinatieverbanden bevatten alginaatpolymeren met sterk absorberende eigenschappen en een polyethyleenglycol/wateroplossing. Deze verbanden zouden micro-organismen absorberen, waardoor een oxiderend antimicrobieel effect ontstaat⁽³⁸⁾.

Contra-indicaties

Een algemene contra-indicatie is overgevoeligheid voor ingrediënten van het verband. Propyleenglycol bijvoorbeeld, wordt gebruikt als conserveermiddel in veel autolytische verbanden en het is bekend dat overgevoeligheid voor propyleenglycol bij 14% van de patiënten met een veneus ulcus cruris voorkomt⁽⁴⁷⁾.

Andere contra-indicaties, specifiek voor de productgroepen, zijn:

Ad a.

Hydrogels en hydrogelverbanden moeten niet worden gebruikt op bloedende wonden, fistels of in lichaamsopeningen. Daarbij dienen ze niet te worden gebruikt wanneer wonden sterk exsuderen. Ook zijn deze producten gecontra-indiceerd bij infecties (dit kan variëren in verschillende Europese landen en is afhankelijk van de beschikbare producten) en in wonden met een hoog risico op anaerobe infecties. Ook zouden ze niet moeten worden ingezet bij patiënten met

necrotische of ischemische voetwonden⁽³³⁾.

Ad b.

Hydrocolloïden moeten met grote voorzichtigheid gebruikt worden bij patiënten met diabetes of geïnfecteerde wonden.

Ad c. en e.

Gebruik van verbanden met afdichtende eigenschappen op sterk exsuderende wonden en/of bij hoge temperaturen leidt tot een groter risico op infectie met *Pseudomonas aeruginosa*⁽⁴⁸⁾.

Verbanden met een absorberende functie zouden niet gebruikt moeten worden rond de ogen, bij de slijmvliezen, in diepe wonden met smalle openingen of bij wonden in lichaamsopeningen, vanwege het risico op drogen en verkleven. Verbanden die gebruik maken van hydratietechnologie dienen eveneens te worden vermeden bij droge of opdrogende wondoppervlakken of bij andere oppervlakken die weinig tot geen vocht behoeven.

Verbanden die een vochtige omgeving voor wondgenezing ondersteunen kunnen beter niet gebruikt worden bij, bijvoorbeeld, necrotische vingers of tenen vanwege ischemie en/of neuropathie. Dit soort wonden dient droog gehouden te worden vanwege het risico op infectie.

Cadexomeerjodium is gecontra-indiceerd bij patiënten met een overgevoeligheid voor jodium, de ziekte van Hashimoto, thyroiditis en niet-toxisch struma. Enkele gevallen van hyperthyreoïdie als gevolg van gebruik van cadexomeerjodium zijn gemeld. Ook kan cadexomeerjodium leiden tot toxicose als gevolg van weefselreactie in de huid rondom de wond als er sprake is van hyperkeratose.

Bijwerkingen

Mogelijke bijwerkingen met betrekking tot de verschillende productgroepen zijn:

Ad a.

Bij hydrogels kan excessief gebruik of gebruik in een sterk exsuderende wond leiden tot maceratie van de huid rondom de wond. Maceratie kan de barrièrefunctie van de huid verzwakken

en daardoor het genezingsproces belemmeren. Daarbij kan maceratie een ingang vormen voor infecties door micro-organismen, zoals bacteriën of schimmels.

Ad c.

Pijnklachten als gevolg van cadexomeerjodium, zoals een brandend gevoel tijdens het aanbrengen, zijn gemeld ⁽⁴⁴⁾.

Daarbij worden bepaalde plaatselijk toegepaste antibacteriële middelen in verband gebracht met het ontstaan van cytotoxiciteit, vertraagde genezing, de opkomst van resistente bacteriën en contactdermatitis ^(49,50).

Kosteneffectiviteit

Slechts een paar studies hebben op grondige wijze de kosteneffectiviteit van autolytisch debridement bestudeerd.

Een kosteneffectiviteitsanalyse van cadexomeerjodiumverbanden, vergeleken met hydrocolloïden en paraffinegaas, toonde aan dat, hoewel de materiaalkosten in de cadexomeerjodiumgroep hoger waren, de totale wekelijkse kosten gelijk waren voor alle behandelingen, vanwege de minder frequente verbandwisselingen met cadexomeerjodium. De voornaamste kosten waren gerelateerd aan de verbandwisselingen, met name in verband met de kosten voor personeel en transport ^(41,44,51).

Een gerandomiseerde klinische studie door Caruso ⁽³⁷⁾ omvatte een kosteneffectiviteitsanalyse en toonde mogelijke voordelen aan vanwege minder verbandwisselingen, lagere personeelskosten en een minder frequente toepassing van procedurele sedatie of opiaten gedurende de verbandwisselingen.

Enkele algemene opmerkingen met betrekking tot mogelijke kostenposten waren:

- Autolytisch debridement kan als een van de eenvoudigste en veiligste methoden van wondreiniging worden beschouwd. Daarom kan dat zeer geschikt zijn voor gebruik in

verzorgingshuizen en in de thuiszorg, waar mogelijkheden liggen om kosten te besparen.

- Een goede kosteneffectiviteit behalen kan echter moeilijk zijn als het langer duurt om de complete verwijdering van niet-vitaal weefsel te bereiken. Daarom moeten de kosten die betrekking hebben op verbanden en herhaalde huisbezoeken ook worden meegenomen in de berekening.
- Een ander probleem is dat hydrogels meestal om hygiënische redenen bedoeld zijn voor eenmalig gebruik. De tube dient na één keer gebruik weggegooid te worden, ongeacht de hoeveelheid die er nog inzit.

Enzymatische verbanden

Achtergrond

Al honderden jaren worden patiënten met chronische wonden plaatselijk behandeld met proteolytische enzymen, bijvoorbeeld in de vorm van fruitsappen. In de jaren '60 ontstonden de eerste wetenschappelijke verslagen omtrent het effectief gebruik van proteolytische enzymen bij de behandeling van patiënten met chronische wonden (tabel 3). Enzymatisch debridement is een precieze methode voor wondreiniging en maakt gebruik van proteolytische enzymen in gels of zalven, die synergetisch samenwerken met lichaamseigen enzymen ⁽³⁶⁾.

Indicaties

Enzymatisch debridement kan nuttig zijn bij wonden die niet door middel van mechanisch debridement kunnen worden behandeld, bijvoorbeeld bij patiënten met verhoogde bloedingsneiging.

Gebruik

Tijdens het debridement worden proteolytische enzymen gebruikt om peptidebindingen te hydrolyseren. Daardoor wordt de verwijdering van afgestorven weefsel uit de wond vergemakkelijkt. Deze enzymen kunnen worden onderverdeeld in exo- en endopeptidasen. Exopeptidasen hydrolyseren het amino- of carboxyterminale proteïne,

Tabel 3. Proteolytische enzymen voor wondbehandeling ⁽³⁴⁾

Oorsprong	Enzym	Bron
Dier	Fibrinolysine	Runderplasma
	Desoxyribonuclease (Dnase)	Runderpancreas
	Krill multi-enzym complex	Antarctische krill
	Collagenase	Paralithodes camchaticus
	Katalase	Paardenlever
Plant	Papaine	Carica papaya
	Bromelaine enzym complex	Ananas
Bacterie	Collagenase	<i>Clostridium histolyticum</i>
	Streptokinase	<i>Streptococcus haemolyticus</i>
	Streptodornase	<i>Streptococcus haemolyticus</i>
	Sutilain	<i>Bacillus subtilis</i>

terwijl endopeptidasen de peptideverbindingen binnen de proteïnemoleculen afbreken ⁽³⁴⁾.

Matrixmetalloproteasen (MMP's) zijn zinkafhankelijke endopeptidasen met een subgroep van metalo-enzymen die collagenasen genoemd worden. Mensen genereren endogene collagenasen om de fysiologische balans tussen de aanmaak en afbraak van collageen te bevorderen. Collagenasen zijn de enige endoproteasen die de menselijke, drievoudige helix van collageen kunnen afbreken en tegelijkertijd keratine, vet, fibrine en hemoglobine intact laten.

Necrotisch weefsel bestaat uit cellulair débris dat zich heeft verankerd in een extracellulaire matrix (ECM) die voornamelijk bestaat uit type IV collageen, glycoproteïnen en proteoglycanen. Deze componenten komen vrij bij de activiteit van collagenasen en kunnen vervolgens worden opgenomen door macrofagen en andere proteasen. De resulterende collageenfragmenten stimuleren de aanmaak van extra fibroblasten en macrofagen, waardoor ze chemotactische effecten bewerkstelligen. 70 tot 80% van het droge gewicht van de menselijke huid bestaat uit collageen, wat dan ook het voornaamste bestanddeel van de leder-

huid vormt. Collageen is een substantieel onderdeel van het niet-vitale weefsel.

In tegenstelling tot de collagenasen van zoogdieren breekt bacterieel collagenase de drievoudige helixstructuur van diverse collagenen op verschillende punten af. Daardoor worden kleinere peptiden gevormd, die een verdere degradatie van het collageen bewerkstelligen. Bacterieel collagenase bevordert de wondgenezing door hetverteren van autochtone collageenbundels die afgestorven weefsel aan het wondbed binden en door collageendébris in de wond op te lossen. De meest gebruikte wondproducten bevatten het collagenase Clostridiopeptidase A dat gemaakt wordt uit *Clostridium histolyticum* ⁽⁵²⁻⁵⁴⁾.

Streptokinase is een fibrine-ontbindend kinase dat zich bij voorkeur richt op arginine-valine-verbindingen. De streptokinasen werken als een katalysator voor het genereren van plasmine uit plasminogeen. Plasmine breekt fibrine, fibrinogeen, factor V en factor VIII af tot polypeptiden en aminozuren. Daarbij vormt plasmine een verbinding met menselijk plasminogeen, wat leidt tot een verandering in de structuur van het plasminogeen, waardoor de actieve kern vrij komt te

liggen. Het resultaat is een streptokinase-plasminogeencomplex dat plasminogeen kan activeren. Daarom is het voor een effectieve toepassing van de streptokinase noodzakelijk dat het wondmilieu plasminogeen bevat.

Streptodornase is een deoxyribonuclease (DNase) met endonucleolitische activiteit tegen dubbelstrengs-DNA. Streptodornase bevordert een complexe verbinding met ongebonden plasminogeen, dat de omzetting van plasminogeen naar plasmine in werking zet. Het maakt de taai nucleoproteïnen van dode cellen en pus weer vloeibaar en heeft geen effect op levende cellen. Op diezelfde wijze kan gestold bloed vloeibaar gemaakt worden, om vervolgens te worden geabsorbeerd. Vanwege deze eigenschappen is streptodornase zeer goed toepasbaar wanneer het wordt gebruikt in een combinatie met andere enzymen, zoals streptokinase. Een gecombineerde oplossing van streptokinase en streptodornase is op de markt verkrijgbaar.

Papaine verteert necrotisch weefsel door het vloeibaar maken van fibrineus débris binnen een brede zuurtegraad, pH 3 tot 12⁽⁵²⁾. Voor een volledige werking is de aanwezigheid van sulfhydrylgroepen, zoals cysteine, noodzakelijk. Meestal wordt papaine gecombineerd met ureum. Ureum denatureert proteïnen, waardoor zij gevoeliger worden voor eiwitsplitsing, en legt de benodigde stimulators voor papaine in necrotisch weefsel bloot⁽⁵⁵⁾. Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat papaine niet in alle delen van de wereld verkrijgbaar is.

Krillenzymen (euphauserasen) zijn een complex mengsel van endo- en exopeptidasen, die worden onttrokken aan het maagdstelsel van Antarctische krill (*Euphausia superba*). De zure endopeptidasen zijn qua structuur verwant aan trypsine en chymotrypsine, terwijl de exopeptidasen voornamelijk bestaan uit carboxypeptidase A en B. Het serine endopeptidase van krillenzymen heeft een sterke moleculaire gelijkenis met het collagenase van krabben. Krillenzymen kunnen een vrijwel complete afbraak van proteïnesubstraten tot oplosbare, ongebonden aminozuren bewerkstelligen^(56,57).

Toepassing

Om gedurende de behandeling met proteolytische enzymen volledige effectiviteit te bereiken, moet het wondmilieu voldoende vochtig blijven. De enzymatische zelf dient een- tot tweemaal daags in een laag van twee tot drie millimeter op het niet-vitale weefsel te worden aangebracht.

Voordelen

De voornaamste voordelen van het gebruik van proteolytische enzymen in het debridement bij patiënten met chronische wonden zijn gebruiksgemak en veiligheid. De behandeling is bloedeloos en in het algemeen vrijwel pijnloos⁽⁵⁸⁾. Vanwege het zeer selectieve karakter van de toediening is dit type debridement geschikt voor gebruik in verzorgingstehuizen en in de thuiszorg.

Contra-indicaties

Het is belangrijk steeds voor ogen te houden dat enzymen een vochtig klimaat nodig hebben om effectief te zijn. Daarom zijn droge wonden een relatieve contra-indicatie bij gebruik van proteolytische enzymen. Het gebruik van bijvoorbeeld ontsmettende middelen of zepen dient vermeden te worden, aangezien sommige enzymen onwerkzaam worden in aanwezigheid van deze oplossingen. Een contra-indicatie voor streptokinase is een acute wond, omdat de afbraak van fibrine kan leiden tot een verhoogd risico op bloedingen.

Bijwerkingen

Producten met proteolytische enzymen kunnen leiden tot irritatie van de huid rondom de wond, waarbij ongemak of klinische tekenen van ontsteking kunnen optreden. Dit is voornamelijk belangrijk te onthouden wanneer papaine gebruikt wordt, aangezien de ontstekingsreactie die aanzienlijke pijn veroorzaakt, vaak wordt gemeld⁽⁵⁹⁾. Om de pijnverschijnselen van papaine te verminderen wordt aan deze preparaten chlorofylline toegevoegd.

Behandeling met streptodornase kan koorts, koude rillingen en leukocytose veroorzaken vanwege de absorptie van gedeelde purines en pyrimidines. Streptokinase en streptodornase zijn werkzaam

als antigenen en kunnen daardoor leiden tot vorming van antilichamen. In sommige gevallen is klinisch relevante overgevoeligheid met daarbij allergische contactdermatitis gemeld.

Kosteneffectiviteit

Proteolytisch debridement is gemakkelijk in het gebruik en een veilige optie voor conservatief debridement. Er kunnen echter bijkomende kosten zijn als gevolg van de lange tijdsduur die nodig is om de complete verwijdering van necrotisch weefsel te bereiken en de prijs van de relatief dure zalven.

Absorberende verbanden

Achtergrond

Dextranomeer is een hydrofiële dextraanpolymeer, verkrijgbaar in de vorm van droge, poreuze, korrels van 0,1 tot 0,3 millimeter doorsnede of als pasta met polyethyleenglycol. Het laatste bestaat uit onvertakte dextraanpolymeerstrengen die door glycerol tot een driedimensionaal netwerk worden gesmeed.

Indicaties

Het gebruik van absorberende verbanden met dextranomeren wordt aanbevolen bij de behandeling van exsuderende wonden (licht, matig of sterk) met geel beslagen oppervlakten ⁽³⁹⁾.

Gebruik

Absorberende verbanden zijn sterk hydrofiel en kunnen snel exsudaat absorberen uit necrotisch beslag. Een gram dextranomeer kan tot vier gram vocht bevatten. Prostaglandines, hormonen en andere kleine moleculen komen in de diepere lagen van het absorberend verband terecht, terwijl grotere delen, zoals bacteriën en débris een concentratie aan de oppervlakte van het verband vormen. Wanneer de verbanden worden vervangen of de korrels worden uitgespoeld, wordt het geabsorbeerde necrotische materiaal verwijderd ⁽⁶⁰⁾.

Toepassing

Dextranomeren moeten in een dikte van minstens drie millimeter op gereinigde wonden wor-

den aangebracht. Er moet bij het verbinden wel enige ruimte worden overgelaten voor uitzetting, aangezien het verband veel vocht kan opnemen. Afhankelijk van de hoeveelheid exsudaat dient het absorberend verband na één tot drie dagen te worden vervangen. Wanneer het een grijs-gele kleur krijgt, is het verzadigd en moet het verwijderd worden.

Voordelen

Absorberende verbanden zijn gemakkelijk in gebruik en kunnen ingezet worden bij sterk exsuderende wonden.

Contra-indicaties

Evenals bij verbanden met autolytische eigenschappen moeten absorberende verbanden niet gebruikt worden in de omgeving van ogen, in smalle, diepe wonden of in lichaamsopeningen. Een andere contra-indicatie is de reeds bekende overgevoeligheid voor ingrediënten van de verbanden.

Bijwerkingen

Naast enkele vermeldingen van erytheem, lichte blaarvorming op de huid of uitdroging van het wondbed ⁽⁶¹⁾, is de meest bekende bijwerking pijn bij het verwijderen van het verzadigde, maar verkleefde verband.

Honing

Achtergrond

De oudste vermeldingen van gebruik van honing in de wondzorg stammen van meer dan 4000 jaar geleden ⁽⁶²⁾. Honing kan geschaard worden onder de combinatieproducten, maar is vanwege zijn aard als volledig natuurlijke substantie een eigen hoofdstuk waard. Honing is een kleverige, oververzadigde suikeroplossing, die ongeveer 30% glucose, 40% fructose, 5% sucrose en 20% water bevat, en vele andere stoffen, zoals aminozuren, vitaminen, mineralen en enzymen. Momenteel zijn voor wondbehandeling zowel honingpreparaten in tubes, als met honing geïmpregneerde verbanden verkrijgbaar.



Absorberende verbanden zijn sterk hydrofiel en kunnen snel exsudaat absorberen uit necrotisch beslag. Een gram dextranomeer kan tot vier gram vocht absorberen.

Indicaties

Honing wordt gebruikt om verschillende wondsoorten met necrotisch weefsel of beslag te behandelen. Een andere indicatie is wondinfectie, zelfs wanneer deze wordt veroorzaakt door bijvoorbeeld *Pseudomonas aeruginosa* of de methicilline resistente *Staphylococcus aureus* (MRSA) ⁽⁶³⁾.

Gebruik

Honing onttrekt vocht uit het omringende weefsel door middel van osmose. Hierdoor wordt wondroedeem gereduceerd en vindt er door toename van exsudaat autolytisch debridement plaats. De toegeschreven antimicrobiële werking van honing kan gedeeltelijk verklaard worden door zijn osmotische, indrogende werking, zijn lage pH waarde van 3,0 tot 4,5 en het vrijkomen van kleine hoeveelheden waterstofperoxide of methylglyoxaal ⁽⁶⁴⁾. Omdat honing een natuurproduct is en de herkomst zeer divers, varieert de effectiviteit ervan aanzienlijk ⁽⁶⁵⁾.

Er wordt gezegd dat honing ontstekingsremmend werkt en immuunreacties stimuleert. Hoewel de

exacte werking tot nog toe onduidelijk blijft, is er vastgesteld dat honing de productie van reactieve zuurstofdeeltjes vermindert en het vrijkomen van TNF-alfa stimuleert ⁽⁶⁶⁾.

Toediening

De hoeveelheid honing die gebruikt dient te worden is afhankelijk van de hoeveelheid exsudaat. In de meeste gevallen dient 20 ml honing op een verband van 10 cm² gebruikt te worden. De frequentie van verbandwisseling is afhankelijk van de snelheid waarmee de honing door het exsudaat wordt verdund. Honing is wateroplosbaar en gemakkelijk uit te wassen, zelfs wanneer het in lichaamsopeningen of fistels wordt gebruikt. Voor matig tot sterk exsuderende wonden kan een secundair verband nodig zijn.

Voordelen

Behalve voor de autolytische debridementseffecten wordt honing ook ingezet vanwege de vermeende antibacteriële werking en de mogelijkheid om de geur te reduceren.

Contra-indicaties

Relatieve contra-indicaties zijn droge, necrotische wonden omdat deze door honing verder kunnen uitdrogen. Producten op basis van honing moeten niet gebruikt worden bij patiënten met overgevoeligheid voor honing of een allergie voor bijengif.

Bijwerkingen

Bij gebruik van honing kunnen bijwerkingen optreden omdat het als een natuurlijk product niet aan bepaalde standaarden hoeft te voldoen. Ook kan de honing besmet zijn met pesticiden, antibiotica of levensvatbare sporen, waaronder clostridia. Allergische reacties op honing zijn zeldzaam, maar kunnen in enkele gevallen toegeschreven worden aan de aanwezigheid van bepaalde pollen in de honing ⁽⁶⁷⁾. Pijn bij het gebruik van honing kan zich voordoen door de zuurgraad of door biologische chemicaliën in de honing. In sommige gevallen is pijn of ongemak van voorbijgaande aard.

Biochirurgisch debridement: madentherapie

Het verwijderen van afgestorven weefsel is een essentieel onderdeel van wondbehandeling. Madentherapie, ook bekend als maggot debridement therapy (MDT) of biochirurgie, is een vorm van mechanisch debridement waarbij steriel gekweekte levende maden, meestal *lucilia sericata* (groene vleesvlieg), op necrotische/beslagen wonden worden aangebracht. Madensecreet bevat antibacteriële bestanddelen die de aanwezigheid van bacteriën doen afnemen door toename van een bacteriostatisch effect. Daarbij bevatten deze stoffen proteolytische enzymen, die débris afbreken door de collageenmatrix te verstoren. Beide eigenschappen bevorderen de genezing van de wond en versterken de groei van fibroblasten en chondrocyten ⁽⁶⁸⁾.

Madentherapie wordt al 400 jaar toegepast en wordt voornamelijk gebruikt voor het debrideren van wonden, daar waar de traditionele methoden van debridement (autolytisch, mechanisch of chirurgisch) niet succesvol bleken te zijn ⁽¹⁴⁾. Tijdens de Eerste Wereldoorlog paste Baer met succes steriele madentherapie toe bij behandeling van beenwonden en osteomyelitis ⁽⁶⁹⁾. Toepassing van madentherapie verminderde na de ontdekking van antibiotica en meer geavanceerde chirurgische technieken, waardoor biochirurgie alleen nog als een laatste redmiddel bij chronische wonden werd ingezet ⁽⁷⁰⁾. De laatste jaren is de behandeling echter aan een comeback bezig, deels vanwege het stijgend aantal chronische wonden en deels vanwege het groeiende aantal resistente bacteriën, zoals MRSA ⁽⁷¹⁾.

Toepassing

Toepassing van de maden is drievoudig:

- Debridement
- Antibacterieel
- Stimuleren van genezing.

De maden voeden zich met necrotisch weefsel en exsudaat, waardoor ze het niet-vitale weefsel verwijderen. De verteringssappen die de maden uitscheiden bevatten proteolytische enzymen, waaronder trypsine-achtige en collagenase. Deze enzymen debrideren necrotisch weefsel zonder het vitale weefsel te beschadigen ⁽⁷²⁾. Het bewegen van de maden stimuleert de productie van exsudaat, waardoor toename van irrigatie van de wond en ondersteuning bij het verwijderen van bacteriën ⁽⁷³⁾; de maden nemen het vloeibaar geworden weefsel op en neutraliseren de bacteriën in hun darmkanaal ⁽⁷⁴⁾. De bacteriën die niet worden vernietigd in hun zure verteringsstelsel, worden opgeslagen in een kokervormige structuur die het peritrofisch membraan wordt genoemd. Daardoor wordt verdere besmetting voorkomen ⁽⁷⁴⁾. Ook remt het madensecreet bacteriële activiteit.

Steenvoorde en Jukema ⁽⁷⁵⁾ beargumenteren dat een adequaat aantal maden nodig is om bepaalde gramnegatieve bacteriën, waaronder *Escherichia coli*, te verwijderen; van der Plas ⁽⁷⁶⁾ stelt dat de maden antibacterieel werken en daardoor nuttig zijn bij het verwijderen van biofilms. Madense-

creet bevat alkalische componenten waardoor ze de zuurgraad van de wond veranderen en groei-factoren stimuleren, waardoor zuurstofverzadiging toeneemt en de wondgenezing bevordert⁽⁷⁷⁾. In enkele studies door Gilead et al.⁽⁷⁸⁾ en Sherman⁽⁷¹⁾ werd madentherapie geassocieerd met een toegenomen mate van granulatieweefsel. Horobin et al.⁽⁶⁸⁾ suggereert dat dit te wijten is aan een verde-re verspreiding van fibroblasten in het wondbed, aangezien fibroblasten het voornaamste bestand-deel van granulatieweefsel vormen.

De toepassing van debridement door madenthe-rapie is goed gedocumenteerd in de literatuur^(71,73,77-88). Markevich et al.⁽⁸⁶⁾ voerden een RCT uit onder 140 patiënten met diabetische voetulcera. De deelnemers werden willekeurig ingedeeld in een hydrogel- of een madentherapiegroep (elk n=70). Bij 36 patiënten (51%) in de madenthera-piegroep werd een afname van necrose waarge-nomen, vergeleken met 19 patiënten (27%) in de groep met hydrogel. Dumville et al.⁽⁸²⁾ voerden een RCT uit van het venous ulcus cruris onder 267 patiënten, willekeurig ingedeeld in een groep die behandeld werd met losse maden en een groep die behandeld werd met maden in zakken en een hydrogelgroep. Ze merkten op dat de madenbe-handeling tot een snelle verwijdering van necro-tisch weefsel leidde.

Er is sprake van een nieuwe opkomst van maden-therapie, voornamelijk bij patiënten die chro-nische, hardnekkige wonden hebben en niet geopereerd kunnen worden vanwege comorbiditeit.

Madentherapie werkt selectief en vlug, kan eenvoudig en snel toegepast worden en verwijdert de ongemakken van infectie, geur en necrose op een veilige en effectieve manier⁽⁸⁹⁾. Madenthe-rapie kan echter niet als debridement voor alle wonden worden toegepast en patiënten moeten holistisch onderzocht worden voordat de behan-deling wordt begonnen.

Toepassing

Madentherapie kan toegepast worden door losse 'vrije uitloop' maden direct in de wond te plaatsen of door inzet van een biobag (de maden bevinden zich in een zakje met een laag polyvi-nylalcohol). Bij binnenkomst dienen de maden of de biobag geïnspecteerd te worden om te zien of er tekenen van leven zijn. Als dat niet het geval is, moet de leverancier op de hoogte gesteld worden en een vervanging gezocht worden. Naast infor-matie is ook specialistische training beschikbaar om ervoor te zorgen dat de uitvoerend professio-nal bekwaam en vakkundig wordt in de toepassen van madentherapie. Ook zijn folders beschikbaar met patiëntinformatie om de patiënt te informe-ren over deze therapie⁽³³⁾.

De mate van exsudaat is belangrijk voor de keuze voor madentherapie, omdat voldoende vocht nodig is om de therapie efficiënt te laten zijn.

Losse maden

De aanbevolen dosis is tien tot vijftien cm² aan losse maden die direct op het wondbed geplaatst worden. Steriele maden van ongeveer 24 tot 48

uur oud worden circa twee keer per week 24 tot 72 uur op het wondbed losgelaten. De huid rondom de wond wordt beschermd met reepjes van hydrocolloïd en een steriel gaas wordt eroverheen geplaatst. Het gaas wordt op zijn plek gehouden met tape, zodat de maden niet kunnen ontsnappen. Het gaas zorgt ook voor de afvoer van vloeibaar necrotisch weefsel op een secundair verband, evenals de uitwisseling van gassen ten behoeve van de maden ⁽⁷⁸⁾.

Biobag

Een andere mogelijkheid is het plaatsen van maden in een zakje, een biobag. De biobag houdt de maden op hun plek, voorkomt dat zij ontsnappen en vermindert de 'jakkes' factor voor verpleegkundigen en patiënten, die soms terughoudend zijn met de inzet van de maden. Afhankelijk van het formaat van de wond wordt één biobag - een zakje met levende, steriele maden en schuimkorrels - direct op het beslag/necrotische weefsel geplaatst. De omliggende huid wordt beschermd door zinkpasta of een hydrocolloïd om irritatie van de huid te voorkomen ⁽⁹⁰⁾.

Er is weinig verschil in resultaat tussen de behandeling met losse maden of die in een biobag, hoewel er bij wonden rondom tenen of kloven een beter resultaat bereikt wordt met losse maden ^(75,91). Echter, Dumville et al. ⁽⁸²⁾ stelden dat, hoewel de tijd die nodig was voor het debridement korter was in de groep met losse maden, de algemene tijd tot genezing niet verschilde bij de inzet van losse maden of maden in een biobag. Patiënten gaven aan geen voorkeur te hebben voor losse maden of die in een biobag ^(75,84); zij gaven aan dat het genezen van ulcera en het verminderen van de pijn, geur en exsudaat allemaal belangrijker waren dan de keuze van de maden. Spilsbury et al. ⁽⁸⁴⁾ gaven aan dat een minderheid van de vrouwen ouder dan 70 (8/35 vrouwen, 23%) een negatief beeld had van de madentherapie en weigerde het als een behandelingswijze te zien. Zij gaven echter ook aan dat de informatie die de patiënt voor de behandeling krijgt heel belangrijk is en invloed kan uitoefenen op de acceptatie van de therapie.

Voordelen

Madentherapie is kosteneffectief als methode voor debridement ^(80,92); pijn, bacteriën en geur verminderen en wondgenezing wordt bevorderd met weinig tot geen bijwerkingen ⁽⁸⁰⁾. Een van de grootste voordelen van madentherapie is dat de maden necrotisch weefsel van vitaal weefsel onderscheiden, waardoor chirurgisch debridement makkelijker kan plaatsvinden ⁽⁷⁸⁾. De therapie kan gemakkelijk toegepast worden bij zowel klinische als poliklinische patiënten en de maden kunnen 48 tot 72 uur blijven zitten. De biobag maakt het gemakkelijker om de maden op een plek te houden en kan ook esthetisch aangenamer zijn voor zowel het personeel als de patiënten ⁽³³⁾.

Contra-indicaties

Er zijn contra-indicaties voor het gebruik van madentherapie rondom de ogen, hoog in de tractus digestivus en de bovenste luchtwegen, evenals voor patiënten met een vermelde allergie voor vliegenmaden, biergist of sojaproteïnen ⁽⁹³⁾. Madentherapie is ook niet geschikt voor wonden waarin bloedvaten blootliggen die mogelijk verbonden zijn met diepgelegen, vitale organen ⁽⁹⁴⁾, bij patiënten met verminderde perfusie of in maligne (kanker) wonden.

Voorzichtigheid is geboden dat wonden nooit sluiten met de maden erin, opzettelijk of anderszins. Zorg moet worden besteed aan de patiënt die tot een bekende risicogroep behoort of een stollingsstoornis heeft en het kan nodig zijn om antibiotica aan de behandeling toe te voegen, voornamelijk wanneer er sprake is van *P. aeruginosa* ⁽⁸⁴⁾. Madentherapie kan niet ingezet worden in gebieden van het lichaam die gevoelig zijn voor druk, aangezien de maden dan geplet kunnen worden of kunnen stikken ⁽³³⁾. Ook is het mogelijk dat maden verdrinken als er sprake is van veel exsudaat.

Bijwerkingen

De meest genoemde bijwerking is pijn ^(71,73,77-86,88). Dit kan het gevolg zijn van het bewegen van de maden in het wondbed of de verandering in zuurgraad, maar wordt nog niet helemaal begrepen.

Kosteneffectiviteit

Maden zijn duur (in 2017 was de prijs in NL € 169 ex BTW voor 100 losse maden en € 175 voor 100 maden in een BioBag, maar de prijzen variëren per land), maar ze zijn effectief voor het snel debrideren van chronische wonden ⁽⁹⁵⁾. Wayman ⁽⁹²⁾ concludeert dat de maden kosteneffectiever zijn dan hydrogel (n=12) bij de behandeling van ulcus cruris, maar zijn economische analyse was beperkt. Sherman ⁽⁷¹⁾ vermeldt dat de maden traditioneel alleen werden ingezet als een laatste redmiddel en raadt aan dat zij, om kosten te besparen, gebruikt worden als een eerste- of tweede-lijnsbehandeling.

Met madentherapie kunnen wonden waarbij transplantatie noodzakelijk is snel worden gedebrideerd. Het scheiden van necrotisch en vitaal weefsel zorgt voor een gemakkelijker chirurgisch debridement ^(71,78). Gilead et al. ⁽⁷⁸⁾ stellen dat de kosten nader geëvalueerd moeten worden, niet alleen vanwege de kosten van verbanden, maar ook voor kosten die betrekking hebben op een korter verblijf in het ziekenhuis, minder amputaties en minder complicaties. Echter, in het RCT van Dumville et al. ⁽⁸³⁾ werd slechts een klein verschil in kosten tussen hydrogel en maden gemeten; de maden kostten € 113,65 meer per deelnemer wanneer dit vergeleken werd met een behandeling met hydrogel, maar de levenskwaliteit van de patiënten toonde een oplopend kosteneffectiviteit van circa € 10.374 per QALY (QALY is een maat voor het aantal jaren dat iemand nog te leven heeft, met een correctie voor de kwaliteit hiervan), € 47 per ulcusvrije dag (QALY 0,0 11,95% CI - 0,067; 0,071). De onderzoeksgroep met maden presteerde marginaal beter en genas iets sneller, gemiddeld 2,42 dagen sneller dan de groep die behandeld werd met hydrogel ⁽⁸²⁾.

Conclusies

Er is sprake van een nieuwe opkomst van madentherapie. De interesse van de patiënten neemt toe vanwege de mogelijke voordelen en gezondheidszorgprofessionals maken zich steeds vaker vertrouwd met deze behandelingsmethode ⁽⁹⁶⁾. Het besluit om madentherapie te gebruiken wordt beïnvloed



De laatste jaren is madentherapie bezig aan een comeback, vanwege het stijgend aantal wonden en vanwege het groeiend aantal antibioticaresistente bacteriën, zoals MRSA



door de kennis over de efficiëntie in debridement, infectiebestrijding en stimulans in het genezen van chronische wonden. Wanneer personeel goed is geïnformeerd, kan madentherapie gemakkelijk en snel ingezet worden, waardoor de ongemakken van infectie, geur en necrose op een veilige en kosteneffectieve manier worden verwijderd ⁽⁹²⁾. De keuze voor debridement door madentherapie vraagt om actieve participatie van de patiënt, wanneer dat mogelijk is, bij de beslissingen over hun eigen gezondheid.

Technische oplossingen

Dit hoofdstuk beschrijft en bespreekt enkele van de meest gebruikte technieken, evenals verschillende opties die momenteel beschikbaar zijn, zoals hydrochirurgie, negatieve druktherapie (NDT) en echoscopie.

Sommige opties, zoals hydrochirurgie en echoscopie, hebben een direct debriderend effect op de wond en kunnen daarom als directe debridementstechnieken worden omschreven (DDT). Anderen, zoals laagfrequente echoscopieën en NDT, werken indirect en zijn gericht op het activeren van elementen en condities in de wond die vervolgens debridement ondersteunen. Deze technologieën worden indirecte debridementstechnologieën genoemd (IDT).

Directe debridementstechnieken

Hydrochirurgie/mechanisch debridement m.b.v. een hydrojet Achtergrond

Het principe van mechanisch debridement m.b.v. een hydrojet (hydrochirurgie) komt voort uit de praktijk van het uitwassen van wonden, dat al sinds de oudheid wordt gebruikt voor de verzorging van acute en, meer recent, chronische wonden.

Gebruik

Hydrochirurgie is gerelateerd aan waterirrigatie, waardoor lichaamsvreemd materiaal, débris en andere soorten los materiaal uit de wond verwijderd kunnen worden. Hoe intenser en sneller de irrigatie, des te sterker zijn de krachten die op de

weefsels worden uitgeoefend en uitgebreider het debridement.

Er zijn veel verschillende technieken en materialen op dit gebied ontwikkeld. Sommigen zijn zacht van aard, terwijl andere zo krachtig werken dat zij gelijk gesteld kunnen worden aan chirurgische instrumenten ⁽⁹⁷⁾.

De zachtere vormen van hydrochirurgie kunnen toegepast worden voor de verwijdering van necrotisch débris, beslag en biofilms, evenals alle andere typen materiaal met een losse structuur, die daardoor gemakkelijk verwijderd kunnen worden. De krachtige vorm, vooral die gebruik maken van het zogeheten venturi-effect, hebben de mogelijkheid om zeer nauwkeurig dichte fibrotische weefsels en materialen te debrideren. In sommige gevallen kunnen ze zelfs gebruikt worden op botstructuren, afhankelijk van de snelheid en intensiteit van de jetstream die door de mond van het instrument komt ⁽⁹⁸⁾.

De precisie en toepasbaarheid van deze apparatuur is zo veelzijdig dat ze onder veel verschillende condities en voor veel verschillende klinische toepassingen geschikt zijn, van het veneus ulcus cruris tot een postoperatieve diabetische voetulcus, afhankelijk van de instelling van het apparaat ⁽⁹⁹⁾.

Een ander interessant aspect van deze techniek is de mogelijkheid het te combineren met een antiseptische behandeling. Hierdoor kan de antimicrobiële activiteit geoptimaliseerd worden, wat een belangrijk onderdeel van het debridement is.

Bijvoorbeeld het gebruik met nieuwe soorten antiseptische middelen, zoals super-geoxideerde vloeistoffen (SOS) of oplossingen met polyhexa-

nide (PHMB); beide middelen zijn pH-neutraal, in principe niet beschadigend voor het weefsel en actief tegen verschillende soorten infectieus materiaal. Met name de hydrochirurgische technieken kunnen ingezet worden, zowel voor fysiek als biologisch debridement⁽¹⁰⁰⁾.

Beperkingen

De voornaamste beperking van deze techniek is de pijn die bij sommige patiënten optreedt. Daarom kan hydrochirurgie alleen worden toegepast wanneer een goede mate van pijnbestrijding mogelijk is, bijvoorbeeld met lokaal anesthesie⁽¹⁰¹⁾.

Een ander potentieel probleem is dat hydrochirurgie, vanwege de vorming van aerosolen gedurende de behandeling, bacteriën in de omgeving verspreidt. Dit kan bijdragen aan de besmetting van de omgeving waarin de procedure plaatsvindt⁽¹⁰²⁾.

Hoewel deze waarschuwing twijfelachtig is, benadrukt het wel het belang van een goede scholing van het personeel. De artsen die verantwoordelijk zijn voor de procedure moeten niet alleen getraind worden door ervaren personeel, maar ook ondersteund worden door een systeem dat periodiek de aanwezigheid van ziekenhuisbacteriën controleert. Besmetting via de lucht kan voorkomen worden door het gebruik van passende kapjes of andere bescherming die op effectieve wijze de verspreiding van aerosolen in de omgeving kan tegenhouden of op zijn minst kan verminderen⁽¹⁰³⁾.

Kosteneffectiviteit

De kosten van apparatuur voor hydrochirurgie zijn afhankelijk van de diverse technieken die worden gebruikt, maar zijn in het algemeen hoger dan de kosten voor andere oplossingen, al is dit voornamelijk afhankelijk van de kosten van de benodigde materialen. Aan de andere kant is hydrochirurgie een snelle, precieze en effectieve techniek; interessant en breed toepasbaar voor gebruik in de operatiekamer, ook voor complexe en uitgebreide wonden, die onder lokale anesthesie in één sessie effectief gedebrideerd kunnen worden. Daarom is de indicatie het belangrijkste

om de kosteneffectiviteit te beoordelen. Wanneer juist geïndiceerd zal hydrochirurgie kosteneffectief zijn omdat het managementkosten drukt en ziekenhuisverblijf in sommige gevallen verkort.

Echoscopie

Achtergrond

De meest bekende toepassing van echoscopie in de geneeskunde is als middel voor diagnostische beeldvorming. De mate van verfijning die tegenwoordig in echoscopie beschikbaar is, wordt ook wel gezien als de gouden standaard op veel gebieden van geneeskunde en chirurgie. Echter zijn recent meerdere toepassingen van echoscopie binnen de megahertzfrequentie (MHz) als therapeutisch middel ontwikkeld. Hieronder vallen chirurgisch snijden en stolling bij laparoscopieën en, in het bijzonder van belang in dit document, bij het debridement van chronische wonden.

Gebruik

Echoscopie kan, afhankelijk van de frequentie en de intensiteit van de mechanische energie die uitgezonden wordt, interfereren met veel verschillende structuren, van inerte proteïnen tot celweefsel en effecten teweeg brengen die variëren van vernietiging tot verplaatsing en fysieke aanpassing.

Deze eigenschappen maken deze techniek geschikt voor toepassing onder verschillende omstandigheden en in verschillende klinische settings; voornamelijk voor debridement, maar eventueel ook als ondersteuning bij de herstelfase.

Toepassing van echoscopie bij debridement van verschillende soorten chronische ulcera was tot voor kort erg ingewikkeld. De voornaamste uitdaging lag in de technische beperking bij de productie van betrouwbare en betaalbare apparaten, die veilig bij de patiënten gebruikt kunnen worden⁽¹⁰⁴⁾.

Vanwege recente, grote stappen in de technologie is echoapparatuur nu in een grote verscheidenheid in de klinische setting te vinden. De toepassing hiervan op vrijwel alle klinische modellen

van chronische ulcera heeft tot dusver bevredigende resultaten opgeleverd ⁽¹⁰⁵⁾.

Voordeel van de behandeling met echoscopie is dat deze techniek met goed gevolg op verschillende typen weefsel gebruikt kan worden; van los, samenhangend weefsel tot pezen en zelfs botten.

Beperkingen

Evenals hydrochirurgie kan echoscopie worden ingezet voor debridement en zeer nauwkeurig worden bediend door de arts, wiens expertise en vertrouwdheid met de techniek essentieel zijn om effectief te zijn en mogelijke complicaties, zoals bloedingen of schade aan gezond weefsel, te voorkomen.

Dit is zowel een positief aspect als een beperking; de indicaties voor het gebruik van echoscopie zijn afhankelijk van de kunde van de arts en variëren van erg eenvoudige tot zeer complexe procedures. Dit laatste is ook afhankelijk van hoe vaak de techniek gebruikt wordt, de kracht van het instrument en het soort patiënt dat behandeld wordt.

Een ander aspect dat relevant is voor sommige echoscopie-apparaten is, net als bij hydrochirurgie, de verneveling van materiaal van het wondbed. Als dit niet goed onder controle gehouden wordt, kan dit aanzienlijk zijn. Daarom is de omgeving waarin deze procedures plaatsvinden van cruciaal belang voor de veiligheid van de patiënten en artsen.

Mondkapjes en handschoenen worden aangeraden, evenals bij hydrochirurgie, om dit negatieve aspect tegen te gaan. De inzet van echoscopie buiten het ziekenhuis is hierdoor beperkt.

Kosteneffectiviteit

Naar onze ervaring zijn de totale kosten voor het gebruik van echoscopie-apparaten hoger dan de directe kosten die gelinkt kunnen worden aan de aanschaf van het apparaat, maar lager wanneer men in overweging neemt dat de meeste apparaten steriliseerbare sondes gebruiken in plaats van disposables. Dit kan als besparing worden

beschouwd, maar ook als een beperking; slechts een beperkt aantal patiënten kan per sessie behandeld worden, afhankelijk van de hoeveelheid beschikbare sondes.

Indirecte debridement-technieken

Negatieve druk

Achtergrond

Negatieve druktherapie (NDT) is binnen de wondzorg waarschijnlijk de belangrijkste technologische innovatie van de laatste twintig jaar. De wetenschappelijke ontwikkeling ervan is voortgekomen uit een empirische observatie door, in dit geval, plastisch chirurgen. Het viel hen op dat negatieve druk een dramatische verbetering van het verloop van acute en chronische wonden teweeg bracht ⁽¹⁰⁶⁾.

Aan negatieve druktherapie worden bepaalde eigenschappen voor indirect debridement toegeschreven.

Gebruik

Negatieve druk heeft op meerdere manieren invloed op het wondmilieu. Het werkt zowel op de macro- als op de microstructuur van de wond; beide effecten zijn onderdeel van een complexe werking die genezing in alle fasen van de wondontwikkeling bevordert.

Op macroniveau verwijdert negatieve druk exsudaat en vocht uit de wond, vermindert het oedeem rondom de wond, bevordert het de plaatselijke doorbloeding en vermindert het de omvang van het ulcus, evenals het risico op besmetting van de wond door externe factoren ⁽¹⁰⁷⁾.

Op microniveau heeft negatieve druk een positieve invloed op het celoppervlak en op de cel in de wond zelf (dit staat gelijk aan een verandering in de wijze waarop transcriptie in de cel plaatsvindt), waardoor positieve aanpassingen in zowel de vorm als de functie van de cellen worden bereikt.

Het is aangetoond dat negatieve druk angiogenese, fibrogenese en de activiteit van macrofagen en leukocyten stimuleert ⁽¹⁰⁸⁾.

Verschillende onderzoeken naar negatieve druk zijn in vrijwel alle klinische omgevingen met betrekking tot wonden en wondzorg uitgevoerd; het ging hierbij om zowel acute en chronische wonden, van wonden in de hartchirurgie tot diabetische voeten en van veneuze ulcera cruris tot decubituswonden. De effectiviteit van negatieve druk is voor de meeste geteste condities bevestigd ⁽¹⁰⁹⁻¹¹²⁾.

Een interessante bijkomstigheid is dat negatieve druktherapie kan worden gecombineerd met het toedienen van antiseptica. In dat geval worden antiseptica in het systeem gespoten, met als doel de wond periodiek te spoelen (zoals bij osteomyelitis) of het materiaal dat de wond bedekt is geïmpregneerd met antiseptica (zoals bij PHMB gazen, wat bij veel van de apparaten die momenteel op de markt beschikbaar zijn wordt gedaan). Dit voegt een antimicrobieel effect toe aan het indirecte debridement van negatieve druktherapie, aangezien de nieuwe antiseptica beter presteren op gebied van effectiviteit en veiligheid en onder verschillende omstandigheden reeds succesvol zijn getest ⁽¹¹³⁾.

Beperkingen

Een belangrijke contra-indicatie voor het gebruik van negatieve druktherapie in verband met debridement is het feit dat deze techniek niet kan worden toegepast op een ongecontroleerde infectie of wanneer necrotisch weefsel in de wond aanwezig is.

Ook moet negatieve druktherapie niet worden toegepast bij plaatselijke ischemie of actieve bloedingen, of wanneer diepgelegen structuren, zoals vaten, pezen, spieren, gewrichten of botten in de wond zichtbaar zijn.

Ondanks deze contra-indicaties voor negatieve druktherapie, is het mogelijk door extra behandeling deze contra-indicaties op te heffen, waarna

een behandeling met negatieve druk wel toepasbaar is ⁽¹¹⁴⁾.

Wanneer negatieve druktherapie wordt toegepast op een slecht gedebrideerde wond moeten de wissels worden aangepast. Er dient vaker verschoond te worden, omdat het foam of gaas verstopt zal raken door beslag of exsudaat. Daardoor kan het apparaat niet meer goed functioneren en problemen veroorzaken als de patiënt thuis is.

Kosteneffectiviteit

Er zijn veel verschillende negatieve drukapparaten beschikbaar; sommigen zijn draagbaar of zelfs disposable. Het zou kostenbesparend kunnen zijn om de patiënt naar huis te sturen met een draagbaar apparaat totdat voldoende debridement heeft plaatsgevonden en dan over te stappen op een disposable apparaat als verder debridement noodzakelijk is ⁽¹¹⁵⁾. Echter, wanneer een draagbaar systeem in de thuissituatie wordt gebruikt, moet de zorgverlener ervoor zorgen dat de patiënt in staat is de behandeling zelf uit te voeren en het apparaat zelf te bedienen. Anders kunnen complicaties ontstaan, met als gevolg een niet succesvolle behandeling en een negatieve impact op de kwaliteit van leven van de patiënt.

De mogelijkheid een ziekenhuisopname te verkorten en het verlengen van debridement in de thuissituatie, ondersteunt een verbeterd kosteneffectiviteitsprofiel voor negatieve druktherapie ⁽¹¹⁶⁾.

Laagfrequente echoscopie

Achtergrond

Laagfrequente echoscopie zou een alternatief kunnen zijn voor bijvoorbeeld chirurgisch debridement (105). Het wordt gewoonlijk echter ingezet voor therapeutische doeleinden.

Ultrasone golven zouden bacteriën kunnen bestrijden en biofilms kunnen vernietigen ^(117,118).

Gebruik

Hoogfrequente echoscopie werkt met een bereik van 1 tot 3 MHz en stuurt mechanische energie direct naar de structuren waarop deze wordt toe-

gepast. Laagfrequente echoscopie werkt met een bereik in kilohertz (kHz) en hoeft niet noodzakelijkerwijs in direct contact met het weefsel te staan om effect te hebben ⁽¹¹⁹⁾.

De bekende werking van laagfrequente echoscopie varieert afhankelijk van fysieke en biologische aanpassing die op celniveau teweeg wordt gebracht. Toepassing van een kilohertzfrequentie heeft vaker een gevolg dan een megahertzfrequentie ⁽¹²⁰⁾.

Cavitatie is het gevolg van formatie van microdruppeltjes, die de akoestische energie concentreren en de celstructuren doorklieven ⁽¹²¹⁾. Dit kan selectief plaatsvinden en leiden tot bijvoorbeeld verwijdering van necrotisch weefsel terwijl gezond weefsel door de behandeling niet in dezelfde mate wordt aangedaan. Microstroming kan een gevolg van cavitatie zijn, aangezien dat een lineaire beweging van macromoleculen en ionen rondom de stationaire structuur van de cellen omvat. De combinatie van cavitatie en microstroming kan effect hebben op de cellulaire activiteit ⁽¹²²⁾.

Een mogelijke alternatieve reactie wordt frequentieresonantie genoemd en is gerelateerd aan aanpassingen in de structuur van proteïnen en aan activering van signaalverwerking op nucleair niveau. Dit kan leiden tot een reeks effecten op cellulair niveau, die impact hebben op wondgenezing. Voorbeelden hiervan zijn leukocytenhechting, verbeterde angiogenese en een toename van productie van stikstofmonoxide (NO) ⁽¹²³⁾.

Net als bij negatieve druktherapie kunnen al deze effecten indirect van invloed zijn op het debridement van chronische wonden, waardoor de genezingsfase kan worden ingezet. Laagfrequente echoscopie wordt toegepast met behulp van een zoutoplossing dat wordt verneveld in de wond en de mechanische energie naar het wondbed verplaatst.

Klinische studies hebben een verbetering in het genezingsproces aangetoond en positieve effecten

in de microcirculatie in verschillende behandelmodellen van chronische wonden ⁽¹²⁴⁾.

Beperkingen

Vernevelling van de zoutoplossing is waarschijnlijk de meest belangrijke beperking van deze techniek. Dit kan echter worden voorkomen door toepassing van dezelfde beschermingsmaatregelen die worden voorgesteld bij het gebruik hoogfrequente echoscopie. Een andere beperking is de expertise die nodig is om efficiënt met deze techniek om te gaan. De effectiviteit van deze methode is afhankelijk van de gebruiker en kan slechts toegepast worden door personeel met specifieke technische kennis van het apparaat ⁽¹²⁵⁾.

Kosteneffectiviteit

Er is geen goede informatie beschikbaar over kosteneffectiviteit van laagfrequente echoscopie. Het is wel mogelijk dat de toepassing van deze techniek de kosten van een ziekenhuisopname kan verlagen, evenals het aantal chirurgische procedures die voor het debridement nodig zijn.

Conclusies

Het is nu mogelijk om nieuwe technieken in de debridementsfase van wondgenezing toe te passen; er zijn steeds meer en steeds complexere oplossingen beschikbaar voor alle soorten acute en chronische wonden.

De rol van de arts is om de beste optie voor elke casus te kiezen, daarbij de indicaties en technische specificaties van de methode overwegend, evenals de kosteneffectiviteit van de gekozen optie.

De beperkingen van deze aanpak zijn voornamelijk gerelateerd aan de relatief recente ontwikkeling van deze technieken. Dat betekent dat er nog geen goede evidence beschikbaar is. Daarom wordt van de wetenschappers en artsen die met wondgenezing en weefselherstel werken, gevraagd om onderzoeken te ontwerpen en uit te voeren voor iedere techniek, binnen de beperkingen die door de producent zijn gesteld.

Chirurgisch en scherp debridement

Chirurgisch en scherp debridement zijn snelle methoden van debridement en worden reeds vele jaren toegepast. Scherp debridement wordt gedefinieerd als een kleine chirurgische procedure, waarbij weefsel met een scalpel of chirurgische schaar wordt verwijderd. Chirurgisch debridement wordt gedefinieerd als een procedure die onder algehele anesthesie wordt uitgevoerd, met toepassing van verschillende chirurgische instrumenten.

Ondanks de grote rol die chirurgisch debridement in de huidige wondzorg speelt, is er weinig evidence beschikbaar over de voordelen van deze techniek ^(24,126).

Indicaties

In het algemeen moet chirurgisch debridement alleen overwogen worden als andere technieken ineffectief zijn gebleken of wanneer de conditie van de patiënt snelle, grootschalige interventie vereist.

Indicaties voor scherp en chirurgisch debridement zijn: een vaste laag necrotisch weefsel, een situatie waarin verwijdering en transplantatie effectiever worden geacht dan andere methoden van reconstructie, en wanneer er een duidelijke scheidslijn is tussen vitaal en dood weefsel ⁽¹²⁷⁾. Er bestaat echter een aantal uitzonderingen op deze regel die worden beschreven onder het kopje 'contra-indicaties'.

Een vermoeden van aantasting van de diepere structuren en het optreden van complicaties, zijn relatieve indicaties voor chirurgisch debridement. Schade aan bloedvaten leidt tot bloedingen, die heftig kunnen zijn en een chirurgische ingreep

noodzakelijk maken. Schade aan zenuwen en pezen kan leiden tot functieverlies, waarvoor reconstructie nodig kan zijn. Zelfs kleinschalig debridement in de verre uiteinden van de vingers, nabij het nagelbed en de nagelkern, kunnen resulteren in gehinderde nagelgroei, waarvoor in de toekomst ook chirurgische correctie nodig kan zijn.

Chirurgisch debridement kan ook een nuttige methode zijn in ernstige gevallen van wondinfectie ⁽¹²⁸⁾.

Gebruik

Scherp debridement is een handeling die mag worden uitgevoerd door elke medisch onderlegde specialist, waaronder verpleegkundigen, huisartsen, dermatologen, podotherapeuten en andere behandelaars zonder chirurgische achtergrond. De lokale behandelprotocollen en richtlijnen met betrekking tot hetgeen wel en niet is toegestaan per beroepsgroep verschilt van land tot land, maar moeten uiteraard gehanteerd worden. Normaliter wordt scherp debridement uitgevoerd aan bed of in de kliniek; het kan echter wenselijk zijn om betere faciliteiten, zoals een behandelkamer, te gebruiken.

Chirurgisch debridement is een invasieve handeling, die normaliter wordt uitgevoerd door chirurgen (algemene chirurgen, vaatchirurgen, traumachirurgen, plastisch chirurgen, et cetera) in een ruimte die is toegespitst op chirurgische interventies, zoals een behandelkamer of OK. Vanwege het invasieve aspect van deze procedure is een bepaald niveau van educatie, kwalificatie, ervaring en materiaal vereist voordat chirurgisch debridement kan worden uitgevoerd. Het debridement kan worden uitgevoerd in een enkele

procedure, of als de beginfase van reconstructieve chirurgie; dan kan het debridement meteen wordt gevolgd door weefselreconstructie door middel van kunst huid, huidtransplantatie of een zwaailap. Chirurgisch debridement kan beperkt worden tot verwijdering van dood weefsel of worden uitgebreid naar verwijdering van levensvatbaar weefsel om een vitaal weefseloppervlak te creëren. Dit laatste is essentieel wanneer meteen wordt overgegaan tot transplantatie.

Wanneer een invasief debridement wordt gepland (kleinschalig scherp debridement of het meer uitgebreide chirurgisch debridement), moeten de algemene status van de patiënt en de voorwaarden voor anesthesie worden afgewogen. Voordat aan de procedure wordt begonnen, dienen de noodzakelijke laboratoriumtesten die informatie geven over de algehele conditie van de patiënt en de stollingswaarden te worden bepaald. Deze stappen zijn relevant, zelfs als de beoogde procedure slechts minimaal invasief is. Een biochemische bloedtest en een ecg dienen te worden uitgevoerd als een uitgebreide procedure wordt verwacht, omdat er in dat geval moet worden uitgegaan van algehele anesthesie. Idealiter volgt na het debridement een microbiologisch onderzoek van het verwijderde weefsel, wanneer dit mogelijk en betaalbaar is.

Scherp en chirurgisch debridement moeten worden uitgevoerd onder steriele omstandigheden, ongeacht de omvang van de operatie. De aangedane gebieden moeten worden gereinigd met antiseptische middelen en bedekt met steriele doeken en het verwijderde of uitgesneden weefsel moet met steriele instrumenten (scalpel, mes, chirurgische schaar en pincet) en handschoenen worden verwerkt. Normaliter wordt een antiseptische oplossing gebruikt om na de procedure de wond te reinigen en wordt er een steriel verband met antiseptisch middel aangebracht⁽¹²⁹⁾. In het geval van klinische tekenen van besmetting of infectie is het aanbevolen dat een deel van het verwijderde, afgestorven weefsel, evenals wat gezond weefsel vanuit de wondrand (biopsie) apart wordt gehouden voor microbiologisch onderzoek.

Debridement kan een infectie verspreiden. Dit wordt meestal veroorzaakt door het niet houden aan regels van steriliteit, een niet schoongemaakte operatieruimte, het gebruik van niet steriele doeken of instrumenten. Hoewel deze situaties zeldzaam zijn, komen zij wel voor, voornamelijk in instituten waar geen protocollen voor dit soort klinische procedures bestaan.

Zo mogelijk moeten disposable instrumenten gebruikt worden, aangezien het merendeel van de gedebrideerde wonden een aanzienlijke hoeveelheid microben bevat. Voor chirurgisch debridement zijn speciale proceduresets samengesteld met doek, gaas en disposable instrumenten. Deze worden door verschillende leveranciers geleverd.

Toepassing

Bij wondbehandeling is pijnbestrijding een zeer belangrijk punt. Daarom moet mogelijke toename van pijn gedurende behandelingen nauwkeurig in de gaten gehouden worden. Anesthesie is essentieel bij alle vormen van debridement. Sommige wonden zijn pijnloos (bijvoorbeeld diabetische voetenwonden (neuropathie), wonden door bevroering en sommige decubituswonden); in deze gevallen kan scherp debridement worden toegepast zonder toediening van anesthesie, maar de noodzaak voor orale of systemische pijnbestrijding voor aanvang van de procedure dient overwogen te worden.

Een andere kwestie is angst. Iedere procedure dient zorgvuldig te worden uitgelegd aan de patiënt en er dient, indien mogelijk en nodig, een geschreven en ondertekend toestemmingsformulier te worden verkregen⁽¹³⁰⁾. Tijdens de procedure hoort te patiënt op de hoogte gehouden te worden van iedere handeling (injecties, het verwijderen van weefsel, het gebruik van het tourniquet). Kinderen en patiënten met een lage pijngrens kunnen het best een roesje krijgen als er een contra-indicatie is voor anesthesie.

Lokaal anesthesie moet met zorg worden toegevend, omdat de applicatie (zalven en crèmes) wellicht niet toereikend is. In het bijzonder kun-

nen vaatvernauwende middelen, zoals epinefrine, leiden tot onderdrukking van de lokale weerstand en daardoor de aanwezigheid van bacteriën en de kans op een infectie verhogen.

Voordelen

Het voornaamste voordeel van scherp en chirurgisch debridement is de snelheid waarmee het dode weefsel verwijderd wordt. Deze procedures zorgen voor een snelle en effectieve verwijdering, waardoor het genezingsproces meteen kan starten. Een ander voordeel van scherp debridement zijn de relatief lage kosten van de behandeling in vergelijking met bijvoorbeeld chirurgisch debridement.

Een van de voordelen van chirurgisch debridement is dat het mogelijk is om afgestorven weefsel te verwijderen in gevallen waarbij alternatieve methoden inefficiënt zijn gebleken. Deze methode is snel en noodzakelijk wanneer de aanwezigheid van het afgestorven weefsel levensbedreigend is geworden. Een ander voordeel is de mogelijkheid de wond te sluiten in geval er meteen wordt overgegaan tot reconstructie.

Er is beperkte documentatie beschikbaar omtrent de voordelen van chirurgisch debridement. Daarin wordt ingegaan op cijfers over verbeterde genezing, verbeterde status van de wond en vermindering van pijn na afloop van de procedure ^(105,131-133).

Contra-indicaties

Chirurgisch en scherp debridement zijn niet-selectieve methoden, waardoor er risico is op overmatige verwijdering ^(52,134). Bij het verwijderen van te veel weefsel kunnen littekens ontstaan, kan een aanzienlijke vertraging in het genezingsproces optreden (wanneer het debridement grof of slordig is uitgevoerd) en kan schade ontstaan aan de diepere structuren. Dit is echter zeer zelden het geval bij scherp debridement, omdat deze methode normaliter wordt uitgevoerd om kleine hoeveelheden zichtbaar afgestorven weefsel te verwijderen.

In bepaalde gebieden, zoals bij de slaap, hals, oksel, lies en andere gebieden waar zenuwbundels dicht onder de huid liggen en er gemakkelijk schade kan worden toegebracht aan vitale en functionele structuren (grote bloedvaten, zenuwen en pezen) dient debridement van wonden extra zorgvuldig overwogen te worden en moeten er extra voorzorgsmaatregelen genomen worden. In dergelijke gevallen moet het chirurgisch debridement worden uitgevoerd door een ervaren specialist. Normaliter vinden deze procedures plaats in een daarvoor geschikte ruimte (OK of behandelkamer) en onder toediening van verdoving.

Hoewel het risico klein is, moet de kans op groter worden van de wond in de diepere lagen goed worden overwogen. Een pre-procedurele planning en goede evaluatie zijn noodzakelijk. Pocketvorming in de dieper gelegen structuren (bloedvaten, zenuwen, pezen of zelfs botten) kan tot grotere operaties leiden, waarbij verwijdering en vervanging van de aangedane delen noodzakelijk kan zijn.

Omdat scherp en chirurgisch debridement zeer invasieve procedures kunnen zijn, moeten speciale voorzorgsmaatregelen worden getroffen wanneer ze in functioneel en cosmetisch belangrijke gebieden plaatsvinden, zoals het gezicht, de handen, het perineum en de voeten. Uitgebreide schade aan deze weefsels moet worden vermeden en voor behandeling van deze gebieden moeten alternatieve technieken worden overwogen.

Er zijn slechts weinig contra-indicaties voor het scherp en chirurgisch debridement. De belangrijkste zijn een algemene slechte conditie van de patiënt en een stollingsstoornis. Meestal zijn deze contra-indicaties slechts relatief, aangezien scherp debridement een kleine interventie is die in het merendeel van de gevallen de status van de patiënt drastisch kan verbeteren en leidt tot het vrijkomen van cytokine en andere ontstekingsremmende factoren. Wanneer overmatig debridement wordt vermeden, zal debridement in alle gevallen de wondgenezing bevorderen.

Een absolute contra-indicatie voor welk scherp debridement dan ook is weigering door de patiënt. In dat geval moet een alternatieve behandeling worden overwogen. Daarom dient toestemming van de patiënt wanneer mogelijk te worden verkregen.

Kosteneffectiviteit

In vergelijking met andere methoden van debridement is voor deze methode weinig bewijs beschikbaar met betrekking tot klinische doeltreffendheid en economisch kosteneffectiviteit. De benodigde middelen om deze procedures uit te voeren kunnen echter een indicatie geven van de kosten.

Scherp debridement is relatief goedkoop voor wat betreft personeels- en materiaalkosten. Het kan worden uitgevoerd door één zorgverlener. De benodigde materialen zijn een scalpel of schaar, pincet, curette en steriele materialen, zoals doek, gaas, handschoenen, potjes voor bioptmateriaal en kweekstokjes. Daarbij dienen ook antiseptische middelen voor het schoonmaken van de plek voor het debridement, wondreiniging na de procedure en de juiste verbanden aanwezig te zijn. Hiervoor zijn speciale proceduresets verkrijgbaar die doek, gaas en disposable instrumenten bevatten.

In vergelijking zijn de kosten voor chirurgisch debridement hoog. Zij omvatten, maar zijn niet beperkt tot, de kosten van een chirurgisch team (chirurg, verpleegkundige, anesthesist, anesthesieverpleegkundige, et cetera), loonkosten, kosten voor gebruik van de OK, anesthesie en operatiemiddelen. Voor chirurgisch debridement is ook een chirurgisch instrumentenset nodig dat meestal verschillende formaten scharen, scalpels, currettes, zagen, boren, osteotomen, pincetten, naaldhouders en andere instrumenten bevat. De noodzaak om bloedingen te stelpen doet zich vaak voor en daarom is een elektrocauterisatie apparaat belangrijk. Voor chirurgisch debridement zijn ook steriele materialen (chirurgische jassen en handschoenen, doeken en gazen), antiseptische middelen en verbanden nodig.



Ondanks de grote rol die chirurgisch debridement in de huidige wondzorg speelt, is er weinig evidence beschikbaar over de voordelen van deze techniek



Conclusies

Chirurgisch en scherp debridement zijn snelle methoden voor het verwijderen van dood weefsel uit de wond, inclusief niet-vitaal, necrotisch weefsel of fibrineus beslag. Deze methoden kunnen worden toegepast op alle typen wonden. Hoewel zij klinisch effectief zijn, moeten zowel de scherpe als de chirurgische methode met enige terughoudendheid worden toegepast vanwege het risico op over-excisie en schade aan de wond, waardoor wondheling vertraagd kan worden. Wanneer de demarcatie van het afgestorven weefsel zich niet verder uitstrekt dan de diepe dermale laag of het wondbed wordt bedekt door fibrine of ander beslag, moeten alternatieve methoden voor debridement worden overwogen. Deze situaties vragen normaliter om mildere methoden van debridement, om extra schade aan het wondbed tijdens de procedure te voorkomen.

Economische aspecten van de gezondheidszorg: wondmanagement en debridement

Het kenmerk van een economische benadering binnen de evaluatie van ingrepen in de gezondheidszorg is dat er uitgebreide overwegingen van zowel de kosten als de uitkomsten of consequenties van een interventie bij komen kijken. Wanneer weinig middelen voorhanden zijn, is het niet passend om keuzes alleen te baseren op de uitkomst voor de patiënt. Het groter maken van de voordelen van de ene groep patiënten kan in dat geval minder voordelen voor anderen opleveren. Als er een vastgesteld budget is, kan het uitgeven van geld aan dure behandelingen die wonden sneller genezen, betekenen dat in het totaal minder patiënten behandeld kunnen worden. Een economische evaluatie bekijkt zowel de voordelen als de kosten van een interventie, gemeten in termen van waarde ten opzichte van andere mogelijkheden die nagelaten worden.

De laatste jaren hebben verschillende positieve voorbeelden de mogelijkheden laten zien om zowel het gebruik van middelen als de kosten te reduceren; tegelijkertijd zagen we ook belangrijke verbeteringen in de kwaliteit van leven voor betreffende patiënten. Succesvolle projecten werden vanuit een breder perspectief gemeten. Er werd niet alleen gekeken naar de kosten van de verbanden en andere materialen, maar ook naar de kosten voor personeel, de frequentie van de verbandwisselingen, de totale tijd tot genezing

en kwaliteit van leven. In verschillende gevallen werd met goed resultaat gefocust op scholing van artsen en verpleegkundigen in combinatie met een effectiever management van ulcera.

Wanneer bekeken vanuit het punt van middelenverbruik is het essentieel om debridement te zien als een geïntegreerd deel van de wondzorg die zich richt op een vast einddoel, zoals genezing. Momenteel zijn deze aspecten van de verschillende technieken voor debridement nauwelijks onderzocht.

Daarom zal deze introductie van de economische aspecten van debridement niet tot in detail de kosteneffectiviteiten van de verschillende technieken bespreken, maar in plaats daarvan richten op de algehele kostenstructuren. Daarbij wordt gerefereerd aan bestaande literatuur over debridement en niet-helende wonden.

Economische aspecten van de gezondheidszorg en factoren gerelateerd aan genezing van niet-helende wonden

Bij patiënten met moeilijk te genezen diabetische voetulcera (degenen met diepe infecties in de voet), zijn de dominante factoren die aan hoge

Tabel 4. In te zetten middelen en debridement

Chirurgische procedure (OK-ruimte, tijd arts, disposables)	Frequentie verbandwisselingen en door wie (personeel, patiënt, familie)
Debridement (materiaal, aantal verrichtingen, tijd, personeel)	Verbandmaterialen, medicatie, andere disposables en applicaties
Opnameduur (ligdagen, kliniek)	Antibiotica en andere medicatie (duur, dosis)
Diagnostische middelen en laboratoriumonderzoek	Complicaties en onverwachte reacties
Tijd praktijkruimte en bezoeken (kliniek, polikliniek, personeel)	Uitkomsten: helingstijd, aantal genezen wonden, tijd om wond te reinigen etc.

kosten worden gelinkt het aantal chirurgische procedures, de lengte van het ziekenhuisverblijf en de totale tijdsduur tot genezing⁽¹³⁵⁾. In een prospectieve studie waarin diabetespatiënten werden gevolgd tot zij genezen waren, met of zonder amputatie^(136,137), werden de hoogste kosten gemeten voor ziekenhuiszorg en lokale behandeling van wonden. De kosten voor antibiotica, polikliniekbezoeken en orthopedische hulpmiddelen waren in verhouding tot de totale kosten voor beide patiëntcategorieën laag. Uit hetzelfde onderzoek bleek een sterke relatie tussen de ernst van de wond en de aanwezigheid van comorbiditeiten⁽¹³⁷⁾.

Bij het meten van het gebruik van middelen is het belangrijk niet te focussen op individuele items, zoals verbanden of procedures, maar een bredere visie te ontwikkelen op het totaal aantal in te zetten middelen^(138,139). In tabel 4 wordt een overzicht gegeven van middelen die gebruikt worden bij het debridement.

Bijkomende kosten kunnen verband houden met revalidatie, vervoer, thuiszorg en andere thuis-hulp, het verlies van productiviteit en verzekeringen, afhankelijk of men een maatschappelijk of een verzekeraarsperspectief hanteert.

De kosten van wondzorg: bestaande evidence

Omdat een zeer beperkte hoeveelheid data beschikbaar is over de kosteneffectiviteit van debridement, kunnen de resultaten uit studies naar de kosten van niet-helende wonden informatie geven over kostenstructuren gerelateerd aan debridement.

De totale kosten van behandelingen

Vaak worden de kosten voor zorg gelijkgesteld aan de kosten voor de gebruikte producten⁽¹⁴⁰⁾, zoals de kostprijs van bijvoorbeeld verbanden. Helaas vormt de aanschafprijs slechts zelden een redelijk deel van de daadwerkelijke kosten voor de geleverde zorg^(141,142). De kosten van de verbanden zijn vaak verwaarloosbaar wanneer ze vergeleken worden met andere factoren, zoals kosten van het aantal verbandwisselingen, kosten van de tijd van de arts (chirurg) en verpleegkundige, de effectiviteit van middelen in verhouding tot de totale genezingsduur, de kwaliteit van de genezing (het voorkomen van recidieven), de mogelijkheid om terug te keren in het arbeidsproces en de kosten voor de zorginstelling^(141,142). Kostenbesparende maatregelen die zich richten op het gebruik van goedkopere verbanden zouden in feite zelfs hogere kosten kunnen opleveren, wanneer de nieuwe verbanden vaker vervangen dienen te worden (waardoor meer tijd van de verpleegkundige nodig is) en de totale genezingsduur wordt verlengd.

Verschuillende rapporten hebben de kosteneffectiviteit van diverse technieken en verbanden voor de behandeling van moeilijk te genezen wonden aangetoond. Hoewel veel van deze producten duurder waren dan de behandeling waarmee ze vergeleken werden, kan het gebruik van deze middelen een goede kosteneffectiviteit opleveren wanneer zij zorgen voor minder frequente verbandwisselingen en/of zorgen voor een effectievere of snellere genezing^(136,143,144). Het is belangrijk te beseffen dat een behandeling kosteneffectief kan zijn voor een groep patiënten of voor een bepaald type wond, maar niet voor een ander.

Daarbij kan een behandeling kosteneffectief zijn binnen de ene instelling of het ene land, maar niet bij de andere instelling of het andere land (138,139,145).

Tijd tot genezing

Een belangrijk thema in de meeste onderzoeken zijn de hoge kosten die de lange tijd tot genezing voor moeilijk genezende wonden met zich meebrengt. In de meeste gevallen is er een relatie tussen de afmeting en de duur van het ulcus en de tijd tot genezing (146,147) en de grote hoeveelheid middelen die daarvoor ingezet wordt (148,149). Een onderzoek door Tenvall et al. (148) bevestigde dat beenulcera met een oppervlak van ≥ 10 cm² en langer bestaand (\geq zes maanden) het duurst zijn. De kosten in Zweden bijvoorbeeld, voor de behandeling van een ulcus cruris van minder dan zes maanden werden geschat op € 1.827, in vergelijking met € 2.585 voor een ulcus cruris langer dan zes maanden bestaand (148).

Bijkomende kosten met betrekking tot ziekenhuiszorg en thuiszorg

Veel gezondheidseconomische onderzoeken naar niet-helende wonden hebben zich gericht op het reduceren van het ziekenhuisverblijf of de behandeling in aan het ziekenhuis verbonden specialistische klinieken. Een aanzienlijk deel van de middelen wordt echter gebruikt buiten het ziekenhuis, zoals in de eerste lijn en in de thuiszorg. Wanneer de kosten op basis van de setting worden geanalyseerd, blijkt het grootste gedeelte (48%) van de totale kosten voor de behandeling van het veneuze ulcus cruris in de USA in de thuiszorg gemaakt te worden (141). Een onderzoek in het Verenigd Koninkrijk berekende dat in 2000, de gemiddelde jaarlijkse kosten per patiënt voor de behandeling in een ulcus cruris kliniek € 1.205 was en € 2.135 bij behandeling door de thuiszorg (150). De conclusie dat de thuiszorg een aanzienlijk deel uitmaakt van de totale medische kosten suggereert dat het bevorderen van goede zorg buiten het ziekenhuis waarschijnlijk de kosteneffectiviteit kan verbeteren. Dit wordt onderstreept door een Zweeds onderzoek in de eerste lijn, waar een systeem voor de vroegdiagnostiek van ulcera cruris en een strategie om de frequentie van verbandwisselingen te verminderen, resulteerde in een aanzienlijke vermindering van zowel de gebruikte middelen als de economische kosten (148,151).

Deze studies suggereren het belang van een goede organisatie in wondzorg, evenals een goede coördinatie van de behandelstrategieën om optimale zorg te kunnen bieden, zowel met betrekking tot de uitkomst van de zorg als tot de kosten.

De gezondheidseconomie van debridement

Debridement wordt als een essentieel onderdeel van wondmanagement beschouwd, maar het bewijs dat debridement als eerste behandeling kan worden ingezet om de genezing te bevorderen is schaars. Het bewijs dat er is, bestaat voornamelijk uit zelfrapportage van behandelende artsen en analyses van RCT's. Als gevolg daarvan zijn de gezondheidseconomische data die specifiek naar technieken voor debridement verwijzen, beperkt.

De literatuurlijst in tabel 5 beschrijft de gebruikte studies en bevat ook een kosteneffectiviteitsanalyse van bepaalde technieken voor debridement.

Noodzaak voor onderzoek naar kosteneffectiviteit van debridement

Bewijs, waaronder gezondheidseconomische gegevens, zal steeds belangrijker worden in een situatie waar het effect van niet-helende wonden op de maatschappij en het individu duidelijker wordt en waar de middelen van de gezondheidszorg steeds schaarser worden. Om nieuwe behandelstrategieën te kunnen valideren, zal deze data in veel landen cruciaal worden.

Verschillen in verzekeringsprocedures, de organisatie van de gezondheidszorg, salarissen van personeel en faciliteiten die beschikbaar zijn in de verschillende Europese landen, maken het lastig om sterke aanbevelingen met betrekking tot de gezondheidseconomie te definiëren. Daarbij laten de bestaande onderzoeken methodologische problemen zien, wat duidelijk maakt dat de kennis omtrent economische evaluatie van het algemene wondmanagement verbeterd dient te worden. Een overzicht van de methode van economische evaluatie is opgenomen in het EWMA document *Outcomes in controlled and comparative studies in non-healing wounds* (149). Voor een completere discussie van de economische evaluaties binnen de gezondheidszorg, zie Drummond et al (152).

Tabel 5 Bestaande studies over kosten en materiaalverbruik van debridement

Auteur(s) en data van publicatie	Type en resultaten
Wayman 2000 ⁽⁹²⁾	Een onderzoek naar twaalf patiënten met een veneus ulcus cruris, bij wie een debridementsbehandeling nodig werd geacht. Madentherapie werd vergeleken met een behandeling met hydrogelverbanden. Bij alle zes de patiënten in de madentherapiegroep werd met één behandeling een effectief debridement bereikt. Daarentegen hadden twee patiënten in de hydrogel-groep (33%) na een maand nog steeds verbanden nodig. De gemiddelde kosten van de behandeling in de groep met madentherapie was € 92,40, vergeleken met € 160,08 voor de controlegroep (hydrogels; ≤ 0.05).
Soares 2009 ⁽⁹³⁾	Kosteneffectiviteit en de opbrengst in kwaliteit van leven tegenover de kosten werden uitgebreid geanalyseerd. Daarnaast werd een jaarlange RCT uitgevoerd, waarin madentherapie met hydrogel in het debridement van ulcera cruris vergeleken werden. In vergelijking met hydrogel kost madentherapie gemiddeld € 112,80 meer per persoon per jaar. De genezings-tijd in de madentherapiegroep (p=n/s) was gemiddeld 2,4 dagen korter. Daarbij werd een iets hogere kwaliteit van leven - gelieerd aan de gezondheid - waargenomen. De conclusie was dat beide behandelstrategieën waarschijnlijk vergelijkbare gezondheidsvoordelen en kosten opleveren. Er was echter ook sprake van aanzienlijke onzekerheid met betrekking tot de cijfers in de uitkomsten, vanwege het percentage uitval en comorbiditeiten. Deze ambitieuze studie is een goed voorbeeld van de complexiteit en uitdagingen waar men bij dergelijke studies mee te maken krijgt.
Caputo et al. 2008 ⁽⁹⁹⁾	In een vergelijkende studie werd hydrochirurgie (Versajet; Smith & Nephew) vergeleken met traditioneel chirurgisch debridement bij ulcera aan de onderste ledematen. Ook de totale tijd van de procedure en de hoeveelheid benodigde materialen werden meegenomen in de berekening. De conclusie was dat hydrochirurgie de debridementstijd verkort. Kostenbesparing kan optreden bij zorgvuldiger gebruik van hydrochirurgie omdat er minder zoutoplossing benodigd is. De twee strategieën verschilden echter niet van elkaar in gemiddelde genezings-tijd of genezings-snelheid.
Lewis et al. 2001 ⁽¹³⁴⁾	Uit een systematische review van de kosteneffectiviteit en het klinische effect van middelen voor debridement, wanneer toegepast op postoperatieve secundaire wonden, bleek dat nergens een vergelijking werd gemaakt omtrent de kosteneffectiviteit van twee verschillende soorten modern verband. Alle vier de studies die in de review meegenomen werden, vergeleken een autolytische debridementsmethode met de traditionele methode van doordrenkt gaas met verschillende antiseptische middelen. In de meeste studies kwam een positief effect met betrekking tot klinisch effect en kosteneffectiviteit naar voren; er bleek echter geen duidelijk voordeel bij gebruik van het ene verband of het andere.
Graninck et al. 2006 ⁽¹⁵³⁾	Hydrochirurgie vermindert het aantal chirurgische procedures dat nodig is om een schoon wondbed te creëren bij een scala aan acute en chronische wonden (respectievelijk 1,2 en 1,9 procedures per patiënt bij hydrochirurgie en traditioneel debridement). De studie schat dat het verminderd aantal procedures een kostenbesparing zou opleveren van € 1791.
Mosti 2006 ⁽¹⁵⁴⁾	Deze retrospectieve studie suggereert dat hydrochirurgie als debridement bij moeilijk genezende beenulcera de ziekenhuisopname zou kunnen verkorten.
Mulder 1005 ⁽¹⁵⁵⁾	In een zeer kleine retrospectieve analyse van hydrogelverbanden ten opzichte van wet-to-dry (met een zoutoplossing bevochtigd gaas) in het debridement van droog beslag werd aangetoond dat de dagelijkse kosten hoger waren in de groep met hydrogel/polyurethaan, maar dat deze methode ook kosteneffectiever is wanneer gekeken wordt naar de tijd die nodig is om ≥ 50% debridement te bewerkstelligen, de hoeveelheid verbandwisselingen en de hoeveelheid benodigd materiaal.

Een algoritme voor debridement

Het algoritme dat in dit hoofdstuk is opgenomen komt voort uit de opvattingen van de auteurs van dit document en is gebaseerd op hun persoonlijke ervaringen. Het doel is om een heldere omschrijving te geven van het globale proces van debridement, evenals een voorstel voor een structurele aanpak om tussen de beschikbare technieken te kiezen.

Het voorgestelde zorgpad voor debridement is als een procescirkel opgenomen in figuur 7.

Figuur 8 toont het mogelijke zorgpad om een debridementstechniek te selecteren. We hebben de tijd die nodig is voor behandeling als beginpunt gekozen, evenals de beschikbaarheid van de techniek binnen verschillende behandelomgevingen en situaties. Het doel is een eenvoudig model te tonen dat bruikbaar is voor dagelijks klinisch gebruik. Het is echter bij iedere keuze voor een debridementstechniek belangrijk om de volgende parameters in de overweging mee te nemen in overweging, omdat die de beslissing kunnen beïnvloeden:

- Pijn
- De omgeving van de patiënt
- De keuze van de patiënt en zijn/haar toestemming
- Biologische leeftijd en comorbiditeit
- Kwaliteit van leven
- Vaardigheid van de zorgverlener



....om een heldere omschrijving te geven van het globale proces van debridement, evenals een voorstel voor een structurele aanpak om tussen de beschikbare technieken te kiezen

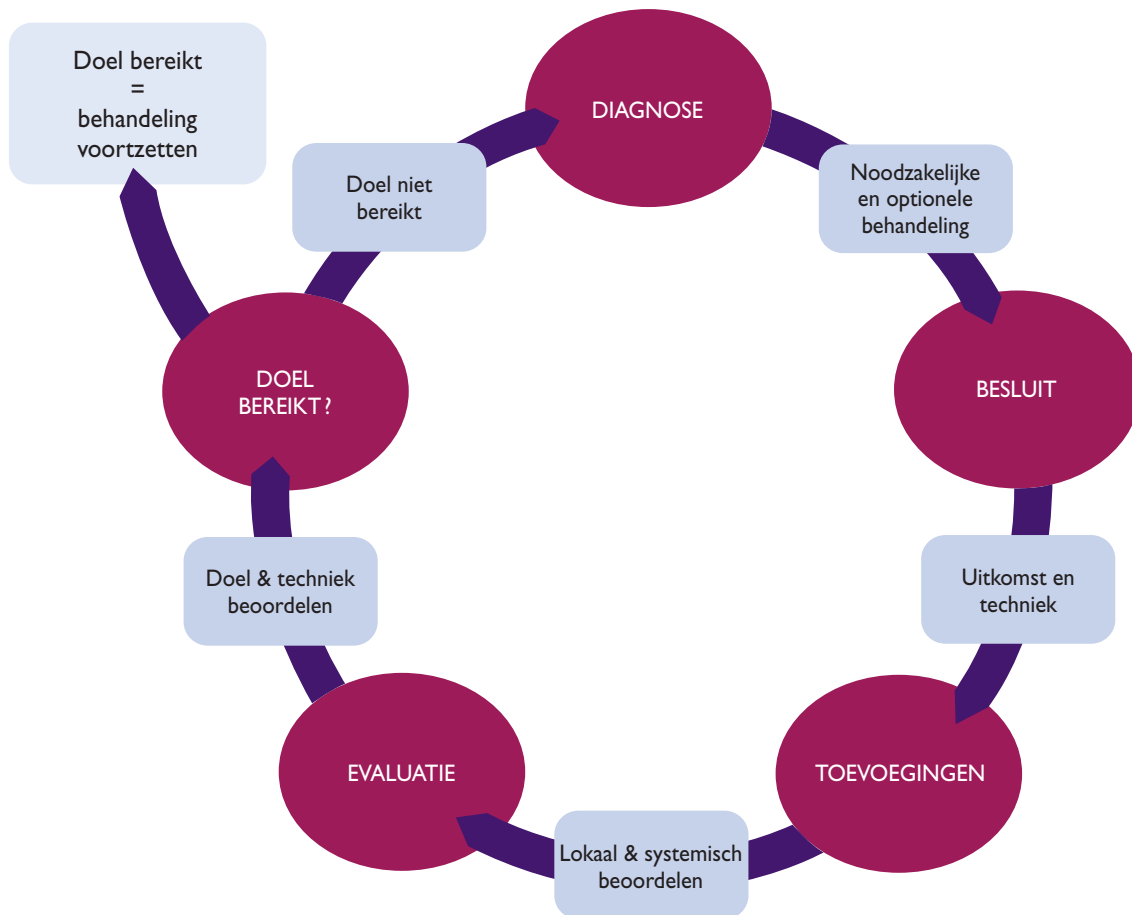


- Middelen van de zorgverlener
- Voorschriften en bestaande richtlijnen

Daarbij kan het de moeite waard zijn om bij de keuze tussen verschillende opties die klinisch relevant en toepasbaar zijn, de kosteneffectiviteit van de verschillende technieken te overwegen. Deze parameters zijn tot in detail in dit document beschreven - een kort overzicht van de belangrijkste aspecten van iedere techniek kan gevonden worden in figuur 8.

Tot slot moet benadrukt worden dat elk van de beschreven technieken in het geval van een specifieke patiënt of een specifieke behandel situatie de meest geschikte optie voor debridement kan zijn.

Figuur 7 Debridement proces cyclus



Terminologie

Diagnose:

Diagnosticeren van biofilm, weefseltype en factoren die debridement beïnvloeden.

Besluit:

Besluit over het gewenste resultaat, de tijd die nodig is om dat resultaat te bereiken en, afhankelijk hiervan, de technieken die daarvoor ingezet moeten worden.

Toevoegingen:

Het inzetten van extra maatregelen die nodig zijn om het debridement succesvol te laten verlopen, zoals plaatselijk verbeteren van het wondmilieu of systemische maatregelen als drukvermindering, de behandeling van een infectie, verbetering van de bloedtoevoer en het behandelen van comorbiditeiten.

Evaluatie:

Evalueer of het gewenste resultaat bereikt is en het gekozen debridement in dit specifieke geval effectief is.

Doel:

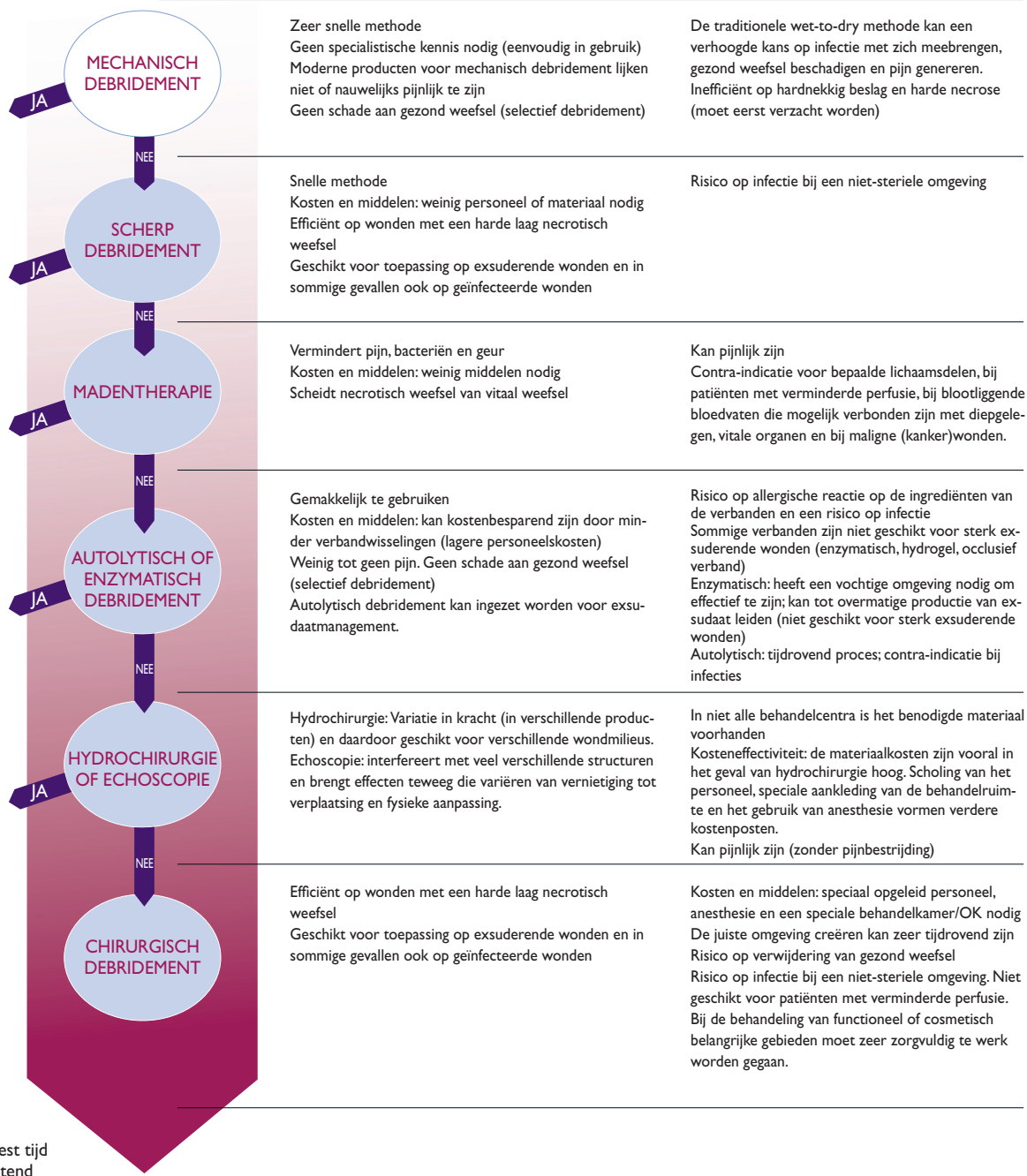
Indien optimaal debridement is bereikt, wordt de behandeling voortgezet. Indien er geen optimaal debridement is bereikt, wordt een nieuwe diagnose gesteld en worden de stappen in de procescirkel herhaald.

Figuur 8. Keuze van techniek: voor- en nadelen gerelateerd aan verschillende technieken

Minste tijd kostend

VOORDELEN

NADELEN



Literatuur

- 1** Hinchliffe, R.J., Valk, G.D., Apelqvist, J. et al. A systematic review of the effectiveness of interventions to enhance the healing of chronic ulcers of the foot in diabetes. *Diabetes Metab Res Rev.* 2008; 24 (Suppl. 1): 119–144.
- 2** O'Brien, M. Exploring methods of wound debridement. *Br J Comm Nurs.* 2002; 7: 10–18.
- 3** Oxford English Dictionary. Available from: <http://oxforddictionaries.com/>
- 4** Gethin, G., Cowman, S., Kolbach, D.N. Debridement for venous leg ulcers. *Cochrane Database Syst Rev.* 2010; 7: CD008599.
- 5** Vowden, K.R., Vowden, P. Wound debridement. Part 2: sharp techniques. *J Wound Care.* 1999; 8: 291–294.
- 6** Department of Health (DH). Reference guide to consent for examination or treatment. DH, 2001.
- 7** Fisher-Jeffes, L.F., Barton, C., Finlay, F. Clinicians' knowledge of informed consent. *J Med Ethics.* 2007; 33: 181–184.
- 8** Department of Health (DH). Seeking consent: working with children. DH, 2001.
- 9** Pape, T. Legal and ethical considerations of informed consent. *AORN J.* 1997; 65: 122–127.
- 10** Kanerva, A., Suominen, T., Leino-Kilpi, H. Informed consent for short stay surgery. *Nurs Ethics.* 1999; 6: 483–493.
- 11** Fisher, F., McDonald, N.J., Weston, R. *Medical Ethics Today: Its practice and Philosophy.* Latimer Trend, 1995.
- 12** Victorian Healthcare Association (VHA). Informed Consent for Treatment/Intervention VHA Clinical Governance in Community Health Discussion Paper; 2009.
- 13** Leclercq, W.K., Keulers, B.J., Scheltinga, M.R. et al. A review of surgical informed consent: past, present, and future. A quest to help patients make better decisions. *World J Surg.* 2010; 34: 1406–1415.
- 14** Rodeheaver, G.T. Pressure ulcer debridement and cleansing: a review of current literature. *Ostomy Wound Manage.* 1999; 45 (Suppl. 1A): 80S–85S.
- 15** Eneroth, M., van Houtum, W.H. The value of debridement and vacuum-assisted closure (V.A.C.) therapy in diabetic foot ulcers. *Diabetes Metab Res Rev.* 2008; 24 (Suppl. 1): S76–80.
- 16** Armstrong, M., Price, P. Wet-to-dry gauze dressings: fact and fiction. *Wounds.* 2004; 16: 56–62.
- 17** Kammerlander, G., Andriessen, A., Asmussen, P. et al. Role of the wet-to-dry phase of cleansing in preparing the chronic wound bed for dressing application. *J Wound Care.* 2005; 14: 349–353.
- 18** Ovington, L.G. Hanging wet-to-dry dressings out to dry. *Home Healthc Nurse.* 2001; 19: 477–484.
- 19** Spoelhof, G.D., Ide, K. Pressure ulcers in nursing home patients. *Am Fam Physician.* 1993; Vol 47: 1207–1215.
- 20** Nash, M.S., Nash, L.H., Garcia, R.G., Neimark, P. Nonselective debridement and antimicrobial cleansing of a venting ductal breast carcinoma. *Arch Phys Med Rehabil.* 1999; 80: 118–121.
- 21** Donati, L., Vigano, M. Use of the hydrocolloidal dressing Duoderm for skin donor sites for burns. *Int J Tissue React.* 1988; 4: 267–272.
- 22** Barnea, Y., Amir, A., Leshem, D. et al. Clinical comparative study of Aquacel and paraffin gauze dressing for split-skin donor site treatment. *Ann Plast Surg.* 2004; 53: 132–136.
- 23** Dryburgh, N., Smith, F., Donaldson, J., Mitchell, M. Debridement for surgical wounds. *Cochrane Database Syst Rev.* 2008; 3, CD006214.
- 24** Edwards, J., Stapley, S. Debridement of diabetic foot ulcers. *Cochrane Database Syst Rev.* 2010; 1, CD003556.
- 25** Vermeulen, H., Ubbink, D.T., Goossens, A. et al. Dressings and topical agents for surgical wounds healing by secondary intention. *Cochrane Database Syst Rev.* 2004; 1, CD003554.
- 26** Ragnarson Tennvall, G., Apelqvist, J. Cost-effective management of diabetic foot ulcers: a review. *Pharmacoeconomics.* 1997; 12: 42–53.
- 27** Lewis, R., Whiting, P., ter Riet, G., et al. A rapid and systematic review of the clinical effectiveness and cost effectiveness of debriding agents in treating surgical wounds healing by secondary intention. *Health Technol Assess.* 2001; 5: 1–141.
- 28** Benbow, M. Using debrisoft for wound debridement. *J Comm Nurs.* 2001; 25: 5, 17–18.
- 29** Haemmerle, G., Duelli, H., Abel, M., Strohal, R. The wound debrider: a new monofilament fibre technology. *Br J Nurs.* 2011; 20: 6 (Suppl.), S35–42.
- 30** Dam, W., Winther, C., Rasmussen, G.S. Methods for cleaning and debridement of wounds — experiences with Debrisoft. *SAR.* 2011; 19: 182–184.
- 31** Vowden, K., Vowden, P. Debrisoft: Revolutionising debridement. *Br J Nurs.* 2011; 20: 20 (Suppl.), S1–S16.
- 32** Bahr, S., Mustafi, N., Hättig, P. et al. Clinical efficacy of a new monofilament fibre-containing wound debridement product. *J Wound Care.* 2011; 20: 242–248.
- 33** Gray, D., Acton, C., Chadwick, P. et al. Consensus guidance for the use of debridement techniques in the UK. *Wounds UK.* 2011; 7: 77–84.
- 34** Dissemond, J. Modern wound dressings for the therapy of chronic wounds [in German]. *Hautarzt.* 2006; 10: 881–887.
- 35** Bouza, C., Munoz, A., Amate, J.M. Efficacy of modern dressings in the treatment of leg ulcers: a systematic review. *Wound Repair Regen.* 2005; 13: 218–229.
- 36** König, M., Vanscheidt, W., Augustin, M., Kapp, H. Enzymatic versus autolytic debridement of chronic leg ulcers: A prospective randomised trial. *J Wound Care.* 2005; 14: 320–323.
- 37** Caruso, D.M., Foster, K.N., Blome-Eberwein, S.A. et al. Randomized clinical study of Hydrofiber dressing with silver or silver sulfadiazine in the management of partial-thickness burns. *J Burn Care Res.* 2006; 27: 298–309.
- 38** Vandenbulcke, K., Horvat, L.L., De Mil, M. et al. Evaluation of the antibacterial activity and toxicity of 2 new hydrogels: a pilot study. *Int J Low Extrem Wounds.* 2006; 5: 109–114.
- 39** Jull, A.B., Rodgers, A., Walker, N. Honey as a topical treatment for wounds. *Cochrane Database Syst Rev.* 2008; 4, CD005083.
- 40** Wiegand, C., Abel, M., Ruth, P., Hipler, U.C. Comparison of the antimicrobial effect of two superabsorbent polymer-containing wound dressings *in vitro*. 4th International Workshop on Wound Technology (WWWT), Paris, 2012.
- 41** Apelqvist, J., Ragnarson Tennvall, G. Cavity foot ulcers in diabetic patients: a comparative study of cadexomer iodine ointment and standard treatment. An economic analysis alongside a clinical trial. *Acta Derm Venereol.* 1996; 76: 231–235.

- 42** Moss, C., Taylor, A.E., Shuster, S. Comparison of cadexomer iodine and dextranomer for chronic venous ulcers. *Clin Exp Dermatol*. 1987; 12: 413–418.
- 43** SIGN (Scottish Intercollegiate Guidelines Network), Part of NHS Quality Improvement Scotland. Management of Chronic Venous Leg Ulcers — A National Clinical Guideline. SIGN, 2010.
- 44** Hansson, C., Persson, L.M., Stenquist, B. et al. The effects of Cadexomer iodine paste in the treatment of venous leg ulcers compared with hydrocolloid dressing and paraffin gauze dressing. *Int Dermatol*. 1998; 37: 390–396.
- 45** National Pressure Ulcer Advisory Panel (NPUAP) and European Pressure Ulcer Advisory Panel (EPUAP). Prevention and Treatment of Pressure Ulcers: Clinical Practice Guideline. NPUAP/EPUAP, 2009.
- 46** Yastrub, D.J. Relationship between type of treatment and degree of wound healing among institutionalized geriatric patients with stage II pressure ulcers. *Care Manage J*. 2004; 5: 213–218.
- 47** Freise, J., Kohaus, S., Körber, A. et al. Contact sensitization in patients with chronic wounds: Results of a prospective investigation. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2008; 22: 1203–1207.
- 48** Bowler, P.G., Jones, S.A., Davies, B.J., Coyle, E. Infection control properties of some wound dressings. *J Wound Care*. 1999; 8: 499–502.
- 49** de la Brassinne, M., Thirion, L., Horvat, L.I. A novel method of comparing the healing properties of two hydrogels in chronic leg ulcers. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2006; 20: 131–135.
- 50** Best Practice Statement: The Use of Topical Antiseptic/Antimicrobial Agents in Wound Management (2nd edn). *Wounds UK*, 2011.
- 51** Sundberg, J., Meller, R. A retrospective review of the use of cadexomer iodine in the treatment of chronic wounds. *Wounds*. 1997; 9: 68–86.
- 52** Falabella, A.F. Debridement and wound bed preparation. *Dermatol Ther*. 2006; 19: 317–325.
- 53** Pullen, R., Popp, R., Volkens, P., Fusgen, I. Prospective randomized double-blind study of the wound-debriding effects of collagenase and fibrinolysin/deoxyribonuclease in pressure ulcers. *Age Ageing*. 2002; 31: 126–130.
- 54** Ramundo, J., Gray, M. Collagenase for enzymatic debridement: a systematic review. *J Wound Ostomy Continence Nurs*. 2009; 36: 4–11.
- 55** Shapira, E., Giladi, A., Neiman, Z. Use of water insoluble papain for debridement of burn eschar and necrotic tissue. *Plast Reconstr Surg*. 2005; 52: 279.
- 56** Hellgren, L., Mohr, V., Vincent, J. Proteases of Antarctic krill — a new system for effective enzymatic debridement of necrotic ulcerations. *Experientia*. 1986; 42: 403–404.
- 57** Mekkes, J.R., Le Poole, I.C., Das, P.K. et al. Efficient debridement of necrotic wounds using proteolytic enzymes derived from Antarctic krill: a double-blind, placebo-controlled study in a standardized animal wound model. *Wound Repair Regen*. 1998; 6: 50–57.
- 58** Dissemond, J., Goos, M. Conditioning of chronic wounds with proteolytic enzymes [in German]. *Hautarzt*. 2003; 54: 1073–1079.
- 59** Smith, R.G. Enzymatic debriding agents: an evaluation of the medical literature. *Ostomy Wound Manage*. 2008; 54: 8, 16–34.
- 60** Goode, A.W., Glazer, G., Ellis, B.W. The cost effectiveness of Dextranomer and Eusol in the treatment of infected surgical wounds. *Br J Clin Pract*. 1979; 33: 325–328.
- 61** Heel, R.C., Marton, P., Brogden, R.N. et al. Dextranomer: a review of its general properties and therapeutic efficacy. *Drugs*. 1979; 18: 89–102.
- 62** Dissemond, J., Goos, M. Options for debridement in the therapy of chronic wounds [in German]. *J Dtsch Dermatol Ges*. 2004; 2: 743–751.
- 63** Greenwood, D. Honey for superficial wounds and ulcers. *Lancet*. 1993; 341: 8837, 90–91.
- 64** Schneider, L.A., Körber, A., Grabbe, S., Dissemond, J. Influence of pH on wound healing: a new perspective for wound therapy? *Arch Dermatol Res*. 2007; 298: 418–420.
- 65** Gethin, G., Cowman, S. Manuka honey vs. hydrogel — a prospective, open label, multicentre, randomised controlled trial to compare desloughing efficacy and healing outcomes in venous ulcers. *J Clin Nurs*. 2009; 18: 466–474.
- 66** Tartibian, B., Maleki, B.H. The effects of honey supplementation on seminal plasma cytokines, oxidative stress biomarkers and antioxidants during 8 weeks of immunocycling training. *J Androl*. 2012; 33: 449–461.
- 67** Bauer, L., Kohlich, A., Hirschwehr, R. et al. Food allergy to honey: pollen or bee products? Characterization of allergenic proteins in honey by means of immunoblotting. *J Allergy Clin Immunol*. 1996; 97 (1 Pt 1): 65–73.
- 68** Horobin, A., Shakeesheff, K., Pritchard, D. Maggots and wound healing: an investigation of the effects of secretions from *Lucilia sericata* larvae upon the migration of human dermal fibroblasts over a fibronectin-coated surface. *Wound Repair Regen*. 2005; 13: 422–433.
- 69** Baer, W.S. The treatment of chronic osteomyelitis with the maggot (larvae or blowfly). *J Bone Joint Surg*. 1931; 13: 428–475.
- 70** Margolin, L., Gialanella, P. Assessment of the antimicrobial properties of maggots. *Int Wound J*. 2010; 7: 202–204.
- 71** Sherman, R.A., Shimoda, K.J. Presurgical maggot debridement of soft tissue wounds is associated with decreased rates of postoperative infection. *Clin Infect Dis*. 2004; 39: 1067–1070.
- 72** Chambers, L., Woodrow, S., Brown A.P. et al. Degradation of extracellular matrix components by defined proteinases from the greenbottle larva *Lucilia sericata* used for clinical debridement of non healing wounds. *Br J Dermatol*. 2003; 148: 14–23.
- 73** Sherman, R.A. Maggot versus conservative debridement therapy for the treatment of pressure ulcers. *Wound Repair Regen*. 2002; 10: 208–214.
- 74** Mumcuoglu, K.Y., Miller, J., Mumcuoglu, M. et al. Destruction of bacteria in the digestive tract of the maggot of *Lucilia sericata*. *J Med Entomol*. 2001; 38: 161–166.
- 75** Steenvoorde, P., Jukema, G.N. The antimicrobial activity of maggots *in vivo* results. *J Tissue Viability*. 2004; 14: 97–101.
- 76** Van der Plas, M.J.A., Jukema, G.N., Wai, S.W. et al. Maggot excretions/secretions are differentially effective against biofilms of *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa*. *J Antimicrob Chemother*. 2008; 61: 377–379.

- 77** Wollina, U., Liebold, K., Schmidt, W. et al. Biosurgery supports granulation and debridement in chronic wounds- clinical data and remittance spectroscopy measurement. *Int Soc Dermatol*. 2002; 41: 635–639.
- 78** Gilead, L., Mumcuoglu, K.Y., Ingber, A. The use of maggot debridement therapy in the treatment of chronic wounds in hospitalised and ambulatory patients. *J Wound Care*. 2012; 21: 78–85.
- 79** Cullen, A. Spinal cord injury: using maggots to ease the pressure. *Wounds UK*. 2009; 5: 82–85.
- 80** Paul, I.A.G., Ahmad, N.W., Lee, H.L. et al. Maggot debridement therapy with *Lucile cuprina*: a comparison with conventional debridement in diabetic foot ulcers. *Int Wound J*. 2009; 6: 39–46.
- 81** Rodgers, A. Maggots for the management of purpura fulminans in a paediatric patient. *Wounds UK*. 2009; 5: 141–145.
- 82** Dumville, J., Worthy, G., Bland, J.M. et al. Larval therapy for leg ulcers (VenUS 11): randomised controlled trial. *BMJ*. 2009; 338: b773.
- 83** Sherman, R.A. Maggot therapy for treating diabetic foot ulcers unresponsive to conventional therapy. *Diabetes Care*. 2003; 26: 446–451.
- 84** Spilsbury, K., Cullum, N., Dumville, J. et al. Exploring patient perceptions of larval therapy as a potential treatment for venous leg ulceration. *Health Expect*. 2008; 11: 148–159.
- 85** Courtenay, M., Church, J.C., Ryan, T.J. Larva therapy in wound management. *J R Soc Med*. 2000; 93: 72–74.
- 86** Markevich, Y.O., McLeod-Roberts, J., Mousley, M., Molloy, E. Maggot therapy for diabetic neuropathy foot wounds. *Diabetologia*. 2000; 43 (Suppl. 1): A15.
- 87** Bradley, M., Cullum, N., Sheldon, T. The debridement of chronic wounds: a systematic review. *Health Technol Assess*. 1999; 3: 17, 1–78.
- 88** Mumcuoglu, K.Y., Ingber, A., Gilead, L. et al. Maggot therapy for the treatment of intractable wounds. *Int J Dermatol*. 1999; 38: 623–627.
- 89** Waymen, J., Walker, A., Sowinski, A. et al. Larval debridement therapy: a cost-effective alternative to hydrogel in necrotic venous ulcers: a randomized trial. *Br J Surg*. 2000; 87: 507.
- 90** Evans, H. Larvae therapy and venous leg ulcers: reducing the 'Yuk factor'. *J Wound Care*. 2002; 11: 407–408.
- 91** Blake, F.A.S., Abromeit, N., Bubenheim, M. The biosurgical wound debridement: experimental investigation of efficiency and practicability. *Wound Repair Regen*. 2007; 15: 756–761.
- 92** Wayman, J., Anne, W., Sowinski, A., Walker, M.A. The cost effectiveness of larval therapy in venous ulcers. *J Tissue Viability*. 2000; 10: 91–94.
- 93** Drisdelle, R. Maggot debridement therapy: a living cure. *Nursing*. 2003; 33: 17.
- 94** Richardson, M. The benefit of larval therapy in wound care. *Nurs Stand*. 2004; 19: 7, 70–74.
- 95** Soares, M.O., Iglesias, C.P., Bland, M. et al. Cost effectiveness analysis of larval therapy for leg ulcers. *BMJ*. 2009; 338: b825.
- 96** Margolin, L., Gialanella, P. Assessment of the antimicrobial properties of maggots. *Int Wound J*. 2010; 7: 202–204.
- 97** Brown, L.L., Shelton, H.T., Bornside, G.H., Cohn, I., Jr. Evaluation of wound irrigation by pulsatile jet and conventional methods. *Ann Surg*. 1978; 187: 170–173.
- 98** Granick, M.S., Tenenhaus, M., Knox, K.R., Ulm, J.P. Comparison of wound irrigation and tangential hydrodissection in bacterial clearance of contaminated wounds: results of a randomized, controlled clinical study. *Ostomy Wound Manage*. 2007; 53: 4, 64–70.
- 99** Caputo, W.J., Beggs, D.J., DeFede, J.L. et al. A prospective randomised controlled clinical trial comparing hydrosurgery debridement with conventional surgical debridement in lower extremity ulcers. *Int Wound J*. 2008; 5: 288–294.
- 100** Draeger, R.W., Dahners, L.E. Traumatic wound debridement: a comparison of irrigation methods. *J Orthop Trauma*. 2006; 20: 83–88.
- 101** Gravante, G., Delogo, D., Esposito, G., Montone, A. Versajet hydrosurgery versus classic escharectomy for burn débridement: a prospective randomized trial. *J Burn Care Res*. 2007; 28: 720–724.
- 102** Bowling, F.L., Stickings, D.S., Edwards-Jones, V. et al. Hydro debridement of wounds: effectiveness in reducing wound bacterial contamination and potential for air bacterial contamination. *J Foot Ankle Res*. 2009; 8: 13.
- 103** Daeschlein, G., Lehnert, W., Arnold, A. et al. Hygienic safety of a new hydrodynamic wound debridement system. *Dermatol Surg*. 2010; 36: 1426–1438.
- 104** Nussbaum, E.L., Biemann, I., Mustard, B. Comparison of ultrasound/ultraviolet-C and laser for treatment of pressure ulcers in patients with spinal cord injury. *Phys Ther*. 1994; 74: 812–825.
- 105** Herberger, K., Franzke, N., Blome, C. et al. Efficacy, tolerability and patient benefit of ultrasound-assisted wound treatment versus surgical debridement: a randomized clinical study. *Dermatol*. 2011; 222: 244–249.
- 106** Morykwas, M.J., Argenta, L.C., Shelton-Brown, E.I., McGuirt, W. Vacuum-assisted closure: a new method for wound control and treatment. Animal studies and basic foundation. *Plast Surg*. 1997; 38: 553–562.
- 107** Lorée, S., Domp Martin, A., Penven, K. et al. Is vacuum-assisted closure a valid technique for debriding chronic leg ulcers? *J Wound Care*. 2004; 13: 249–252.
- 108** Saxena, V., Hwang, C.W., Huang, S. et al. Vacuum-assisted closure: microdeformations of wounds and cell proliferation. *Plast Reconstr Surg*. 2004; 114: 1086–1096.
- 109** Armstrong, D.G., Lavery, L.A., Diabetic Foot Study Consortium. Negative pressure wound therapy after partial diabetic foot amputation: a multicentre, randomised controlled trial. *Lancet*. 2005; 366: 9498, 1704–1710.
- 110** Blume, P.A., Walters, J., Payne, W. et al. Comparison of negative pressure wound therapy using vacuum-assisted closure with advanced moist wound therapy in the treatment of diabetic foot ulcers: a multicenter randomized controlled trial. *Diabetes Care*. 2008; 31: 631–636.
- 111** Mouës, C.M., van den Bemd, G.J., Heule, F., Hovius, S.E. Comparing conventional gauze therapy to vacuum-assisted closure wound therapy: a prospective randomised trial. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2007; 60: 672–681.
- 112** Wanner, M.B., Schwarzl, F., Strub, B. et al. Vacuum-assisted wound closure for cheaper and more comfortable healing of pressure sores: a prospective study. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg*. 2003; 37: 28–33.
- 113** Timmers, M.S., Graafland, N., Bernards, A.T. et al. Negative pressure wound treatment with polyvinyl alcohol foam and polyhexanide antiseptic solution instillation in posttraumatic osteomyelitis. *Wound Repair Regen*. 2009; 17: 278–286.
- 114** Stannard, J.P., Volgas, D.A., Stewart, R. et al. Negative pressure wound therapy after severe open fractures: a prospective randomized study. *J Orthop Trauma*. 2009; 23: 552–557.
- 115** Braakenburg, A., Obdeijn, M.C., Feitz, R. et al. The clinical efficacy and cost effectiveness of the vacuum-assisted closure technique in the management of acute and chronic wounds: a randomized controlled trial. *J Plast Reconstr Surg*. 2006; 118: 390–397.
- 116** Wu, S.C., Armstrong, D.G. Clinical outcome of diabetic foot ulcers treated with negative pressure wound therapy and the transition from acute care to home care. *Int Wound J*. 2008; 5 (Suppl. 2): 10–16.
- 117** Ensing, G.T., Roeder, B.L., Nelson, J.L. et al. Effect of pulsed ultrasound in combination with gentamicin on bacterial viability in biofilms on bone cements *in vivo*. *J Appl Microbiol*. 2005; 99: 443–448.
- 118** Ensing, G.T., Neut, D., van Horn, J.R. et al. The combination of ultrasound with antibiotics released from bone cement decreases the viability of planktonic and biofilm bacteria, an *in vitro* study with clinical strains. *J Antimicrob Chemother*. 2006; 58: 1287–1290.

- 119** Voigt, J., Wendelken, M., Driver, V., Alvarez, O.M. Low-frequency ultrasound (20–40kHz) as an adjunctive therapy for chronic wound healing: a systematic review of the literature and meta-analysis of eight randomized controlled trials. *Int J Low Extrem Wounds*. 2011; 10: 190–199.
- 120** Tan, J., Abisi, S., Smith, A., Burnand, K.G. A painless method of ultrasonically assisted debridement of chronic leg ulcers: a pilot study. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2007; 33: 234–238.
- 121** Webster, D.F., Pond, J.B., Byron, M., Harvey, W. The role of cavitation in the *in vitro* stimulation of protein synthesis in human fibroblasts by ultrasound. *Ultrasound Med Biol*. 1978; 4: 343–351.
- 122** Nyborg, W.L. Ultrasonic microstreaming and related phenomena. *Br J Cancer*. 1982; 45: 156–160.
- 123** Johns, L.D. Nonthermal effects of herapeutic ultrasound of frequency resonance hypothesis. *J Athl Train*. 2002; 37: 293–299.
- 124** Ennis, W.J., Valdes, W., Gainer, M., Meneses, P. Evaluation of clinical effectiveness of MIST ultrasound therapy for the healing of chronic wounds. *Adv Skin Wound Care*. 2006; 19: 437–446.
- 125** Ramundo, J., Gray, M. Is ultrasonic mist therapy effective for debriding chronic wounds? *J Wound Ostomy Continence Nurs*. 2008; 35: 579–583.
- 126** Lebrun, E., Tomic-Canic, M., Kirsner, R.S. The role of surgical debridement in healing of diabetic foot ulcers. *Wound Repair Regen*. 2010; 18: 433–438.
- 127** Brigido, S.A. The use of an cellular dermal regenerative tissue matrix in the treatment of lower extremity wounds: a prospective 16-week pilot study. *Int Wound J*. 2006; 3: 181–187.
- 128** Zeitani, J., Bertoldo, F., Bassano, C. et al. Superficial wound dehiscence after median sternotomy: surgical treatment versus secondary wound healing. *Ann Thoracic Surg*. 2004; 77: 672–675.
- 129** Al-Arabi, Y.B., Nader, M., Hamidian-Jahromi, A.R., Woods, D.A. The effect of the timing of antibiotics and surgical treatment on infection rates in open long-bone fractures: A 9-year prospective study from a district general hospital. *Injury*. 2007; 38: 900–905.
- 130** Haycocks, S., Chadwick, P. Sharp debridement of diabetic foot ulcers and the importance of meaningful informed consent. *Wounds UK*. 2008; 4: 51–56.
- 131** Cardinal, M., Eisenbud, D.E., Armstrong, D.G. et al. Serial surgical debridement: A retrospective study on clinical outcomes in chronic lower extremity wounds. *Wound Repair Regen*. 2009; 17: 306–311.
- 132** Williams, D., Enoch, S., Miller, D. et al. Effect of sharp debridement using curette on recalcitrant nonhealing venous leg ulcers: A concurrently controlled, prospective cohort study. *Wound Repair Regen*. 2005; 13: 131–137.
- 133** Steed, D.L., Attinger, C., Brem, H. et al. Guidelines for the prevention of diabetic ulcers. *Wound Repair Regen*. 1996; 16: 169–174.
- 134** Lewis, R., Whiting, P., ter Riet, G. et al. A rapid and systematic review of the clinical effectiveness and cost-effectiveness of debriding agents in treating surgical wounds healing by secondary intention. *Health Technol Assess*. 2001; 5: 14, 1–131.
- 135** Ragnarson Tennvall, G., Apelqvist, J., Eneroth, M. Costs of deep foot infections in patients with diabetes mellitus. *Pharmacoeconomics*. 2000; 18: 225–238.
- 136** Ragnarson Tennvall, G., Apelqvist, J. Health-economic consequences of diabetic foot lesions. *Clin Infect Dis*. 2004; 39 (Suppl. 2): S132–139.
- 137** Apelqvist, J., Ragnarson Tennvall, G., Persson, U. et al. Diabetic foot ulcers in a multi-disciplinary setting. An economic analysis of primary healing and healing with amputation. *J Int Med*. 1994; 235: 463–471.
- 138** Prompers, L., Huijberts, M., Apelqvist, J. et al. High prevalence of ischaemia, infection and serious comorbidity in patients with diabetic foot disease in Europe. Baseline results from the EURODIALE study. *Diabetologia*. 2007; 50: 18–25.
- 139** Prompers, L., Huijberts, M.S.P., Schaper, N.C. et al. Resource utilisation and costs associated with the treatment of diabetic foot ulcers. Prospective data from the Eurodiale Study. *Diabetologia*. 2008; 51: 1826–1834.
- 140** Ballard-Krishnan, S., van Rijswijk, L., Polansky, M. Pressure ulcers in extended care facilities: report of a survey. *J Wound Ostomy Continence Nurs*. 1994; 21: 4–11.
- 141** Olin, J.W., Beusterien, K.M., Childs, M.B. et al. Medical costs of treating venous stasis ulcers: evidence from a retrospective cohort study. *Vasc Med*. 1999; 4: 1–7.
- 142** Kerstein, M.D., Gemmen, E., van Rijswijk, L. et al. Cost and cost effectiveness of venous and pressure ulcer protocols of care. *Dis Manage Health Outcomes*. 2005; 9: 651–663.
- 143** Posnett, J., Gottrup, F., Lundgren, H., Saal, G. The resource impact of wounds on health-care providers in Europe. *J Wound Care*. 2009; 18: 154–161.
- 144** Boulton, A.J.M., Vileikyte, L., Ragnarson Tennvall, G., Apelqvist, J. The global burden of the diabetic foot disease. *Lancet*. 2005; 336: 1719–1724.
- 145** Persson, U., Willis, M., Ödegaard, K., Apelqvist, J. The cost-effectiveness of treating diabetic lower extremity ulcers with becaplermin (Regranex). A care model with an application using Swedish cost data. *Value Health*. 2000; 3 (Suppl. 1): 39–46.
- 146** Margolis, D.J., Gross, E.A., Wood, C.R., Lazarus, G.S. Planimetric rate of healing in venous ulcers of the leg treated with pressure bandage and hydrocolloid dressing. *J Am Acad Dermatol*. 1993; 28: 418–421.
- 147** Falanga, V., Saap, L.J., Ozonoff, A. Wound bed score and its correlation with healing of chronic wounds. *Dermatol Ther*. 2006; 19: 383–390.
- 148** Ragnarson Tennvall, G., Hjelmgren, J. Annual costs of treatment for venous leg ulcers in Sweden and the United Kingdom. *Wound Repair Regen*. 2005; 13: 13–18.
- 149** Gottrup, F., Appelqvist, J., Price, P. Outcomes in controlled and comparative studies on non-healing wounds: Recommendations to improve the quality of evidence in wound management. *J Wound Care*. 2010; 19: 237–268.
- 150** Posnett, J., Franks, P.J. The costs of skin breakdown and ulceration in the UK. In: Pownall, M. (ed). *Skin Breakdown — The Silent Epidemic*. Smith & Nephew Foundation, 2010.
- 151** Oien, R.F., Ragnarson Tennvall, G. Accurate diagnosis and effective treatment of leg ulcers reduce prevalence, care time and costs. *J Wound Care*. 2006; 15: 259–262.
- 152** Drummond, M.F., Schulpher, M.J., Torrance, G.W. et al. *Methods for the economic evaluation of health care programmes* (3rd edn). Oxford University Press, 2005.
- 153** Granick, M., Boykin, J., Gamelli, R. et al. Toward a common language: surgical wound bed preparation and debridement. *Wound Repair Regen*. 2005; 14 (Suppl. 1): 1–10.
- 154** Mosti, G., Iabichella, M.L., Picemi, P. et al. The debridement of hard to heal leg ulcers by means of a new device based on Fluidjet technology. *Int Wound J*. 2005; 2: 307–314.
- 155** Mulder, G.D. Cost-effective managed care: gel versus wet-to-dry for debridement. *Ostomy Wound Manage*. 1995; 41: 2, 68–74.

Bijlagen

Bijlage I. Literatuuroverzicht van debridementstechnieken

Dit literatuuronderzoek werd opgezet ter voorbereiding op een standaard voor debridement, te publiceren door de European Wound Management Association (EWMA). Voor het onderzoek zijn drie databases doorzocht: Medline, Embase en Cochrane.

Er is een zoekstrategie opgesteld om beter te kunnen zoeken naar een grote verscheidenheid aan methoden en resultaten bij verschillende debridementstechnieken.

De volgende zoektermen werden gebruikt:

1. Debridement
2. Gaas of wet-to-dry
3. Verbanden of alginaten of hydrofiber of hydrofibre of hydrocolloïden of Granuflex of Tegaserb of Aquacel of Combiderm of Duoderm
4. Hydrogel of Intrasite of Sterigel of Granugel of Nugel of Purilon of Vigilon
5. Zinkoxide
6. Hypochloriet of waterstofperoxide
7. Appelzuur of benzoëzuur of salicylzuur of propyleenglycol
8. Iodoflex of Iodosorb
9. Dextranomeer of cadexomeer of Xerogel of Eusol of Debrisan
10. Dakin
11. Collagenase of fibrinolytisch of proteolytisch of trypsine of streptokinase of Varidase
12. Papaïne
13. Honing
14. Made of larve
15. Hydrochirurgie (Versajet of fluidjet)
16. Echoscopie
17. Negatieve druktherapie
18. Laser
19. Elektrische stimulatie
20. Chirurgisch of scherp
21. Pijn
22. Granulatie
23. Kosten

Iedere zoekterm (2-23) werd gecombineerd met zoekterm 1. De resultaten werden per term gerangschikt. Bij een groot resultaat (> 500) werden alleen de klinische studies meegenomen.

Selectiemethode artikelen

Na rangschikking van de artikelen zoals omschreven in de zoekstrategie, werden zij zorgvuldig doorgenomen om er zeker van te zijn dat zij geschikt waren voor dit onderzoek. Er werd een eerste schifting gemaakt om die artikelen uit te sluiten die niet binnen het bestek van dit onderzoek vielen. Doublures werden ook verwijderd. Dit leidde tot het hieronder weergegeven aantal vermeldingen. Deze vermeldingen sluiten elkaar onderling niet uit; een aantal artikelen komt in meerdere categorieën voor.

Nr.	Zoekterm	Vermeldingen
2.	Gaas of wet-to-dry	64
3.	Verbanden of alginaten of hydrofiber of hydrofibre of hydrocolloïden of Granuflex of Tegisorb of Aquacel of Combiderm of Duoderm	204
4.	Hydrogel of Intrasite of Sterigel of Granugel of Nugel of Purilon of Vigilon	130
5.	Zinkoxide	14
6.	hypochloriet of waterstofperoxide	107
7.	Appelzuur of benzoëzuur of salicylzuur of propyleenglycol	25
8.	Iodoflex of Iodosorb	21
9.	Dextranomeer of cadexomeer of Xerogel of Eusol of Debrisan	81
10.	Dakin	10
11.	Collagenase of fibrinolytisch of proteolytisch of trypsine of streptokinase of Varidase	231
12.	Papaïne	52
13.	Honing	57
14.	Made of larve	38
15.	Hydrochirurgie (Versajet of fluidjet)	5
16.	Echoscopie	25
17.	Negatieve druk of vacuum-assisted closure	61
18.	Laser	27
19.	Elektrische stimulatie	15
20.	Chirurgisch of scherp	68
21.	Pijn	106
22.	Granulatie	62
23.	Kosten	86

Bijlage 3. Checklist veiligheidspunten voor arts bij aanvang van het debridement

Adreslabel patiënt	
Intern nummer:	Geboortedatum:
Duur behandeling:	Startdatum behandeling:
Type behandeling:	
Checklist debridement	
Ieder veld invullen: Ja = J Nee = N Niet van toepassing = NVT	
Verificatie patiënt	
Holistische beoordeling patiënt	
Beoordeling wond afgerond	
Debridementsmethode: informatie gedeeld en besproken	
Schriftelijke toestemming ondertekend	
Apparatuur gereed	
Ter zake doende labuitslagen beschikbaar (Hb, stolling, etc.)	
Beoordeling vaten (EAI, teendrukmeting)	
Analgetica vastgelegd	
Bekende allergieën genoteerd	
De te doorlopen procedure vastgelegd	
Markeren van het te behandelen gebied en de houding van de patiënt daarbij doorgenomen	
Procedure afgerond	

Handtekening: _____

Bijlage 4. Mechanisch debridement, geëxcludeerde artikelen

1. Edstrom, L.E., Robson, M.C., Macchiaverna, J.R., Scala, A.D. Prospective randomized treatments for burned hands: nonoperative vs operative. Preliminary report. *Scand J Plast Reconstr Surg.* 1979; 13: 131–135.
2. Xakellis, G.C., Chrischilles, E.A. Hydrocolloid versus saline-gauze dressings in treating pressure ulcers: a cost-effectiveness analysis. *Arch Phys Med Rehabil.* 1992; 73: 463–469.
3. Brown, G.S. Reporting outcomes for stage IV pressure ulcer healing: a proposal. *Adv Skin Wound Care.* 2000; 13: 277–283.
4. Piaggese, A., Baccetti, F., Rizzo, L. et al. Sodium carboxyl-methyl-cellulose dressings in the management of deep ulcerations of diabetic foot. *Diabet Med.* 2001; 18: 320–324.
5. Caravaggi, C., De Giglio, R., Pritelli, C. et al. HYAFF II-based autologous dermal and epidermal grafts in the treatment of noninfected diabetic plantar and dorsal foot ulcers: a prospective, multicenter, controlled, randomized clinical trial. *Diabetes Care.* 2003; 26: 2853–2859.
6. Eginton, M.T., Brown, K.R., Seabrook, G.R. et al. A prospective randomized evaluation of negative-pressure wound dressings for diabetic foot wounds. *Ann Vasc Surg.* 2003; 17: 645–649.
7. Wanner, M.B., Schwarzl, F., Strub, B. et al. Vacuum-assisted wound closure for cheaper and more comfortable healing of pressure sores: a prospective study. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg.* 2003; 37: 28–33.
8. Allie, D.E., Hebert, C. J., Lirtzman, M.D. et al. Novel treatment strategy for leg and sternal wound complications after coronary artery bypass graft surgery: bioengineered Apligraf. *Ann Thorac Surg.* 2004; 78: 673–678.
9. Cohn, S.M., Lopez, P.P., Brown, M. et al. Open surgical wounds: how does Aquacel compare with wet-to-dry gauze? *J Wound Care.* 2004; 13: 10–12.
10. Mouës, C.M., Vos, M.C., van den Bemd, G.J. et al. Bacterial load in relation to vacuum-assisted closure wound therapy: a prospective randomized trial. *Wound Repair Regen.* 2004; 12: 11–17.
11. Brigido, S.A. The use of an acellular dermal regenerative tissue matrix in the treatment of lower extremity wounds: a prospective 16-week pilot study. *Int Wound J.* 2006; 3: 181–187.
12. Huang, W.S., Hsieh, S.C., Hsieh, C.S. et al. Use of vacuum-assisted wound closure to manage limb wounds in patients suffering from acute necrotizing fasciitis. *Asian J Surg.* 2006; 29: 135–139.
13. Yao, C., Yao, P., Wu, H., Zha, Z. Acceleration of wound healing in traumatic ulcers by absorbable collagen sponge containing recombinant basic fibroblast growth factor. *Biomed Mater.* 2006; 1: 33–37.
14. Mouës, C.M., van den Bemd, G.J., Heule, F., Hovius, S.E. Comparing conventional gauze therapy to vacuum-assisted closure wound therapy: a prospective randomized trial. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2007; 60: 672–681.
15. Koller, J., Bukovcan, P., Orság, M. et al. Enzymatic necrolysis of acute deep burns—report of preliminary results with 22 patients. *Acta Chir Plast.* 2008; 50: 4, 109–114.
16. Wang, J.W., Teng, Y.J. Efficacy of ionic silver dressing and gel in local treatment of dog bite wounds: a randomized control study [in Chinese]. *J Clin Rehabil Tissue Eng Res.* 2008; 12: 2659–2662.
17. El-Nahas, M., Gawish, H., Tarshoby, M., State, O. The impact of topical phenytoin on recalcitrant neuropathic diabetic foot ulceration. *J Wound Care.* 2009; 18: 33–37.
18. Saba, S.C., Tsai, R., Glat, P. Clinical evaluation comparing the efficacy of aquacel hydrofiber dressing versus petrolatum gauze with antibiotic ointment in partial-thickness burns in a pediatric burn center. *J Burn Care Res.* 2009; 30: 380–385.
19. Martin, F.T., O'Sullivan, J.B., Regan, P.J. et al. Hydrocolloid dressing in pediatric burns may decrease operative intervention rates. *J Pediatr Surg.* 2010; 45: 600–605.
20. Perez, D., Bramkamp, M., Exe, C. et al. Modern wound care for the poor: a randomized clinical trial comparing the vacuum system with conventional saline-soaked gauze dressings. *Am J Surg.* 2010; 199: 14–20.
21. Solway, D.R., Clark, W.A., Levinson, D.J. A parallel open-label trial to evaluate microbial cellulose wound dressing in the treatment of diabetic foot ulcers. *Int Wound J.* 2011; 8: 69–73.
22. Brenes, R.A., Sobotka, L., Ajemian, M.S. et al. Hyaluronate-iodine complex: a new adjunct for the management of complex sternal wounds after a cardiac operation. *Arch Surg.* 2011; 146: 1323–1325.
23. Uccioli, L., Giurato, L., Ruotolo, V. et al. Two-step autologous grafting using HYAFF scaffolds in treating difficult diabetic foot ulcers: results of a multicenter, randomized controlled clinical trial with long-term follow-up. *Int J Low Extrem Wounds.* 2011; 10: 80–85.
24. Warriner, R.A. 3rd, Cardinal, M., TIDE Investigators. Human fibroblast-derived dermal substitute: results from a treatment investigational device exemption (TIDE) study in diabetic foot ulcers. *Adv Skin Wound Care.* 2011; 24: 306–311.
25. Zhen, Z.J., Lai, E.C., Lee, Q.H. et al. Conventional wound management versus a closed suction irrigation method for infected laparotomy wound—a comparative study. *Int J Surg.* 2011; 9: 378–381.



“JWC publishes independent, accessible, high-quality, evidence-based articles that fulfil the needs of the multidisciplinary team, and provides a forum for the worldwide wound-care community.”

Journal of Wound Care (JWC) is the definitive wound-care journal and the leading source of tissue viability research and clinical information. Launched in 1992, it is designed to meet the needs of the multidisciplinary team. The journal is essential reading for all wound-care specialists – nurses, doctors and researchers – who are keen to keep up-to-date with all developments in wound management and tissue viability, but also appeals to generalists wishing to enhance their practice.

JWC is internationally renowned for its cutting edge and state-of-the-art research and practice articles. The journal also covers management, education and novel therapies. Articles are rigorously peer-reviewed by a panel of international experts.

For information on how to subscribe, call 0800 137 201 or visit our website www.journalofwoundcare.com Here you can also search and access all articles published in the journal since 1999.



**Essential reading for
all wound care
professionals**

“Journal of Wound Care is an extremely valuable resource that contains a wealth of peer-reviewed papers detailing the latest advances in wound care research. A must read for clinicians, academics and researchers who want to advance their own knowledge practice and keep abreast of the wound care literature.”

Caroline McIntosh, Head of Podiatry,
National University of Ireland

Journal of Wound Care is the definitive wound care journal and the leading source of tissue viability research and clinical information.

Benefits of subscription:

- Cutting edge research articles from leading specialists
- Guidance in applying new clinical developments to your day-to-day practice
- Advice on managing tissue viability services
- Coverage of the latest developments in tissue viability education
- Regular supplements, including: venous leg ulcers, pressure ulcers, the diabetic foot, wound infection

**To subscribe, call 0800 137201
or visit www.journalofwoundcare.com**

Quote promotion code EWMA2010 to receive a 10% discount

A EWMA Document

