

Negatieve druktherapie ter bevordering van de wondheling bij gezelschapsdieren

Negative pressure wound therapy to promote wound healing in companion animals

A.L. Spillebeen, M. Or, B. Van Goethem, H. de Rooster

Vakgroep Geneeskunde en Klinische Biologie van de Kleine Huisdieren
Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Gent, Salisburylaan 133, B-9820 Merelbeke

A.L.Spillebeen@uu.nl

SAMENVATTING

Negatieve druktherapie is een algemeen aanvaarde behandelingsmethode bij humane patiënten met acute en chronische wonden. De lokale toepassing van negatieve druk bevordert de doorbloeding van het wondbed, de vorming van gezond granulatieweefsel en de evacuatie van wondvocht.

De interesse om deze techniek ook bij gezelschapsdieren toe te passen neemt wereldwijd toe. Er zijn reeds verschillende positieve effecten waargenomen na experimentele en klinische behandeling van wonden, maar een grondige evaluatie van de negatieve druktherapie bij gezelschapsdieren ontbreekt tot op heden.

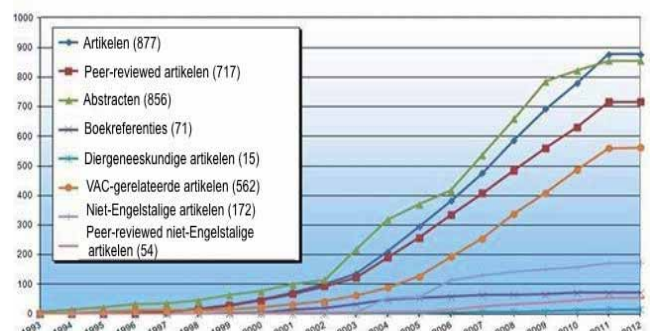
ABSTRACT

Negative pressure wound therapy is a respected treatment method in human patients with acute and chronic wounds. The local application of negative pressure stimulates the blood flow and the formation of healthy granulation tissue, and also evacuates exudate. Worldwide, there is a growing interest in the application of negative pressure wound therapy in companion animals. Promising results have been reported although more research is necessary to study the effects of this treatment in dogs and cats. A thorough evaluation of the applicability and the advantages of negative pressure wound therapy in companion animals is recommended.

INLEIDING

Negatieve druktherapie is een niet-invasieve behandeling waarbij in een gesloten omgeving een gecontroleerde, uniforme negatieve druk wordt gecreëerd ter hoogte van het wondbed (Argenta en Morykwas, 1997; Bollero et al., 2010). Al meer dan vijftig jaar worden de effecten van negatieve druk ter bevordering van wonddrainage onderzocht (Nolst, 2010). Het is echter pas in 1993 dat negatieve druktherapie voor het eerst werd beschreven voor de langdurige toepassing op wonden (Fleischmann et al., 1993). Ze werd geïntroduceerd als behandelingstechniek voor open fracturen en chronische diabetes ulcera (Fleischmann et al., 1993; Vuerstaek et al., 2006). Inmiddels is negatieve druktherapie een standaardbehandeling geworden in de humane wondzorg en dit voor de behandeling van verschillende acute en chronische wonden (Argenta en Morykwas, 1997). Het toepassingsgebied breidt zich inmiddels verder uit. In de plastische chirurgie wordt

negatieve druktherapie nu ook ingezet na huidtransplantaties en ook bij brandwonden en complicaties na radiatietherapie (Bovill et al., 2008; Stevens, 2009). De jaarlijkse toename van het aantal publicaties rond



Figuur 1. Overzicht van alle gepubliceerde artikelen en boeken over negatieve druktherapie van 1993 tot januari 2012 (naar Anonymous, 2012; http://kcianimal-health.com/clinical_evidence/).

dit onderwerp in humane vakbladen en boeken illustreert de huidige populariteit van deze nieuwe behandelingsmethode (Figuur 1).

Ook in de diergeneeskunde is er grote belangstelling om negatieve druktherapie toe te passen. Gebruik makend van de ervaring in de humane geneeskunde en de kennis opgedaan bij dierexperimenten werd negatieve druktherapie onmiddellijk in klinische omstandigheden toegepast. In het voorliggend overzichtsartikel wordt de huidige kennis van negatieve druktherapie weergegeven en meer specifiek van de reeds opgedane ervaring met deze behandelingsmethode bij gezelschapsdieren.

WONDHELING

De verschillende fasen die voorkomen bij de wondheling, van inflammatie tot maturatie, komen bij alle species voor. De lengte, de duur en de intensiteit van de verschillende fasen hangen af van het type wonde en variëren tussen de species. Voor elke huidwonde geldt dat een optimale vochtbalans en mechanische stress, de cellulaire reacties ter hoogte van het wondbed stimuleren (Morykwass et al., 2006).

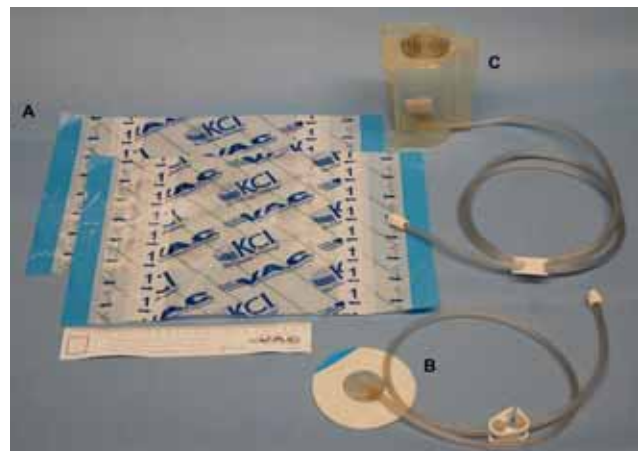
Toch is de nodige voorzichtigheid geboden bij het extrapoleren van resultaten van huidgerelateerde onderzoeken en technieken tussen de species onderling. Zo wijkt de oorsprong van de huidcirculatie bij de mens (evenals bij het varken) sterk af van die bij gezelschapsdieren (Pavletic, 2010). Oppervlakkige brandwonden bij honden resulteren bijvoorbeeld niet in blaren. Er is bovendien voorzichtigheid geboden bij het extrapoleren van flaptechnieken gebruikt bij de mens naar het toepassen ervan bij gezelschapsdieren, omdat de aard van de vascularisatie van de getransplanteerde huid verschilt. Honden en katten hebben een zeer elastische huid en een goed ontwikkelde en sterk doorbloede huidspier, waardoor oppervlakkige beschadigingen van de huid vlotter herstellen (Waldron en Zimmerman-Pope, 1993). Ook tussen de wondheling bij paarden en gezelschapsdieren worden verschillen opgemerkt. Terwijl per secundamheling bij paarden vaak leidt tot hypergranulatie (Bertone, 1989), is de vorming van overvloedig granulatieweefsel bij de hond zelden of nooit een probleem (Waldron en Zimmerman-Pope, 1993). Zelfs tussen honden en katten onderling zijn er opvallende verschillen. Bij de kat verkleint een wonde voornamelijk door middel van wondcontractie, terwijl bij honden de epithelialisatie een grotere rol speelt (Bohling et al., 2004). De vorming van granulatieweefsel bij katten verloopt trager dan bij honden, vermoedelijk door de minder uitgesproken angiogenese ter hoogte van de wonde (Pavletic, 2010). Uit het voorgaande blijkt dat behandelingsmethoden die een snellere wondgenezing beogen voor elke species afzonderlijk correct moeten gevalideerd worden vooraleer tot uiteindelijke besluiten te komen.

HET NEGATIEVE DRUKTHERAPIESYSTEEM

Bij negatieve druktherapie moet de wonde op een specifieke manier worden afgedekt. Als contactlaag wordt in de wonde een schuim geplaatst (Figuur 2). Het soort schuim varieert naargelang het type wonde. In een weefseldefect wordt een polyurethaanschuim met een open celstructuur (poriegrootte 400-600 µm) geplaatst (Argenta en Morykwass, 1997). Voor geïnfecteerde wonden wordt geselecteerd voor een polyurethaanschuim geïmpregneerd met nanokristallijn zilver (Page et al., 2004). Voor delicate weefsels en bij gebruik van huidflappen of bij huidtransplantaties wordt een polyvinylalcoholschuim (poriegrootte 60-270 µm) aangeraden (Timmers et al., 2005; Banwell, 2007). Nieuwe niet-adherente contactlagen, zoals siliconegecoate polyester (vezeldiameter 20 µm), worden op dit ogenblik nog onderzocht (Losi et al., 2012). Het met schuim opgevulde weefseldefect wordt afgedekt met een zelfklevende polyurethaan plasticfolie die de wonde luchtdicht afsluit (Figuur 3). Centraal



Figuur 2. Verschillende soorten schuim voor het contact met het wondbed. A. V.A.C.® White foam® dressing, een polyvinylalcoholschuim met poriën van 60-270 µm voor delicate weefsels. B. V.A.C.® granufoam®, een polyurethaanschuim met poriën van 400-600 µm om granulatieweefselvorming en wondcontractie te bevorderen. C. V.A.C.® granufoam silver®, een polyurethaanschuim gecoat met zilver voor geïnfecteerde wonden.



Figuur 3. Enkele materialen die nodig zijn voor het aanleggen van de negatieve druktherapie. A. Zelfklevende occlusieve plasticfolie (V.A.C.® drape). B. Afzuigslang met zuignap (V.A.C.® SensaT.R.A.C. pad®). C. Een opvangbeker (V.A.C.® Canister).

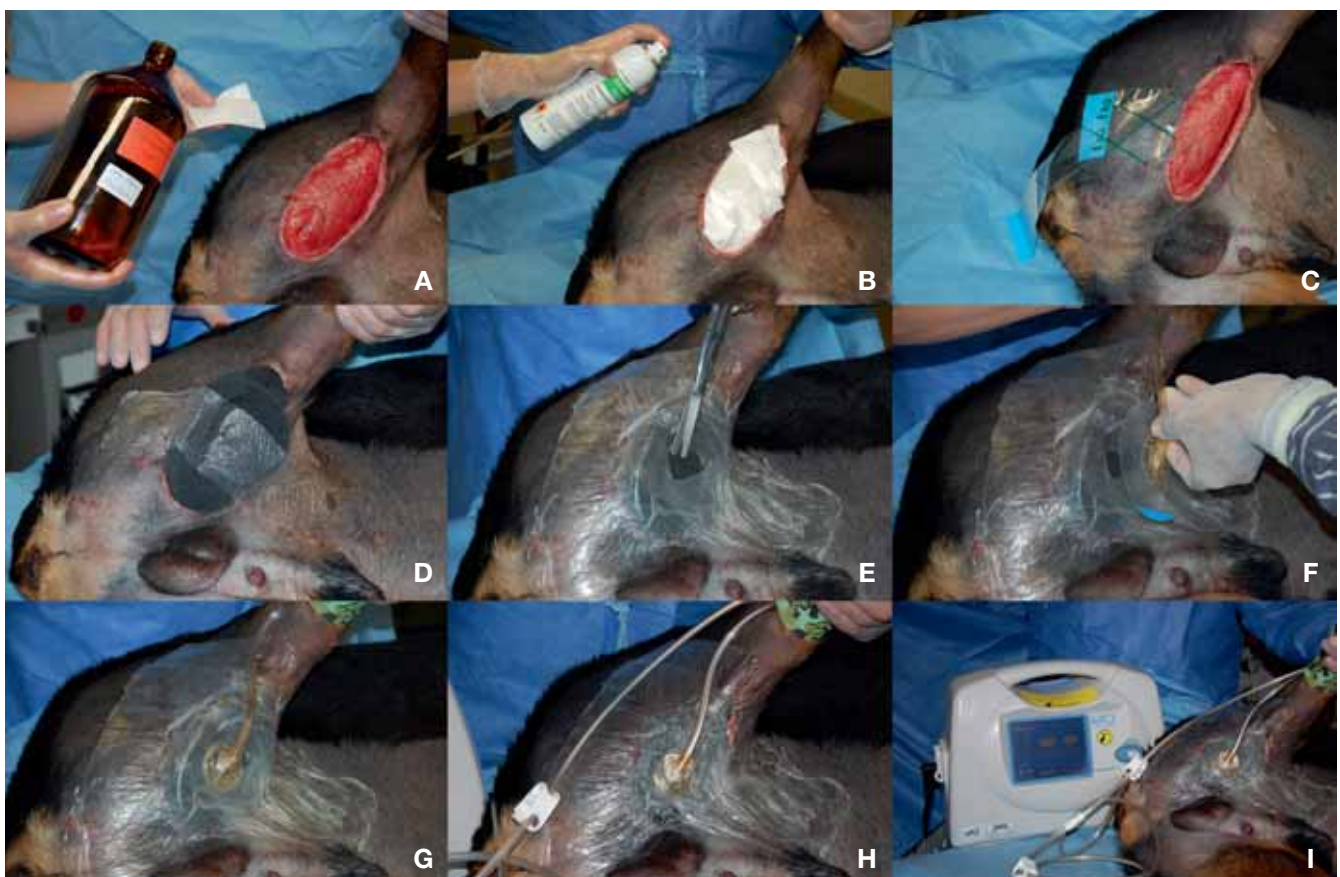
in de plasticfolie wordt een ronde opening geknipt en daarop wordt een afzuigslang aangesloten. Deze wordt verbonden met een regelbare vacuümpomp (met een vervangbaar reservoir) om het wondvocht op te vangen (Figuur 4).

De vacuümpomp kan zowel continue als intermitterende negatieve druk aanleggen gaande van 50 tot 200 mm Hg (Figuur 5). Onderzoek heeft aangetoond dat intermitterende druk een betere stimulatie geeft: de totale bloedvloeï is groter, hypoperfusie rond de wonde wordt voorkomen en er is een betere vorming van granulatieweefsel (Morykwas et al., 2001; Wackenfors et al., 2004) (Figuur 6). Intermitterende druk wordt echter door sommige humane patiënten als oncomfortabel omschreven, waardoor meestal onder een continue druk behandeld wordt (Argenta et al., 2006). De meest efficiënte negatieve druk voor de vorming van granulatieweefsel blijkt 125 mm Hg te zijn (Morykwas et al., 2001; Mouës et al., 2011; Zhou et al., 2012). Voor fixatie van een huidtransplantaat wordt -75 tot -100 mm Hg geadviseerd (Moisidis et al., 2004; Hanasono en Skoracki, 2007; Gupta, 2012) terwijl

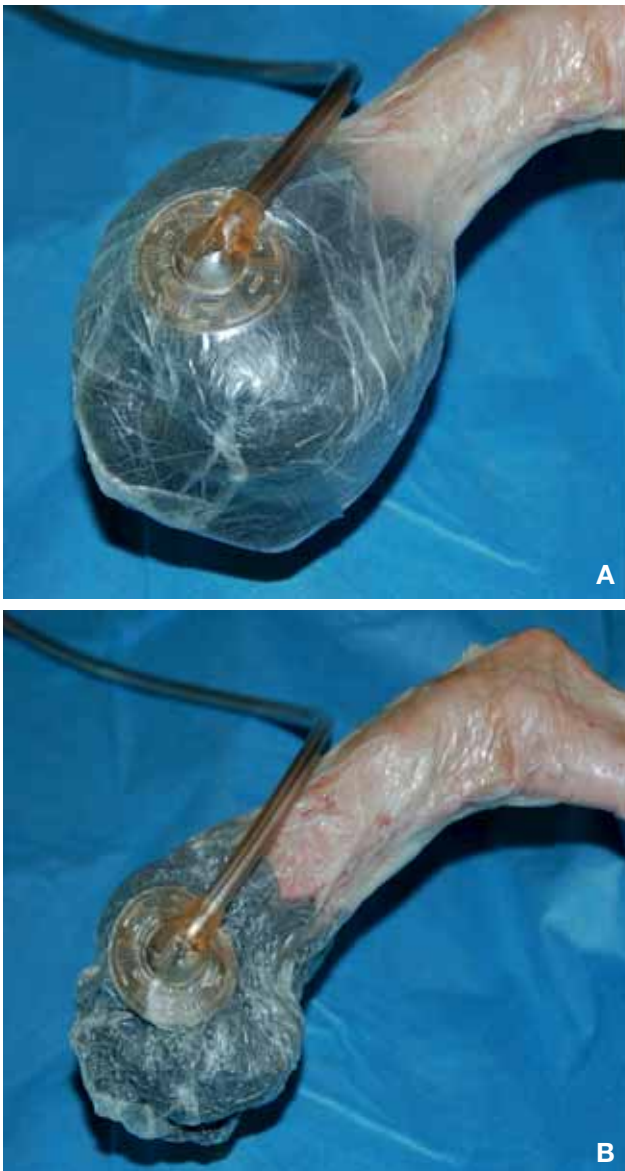
drukken van -50 tot -125 mm Hg voorgesteld worden ter preventie van postoperatieve seromavorming (Webb, 2002; Kilpadi en Cunningham, 2011; Masden et al., 2012; Stannard et al., 2012).

Het vacuüm wordt aangehouden gedurende een cyclus van 48 tot 72 uur waarna het verband vervangen wordt (Venturi et al., 2005; Argenta et al., 2006). Wanneer het polyurethaanschuim langer dan 72 uur ter plaatse blijft, bestaat namelijk de kans dat het granulatieweefsel in de opencelstructuur groeit en beschadigd raakt tijdens de verbandwissel (Fraccalvieri et al., 2011). De keuze van een schuim met een kleinere poriegrootte vermindert dit risico (Losi et al., 2012).

De optimale duur van de totale behandeling varieert van wonde tot wonde. In de literatuur worden gemiddeld drie tot vier vacuümcycli van 48 tot 72 uur vermeld (Argenta en Morykwas, 1997). Wanneer de wonde chirurgisch kan gesloten worden of als er een klassieke per secundamheling of een andere therapie kan ingesteld worden, wordt de negatieve druktherapie stopgezet (Ubbink et al., 2008; Bollero et al., 2010).



Figuur 4. Toepassing van negatieve druktherapie bij een patiënt met een huiddefect A. Het ruim scheren rondom de wonde en het ontvetten met ether. B. Het afschermen van de wonde met steriele kompressen alvorens kleefspray aan te brengen op de omliggende huid; C en D. Het aanbrengen van het schuim in het huiddefect en repen zelfklevende oclusieve plasticfolie die minstens 5 cm van de wondranden bedekken. E. Het knippen van een gaatje ter grootte van een twee-euromunt in de plasticfolie. F. Het aanbrengen van de zuignap over het gaatje in de folie. G. Negatieve drukverband vóór het aanleggen van de negatieve druk. H. Negatieve drukverband na het aanleggen van de negatieve druk. I. Overzicht van het negatieve druktherapieverband met vacuümpomp.

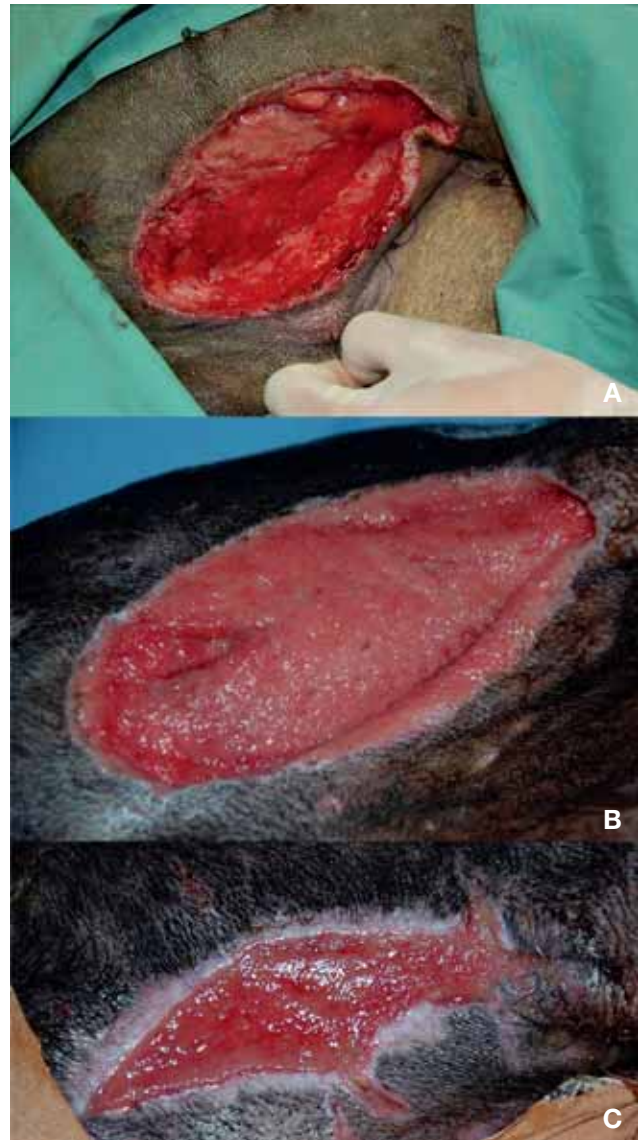


Figuur 5. Het aanleggen van de negatieve druk ter hoogte van een wonde aan de ondervoet. A. Omvang van het verband vóór het aanleggen van de negatieve druk. B. Omvang na het bereiken van -125 mm Hg druk.

WERKINGSPRINCIPE VAN NEGATIEVE DRUKTHERAPIE

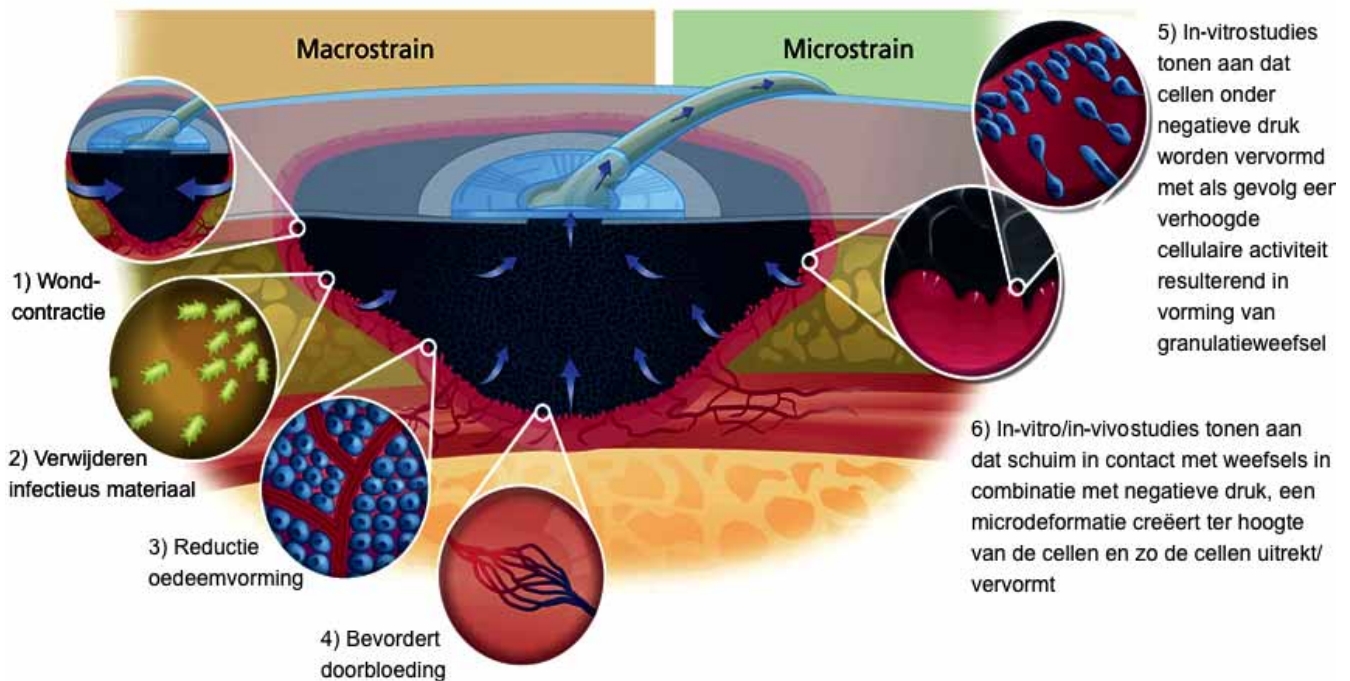
Het is van essentieel belang om de wonde eerst te zuiveren van alle contaminanten en het gedevasculariseerd weefsel te verwijderen vooraleer negatieve druktherapie toe te passen. Het onvolledig verwijderen van gedevasculariseerd weefsel kan leiden tot een haard van bacteriële groei die door granulatieweefsel kan worden overgroeid en tot abscesvorming kan leiden (Webb, 2002).

Negatieve druktherapie leidt tot een versnelde vorming van granulatieweefsel en tot een snellere genezing. Dit wordt toegeschreven aan twee basismechanismen: de drainage van wondvocht en het creëren van mechanische stress (Morykwas et al., 2006) (Figuur 7).



Figuur 6. Omwille van een herhaalde wonddehiscentie na tumorwegname werd negatieve druktherapie ingesteld. A. Aspect van de wonde vóór het opstarten van de negatieve druktherapie. Er is een pocket ter hoogte van de mediale wondrand. B. Wonde na twee cycli van 72 uur negatieve druk. De pocket is verdwenen en gezond granulatieweefsel vult het wondbed. C. Aspect van de wonde na twee bijkomende cycli van 72 uur. Duidelijke wondcontractie en randepithelialisatie zijn aanwezig.

De vochtbalans in een wonde speelt een grote rol in de wondgenezing: in het acute stadium van een wonde is exsudaat bevorderlijk, maar in een later stadium vertraagt het de wondheling. Het exsudaat bevat immers allerhande oxidatieve enzymen, cytokinen, leukocyten, proteasen en collagenasen die het helingsproces eerst positief, maar daarna negatief beïnvloeden (Saxena et al., 2004; Venturi et al., 2005; Webb en Pape, 2008). Negatieve druktherapie verwijdert een groot deel van het exsudaat met de daarin aanwezige stoffen zodat er minder remming van de wondheling optreedt (Wysocki, 1996; Okan et al., 2007; Gabriel et al., 2009). Door het aanzuigen van interstitieel vocht treden eveneens een daling van de interstitiële druk



Figuur 7. De versnelde vorming van granulatieweefsel en de snellere genezing worden toegeschreven aan twee basismechanismen: de drainage van wondvocht en het creëren van mechanische stress (figuur ter beschikking gesteld door KCI Medical Belgium).

en een afname van het wondoedeem op (Argenta en Morykwas, 1997; DeFranzo et al., 2001; Morykwas et al., 2006). Wanneer tenslotte de interstitiële druk door het vacuüm verlaagt tot onder het niveau van de capillaire druk, zullen de capillairen zich openen, waardoor de doorbloeding in en rond de wonde sterk toeneemt (Morykwas et al., 1997; Scherer et al., 2008; Peinmann en Sauerland, 2011; Schintler, 2012). Bovendien zorgt de afname van het wondoedeem voor een betere lokale circulatie in de wonde (Morykwas et al., 1997; Saxena et al., 2004; Webb en Pape, 2008). Hierdoor worden extra nutriënten en zuurstof aangevoerd die bevorderlijk zijn voor de weefselregeneratie en zo leiden tot een versnelde vorming van granulatieweefsel (Bollero et al., 2010).

Negatieve druktherapie veroorzaakt ook een driedimensionale mechanische stress, waardoor de cellen ter hoogte van het wondbed vervormen. Dit leidt tot een toegenomen expressie van groeifactoren en stimuleert zo de celproliferatie (Fleischmann et al., 1993; Argenta et al., 2006). Vooral de pro-angiogene factor, “endothelial growth factor” speelt hierbij een belangrijke rol door het stimuleren van de angiogenese (Morykwas et al., 2006). De mechanische kracht in een wonde zet de fibroblasten bovendien aan tot een hogere mitotische activiteit, waardoor meer collageen en extracellulaire matrix worden afgezet en het wondbed sneller wordt opgevuld met granulatieweefsel (Fabian et al., 2000; Saxena et al., 2004; Morykwas et al., 2006). Voor bepaalde wonden heeft de mechanische stress bij negatieve druktherapie zelfs een grotere invloed op de versnelde vorming van granulatieweefsel dan de effecten op de vochtbalans (Morykwas et al., 2006).

Over het optreden van een kwantitatieve daling van bacteriën in een geïnfecteerd wondbed is er nog geen eensgezindheid (Mouës et al., 2004; Weed et al., 2004; Zhou et al., 2012).

Experimenteel bewezen effecten van negatieve druktherapie

Vóór de negatieve druktherapie bij humane patiënten werd toegepast, werd voor het basisonderzoek vaak gebruik gemaakt van diermodellen. Vooral bij het varken en het konijn werd proefondervindelijk veel informatie vergaard. Bij konijnen werd een toename van de lokale perfusie vastgesteld. De vorming van granulatieweefsel bleek significant gestegen en het vacuüm bleek eveneens effectief voor het evacueren van myoglobine uit experimenteel geïnduceerde spierkneuzingen (Morykwas et al., 2002; Chen et al., 2005). Bij varkens werd eveneens een gestegen lokale perfusie gemeten (hoewel ook zones met hypoperfusie voorkwamen) en bleek een negatieve druk van 125 mm Hg vergeleken met -25 of -500 mm Hg een snellere toename van granulatieweefsel te veroorzaken (Morykwas et al., 2001). Nog in een studie van Morykwas et al. (2006) was negatieve druktherapie ook in staat om een myocutane flap met beschadigde bloedafvoer (geligeerde vene) te laten overleven. De verbeterde drainage van wondvocht na het aanleggen van negatieve druk leidde bij experimentele wonden uitgelokt door de injectie van spinnengif, tot significant kleinere wonden dan de letsels na conventionele behandeling (Morykwas et al., 2006). Een gelijkaardig positief effect werd gezien na opzettelijke extravasatie van chemotherapeutica (Morykwas et al., 1999).

Tabel 1. Potentiële indicaties voor de toepassing van negatieve druktherapie bij humane patiënten.

Acute huidavulsies (bv. “degloving injury”)
 Weefseldefecten (traumatisch, chirurgisch of infectieus)
 Chronische, niet-helende wonden (bv. decubitusletsel)
 Huidtransplantatie
 Incisionele dehiscentie (bv. tarsale artrodese)
 Preventie van postoperatief seroma of oedeem (bv. na chirurgisch trauma)
 Myofasciaal compartimentsyndroom

Tabel 2. Contra-indicaties voor de toepassing van negatieve druktherapie bij humane patiënten.**Absolute contra-indicaties**

- Blootgestelde vitale organen
- Onvoldoende wondreiniging
- Onbehandelde osteomyelitis of sepsis
- Onbehandelde stollingsstoornissen
- Necrotisch weefsel met korsten
- Neoplasie of tumorcontaminatie van de wonde
- Overgevoeligheid voor de gebruikte materialen

Relatieve contra-indicaties

- Actieve bloeding of een verhoogde bloedingsneiging
- Blootliggende bloedvaten
- Moeilijkheden om vacuüm te verkrijgen
- Ongecontroleerde pijn
- Moeilijke patiënten (vb. zeer agressief)

Een studie op varkens met experimentele brandwonden leidde tot minder gedevasculariseerd weefsel bij de wonden behandeld met negatieve druk dan bij wonden die bedekt werden met zilverulfadiazine. Na een huidtransplantatie werden een snellere epithelialisatie en een sneller aansluiten van het transplantaat op het wondbed vastgesteld bij negatieve druktherapie dan bij een polyurethaanfilmbehandeling. Tevens was er minder oedeem op te merken en de ontstekingsfase kwam duidelijk sneller tot rust (Morykwas et al., 2006).

Recent verscheen een eerste prospectieve studie bij honden die het effect van negatieve druktherapie vergelijkt met de standaardbehandeling van acute open wonden (Demaria et al., 2011). Er werd een sneller opkomend granulatiebed gezien met een homogener aspect, wat een snellere definitieve reconstructie van de wonde toeliet. Het aantal bacteriën dat aan de oppervlakte voorkwam, bleek kwantitatief niet verschillend en na tien dagen was er bovendien niet langer een verschil in de kwaliteit van het granulatiebed tussen de groep die behandeld werd met de negatieve druktherapie en de controlegroep. In deze latere fase van de wondgenezing (het stimuleren van de granulatie- en epithelialisatiefase) werd bij negatieve druktherapie in vergelijking met de klassieke verbanden zelfs een

eerder negatief effect op de wondcontractie en epithelialisatie vastgesteld (Demaria et al., 2011).

NEGATIEVE DRUKTHERAPIE BIJ HUMANE PATIËNTEN

Negatieve druktherapie is ook in de humane geneeskunde nog een relatief jonge techniek, waardoor verscheidene toepassingsmogelijkheden en beperkingen allicht nog niet bekend zijn.

Zowel acute als chronische wonden komen in aanmerking voor negatieve druktherapie (Tabel 1). Belangrijke indicaties zijn huidavulsies, brandwonden, necrotiserende fasciitis, wonddehiscenties en fistels (Argenta en Morykwas, 1997). Niet alleen de wondheling wordt door de negatieve druktherapie gestimuleerd maar ook contaminatie vanuit de omgeving wordt tot een minimum herleid (Leininger et al., 2006; McCord et al., 2007). Negatieve druktherapie kan ook aangewend worden ter voorkoming van seroma- of oedeemvorming na chirurgisch trauma. De negatieve druk stimuleert het lymfestelstel, vermindert de subcutane dode ruimte en doet de spanning op de wondranden dalen (Kilpadi en Cunningham, 2011; Masden et al., 2012). Daarenboven zijn er ook aanwijzingen dat het postoperatief gebruik van negatieve druktherapie resulteert in minder postoperatieve wondinfecties (Stannard et al., 2006; Kilpadi en Cunningham, 2011; Stannard et al., 2012). In een prospectieve, gerandomiseerde, klinische studie bij patiënten met hoogrisicofracturen, traden er significant minder wondinfecties op na chirurgische stabilisatie wanneer postoperatief een negatief drukverband werd aangelegd dan na traditionele postoperatieve wondzorg (Stannard et al., 2012).

Het belangrijkste technische probleem dat bij de toepassing van negatieve druktherapie optreedt, is het verlies van vacuüm door de loslating van de afdekende polyurethaan plasticfolie (Willy, 2006). Soms treedt een lokale dermatitis op ter hoogte van de huid rondom het wondbed, maar dit probleem is meestal zelflimiterend (Argenta en Morykwas, 1997). Achtergebleven stukjes van het opencelschuim kunnen leiden tot acute of chronische complicaties, respectievelijk sepsis en fistelvorming (Argenta en Morykwas, 1997; Beral et al., 2009).

Tegenindicaties voor het gebruik van negatieve druktherapie worden geformuleerd in Tabel 2. Bij hemodynamisch onstabiele patiënten kan dehydratatie optreden door het afzuigen van grote hoeveelheden exsudaat en dit onvoldoende gecompenseerd wordt door de ingestelde vloeistoftherapie (Venturi et al., 2005). Vermits hemostase een essentieel onderdeel is van de wondgenezing, komen patiënten met stollingsstoornissen niet in aanmerking voor negatieve druktherapie. Wanneer grote venen of arteries blootliggen in de wonde, bestaat er een risico op een ruptuur van deze structuren door het negatieve druktherapieverband (Venturi et al., 2005; Argenta et al., 2006). Bij door tumor geïnfilteerde wonden stimuleert negatieve druktherapie het tumorale weefsel in zijn groei (Argenta et al., 2006). Bij twee patiënten werd het

toxisch shock syndroom beschreven, waarbij *Staphylococcus*-kiemen door de toepassing van negatieve druk gestimuleerd werden tot de vorming van toxinen, waardoor multipel orgaanfalen optrad (Gwan-Nulla en Casal, 2001; Green en Prescott, 2012). Het exacte mechanisme hiervan is nog niet bekend. Hoewel negatieve druktherapie door DeFranzo et al. (2001) afgeraden wordt bij osteomyelitis, bekwamen Leffler et al. (2009) juist goede resultaten met een combinatie van langdurige antibioticumtherapie, agressieve wondreiniging en negatieve druktherapie (VAC instillatietherapie). Langetermijnresultaten van dergelijke osteomyelitisbehandelingen zijn nagenoeg niet beschikbaar (DeFranzo et al., 2001; Leffler et al., 2009).

Het staat nog niet onomstotelijk vast of de verkorte therapieduur en het verminderd aantal verbandwissels de hoge kosten van het verbruiksmateriaal die een negatieve druktherapieverband met zich meebrengt, kunnen compenseren (Vuerstaek et al., 2006; Wild et al., 2008). Bij de behandeling van chronische per secundamwonden zijn de kosten van negatieve druktherapie en van conventionele therapie ongeveer gelijk (Mouës et al., 2005). Negatieve druktherapie leidt echter sneller tot genezing en is dus in het voordeel van de patiënt (Mouës et al., 2005). Bij de behandeling van diabetisch ulcera, neemt het verkrijgen van een gezond wondbed minder tijd in beslag met negatieve druktherapie (Vuerstaek et al., 2006). Dit resulteert in een lagere personeelskost en een verkorte hospitalisatieduur, waardoor de globale behandelingskost van negatieve druktherapie ten opzichte van conventionele wondbehandelingstechnieken lager lag (Vuerstaek et al., 2006). Er is slechts één prospectieve gerandomiseerde studie over de kosten van conventionele therapie en van negatieve druktherapie bij humane patiënten (Mouës et al., 2007). In het algemeen worden slechts geringe verschillen vastgesteld, hoewel bij chronische wonden de behandelingsduur dankzij negatieve druktherapie significant korter is.

NEGATIEVE DRUKTHERAPIE BIJ GEZEL-SCHAPSDIEREN

Historiek van de negatieve druktherapie in de diergeneeskunde

De eerste klinische toepassing van negatieve druktherapie vond plaats in 2001 bij een tijgerwelp van zes weken oud (Lafortune et al., 2007). Omwille van ernstige wonden in de flank en ter hoogte van de dij werd een huidflap gecreëerd gebaseerd op de a. epigastrica superficialis caudalis. Vier weken later was de flap nog steeds niet verkleefd met het onderliggende granulatiebed, waardoor zich een pocket gevormd had tussen de wonde en de huidflap. Men besloot negatieve druktherapie toe te passen waardoor de huidflap alsnog kon verankeren en de wonde heelde zonder verdere complicaties. De behandeling werd gedurende vier weken toegepast met verbandwissels om de twee tot drie dagen (Lafortune et al., 2007).

Bij schildpadden werd het gebruik van negatieve druktherapie het eerst beschreven in 2005 voor de behandeling van traumatische schilddefecten. Later volgden nog casuïstieken die de behandeling beschreven bij een diepe schildinfectie en bij een abces met osteomyelitis (Adkesson et al., 2007).

In 2005 werd ook het eerste gebruik van negatieve druktherapie voor een halswonde bij een paard gepubliceerd (Gemeinhardt en Molnar, 2005). In 2011 verscheen een casereport over negatieve druktherapie om het aanslaan van huidgreffen bij een paard te bevorderen (Jordana et al., 2011).

Bij de kat zijn tot op heden drie casuïstieken over negatieve druktherapie beschreven. Een aangereken kat met een grote dorsale huidwonde werd met drie cycli van 48 uur behandeld om de vorming van granulatieweefsel te stimuleren. Nadien werd de geplaatste vrije huidgreffe met negatieve druktherapie ondersteund (Guille et al., 2007). Een kat met een traumatische urethraruptuur en uitgebreide huid- en dijnecrose werd eveneens met negatieve druktherapie behandeld. Na acht dagen negatieve druktherapie was reeds 40% wondcontractie opgetreden en was het chirurgisch sluiten van de wonde mogelijk (Owen et al., 2009). Een derde kat werd gedurende veertig dagen behandeld met negatieve druk na het verwijderen van een vaccingeïnduceerd sarcoom waarbij naderhand wonddehiscentie en -infectie optraden. Gedurende de eerste zeventien dagen werd dit gecombineerd met een verband geïmpregneerd met nanokristallijn zilver om de infectie te bestrijden (Woods et al., 2012).

In twee retrospectieve studies wordt het gebruik van negatieve druktherapie voor de wondbehandeling bij honden beschreven. Ben-Amotz et al. (2007) behandelden vijftien honden met ernstige verwondingen van de ondervoet en pasten de therapie met succes toe, zowel om een gezond granulatiebed te bekomen als om huidtransplantaten te stabiliseren. In 2009 publiceerden Kirby et al. hun klinische ervaring met negatieve druktherapie bij honden en katten, opgedaan over een tijdspanne van negen jaar. De indicaties waren de behandeling van huidavulsies, traumatische weefseldefecten, bijtrauma met thoraxperforatie, wonddehiscentie, chronische niet-helende wonden, de preventie van postoperatief seroma of oedeem en het compartimentsyndroom. Mullaly et al. (2010) beschreven een hond met uitgebreide brandwonden waarbij het wondbed gedurende acht dagen met negatieve druktherapie werd behandeld. Het gevormde granulatiebed werd daarna langdurig met een nanokristallijn zilververband bedekt.

In 2011 werd de negatieve druktherapie met succes toegepast bij een neushoorn voor de behandeling van een open wonde die ontstaan was na een teenamputatie omwille van osteomyelitis (Harrison et al., 2011).

Bijkomende voordelen van negatieve druktherapie bij gezelschapsdieren

De standaardbehandeling van wonden bij gezelschapsdieren is het stimuleren van een optimaal wond-

milieu onder een verband. Bepaalde plaatsen op het lichaam zijn erg moeilijk te bedekken met een klassiek verband, waardoor het verband frequent afzakt en vervangen moet worden. De plasticfolie van de negatieve druktherapie blijft echter wel op anatomisch ongunstige plaatsen zitten door het gecreëerde vacuüm (Demaria et al., 2011). Bij een erg productieve wonde moet een klassiek verband door de verzadiging van het absorberende materiaal frequent gewisseld worden, terwijl dit exsudaat bij een negatieve druktherapieverband in een container wordt opgevangen en het verband droog blijft.

Een ander duidelijk voordeel van negatieve druktherapie is het hermetisch afsluiten van de wonde. Hygiëne bij wondverzorging is zeer belangrijk. Contaminatie uit de omgeving of door feces en urine is bij gehospitaliseerde dieren door hun gedrag en levenswijze vaak moeilijk te vermijden. Bij negatieve druktherapie zorgt de afwasbare plasticfolie voor een waterdichte barrière met de omgeving.

Net zoals het vervangen van een wet-to-dryverband kan het vervangen van een negatieve druktherapieverband pijnlijk zijn en moet dit onder sedatie of een kortstondige algemene anesthesie uitgevoerd worden (Morykwas et al., 1997; Mouës et al., 2007; Demaria et al., 2011). Echter, bij negatieve druktherapie kan de frequentie van verbandwissel verminderd worden tot één wissel om de drie dagen. Naast de besparing op verbruiksproducten heeft dit als bijkomend voordeel dat de patiënt minder vaak moet worden uitgevast ter voorbereiding van een verbandwissel (Guille et al., 2007). Tussendoor kunnen voldoende nutriënten worden opgenomen, wat zeer belangrijk is voor een optimale wondheling (Pavletic, 2010). Pijnmedicatie blijkt tijdens de applicatie van negatieve druk niet nodig (Kirkby et al., 2009; Demaria et al., 2011).

Potentiële nadelen van negatieve druktherapie bij gezelschapsdieren

De meest voorkomende complicatie is het verlies van het vacuüm. Dit kan optreden door lucht lekkage onder het verband en/of door occlusie van de afzuigbuis naar het vacuümtoestel (Willy, 2006). Het verband kan verstevigd worden door bijkomende lagen transparante polyurethaanfilm aan te brengen. Overmatige beweging van de patiënt dient soms medicamenteus te worden aangepakt met sedativa. In de humane geneeskunde kunnen patiënten dankzij mobiele lichtgewicht-pompen thuis blijven tussen de verbandwissels door (Mouës et al., 2007). Hoewel bij gezelschapsdieren vooralsnog hospitalisatie wordt aangeraden, wordt ook de behandeling als dagpatiënt beschreven (Mullally et al., 2010).

In de diergeneeskunde is een belangrijke drempel voor het toepassen van negatieve druktherapie de kostprijs van het materiaal. De vacuümpomp kan geleend of gehuurd worden, maar de kost van alle verbruiksmaterialen nodig om het verband correct aan te leggen is hoger dan bij de standaardwondverbanden. Er

dient dan ook een zorgvuldige afweging te gebeuren of de verkorte therapieduur en de vermindering van het aantal verbandwissels opwegen tegen de kosten van het gespecialiseerde materiaal. Bij een zorgvuldige vergelijking van de rentabiliteit van deze therapie in de diergeneeskunde ten opzichte van de standaardbehandeling dient rekening te worden gehouden met de totale therapieduur, de duur van de wondheling, de hospitalisatieduur, het aantal consulten, het verbruikte materiaal, de werkuren van dierenartsen en het eventueel betrokken personeel. Mullally et al. (2010) beschreven in hun casuïstiek over een Amerikaanse staffordshireterriër met uitgebreide brandwonden dat de totale kosten van de therapie door het gebruik van negatieve druk lager bleven dan het geval zou zijn geweest na het gebruik van klassieke verbanden. Er waren minder verbandwissels en dus werden er minder anesthetica en analgetica verbruikt. Bovendien kon de hospitalisatieperiode ingekort worden.

Beschouwingen van negatieve druktherapie bij gezelschapsdieren

De medische voordelen van de negatieve druktherapie overtreffen de verhoogde kostprijs van de specifieke materialen. Chronische, niet-helende wonden kunnen geactiveerd worden terwijl in acute wonden de vorming van een gezond granulatiebed bespoedigd wordt. De interesse in negatieve druktherapie neemt toe. Desondanks zal degelijk prospectief onderzoek dienen uit te wijzen wat de effectieve meerwaarde is van deze snel aan populariteit winnende techniek. In de diergeneeskunde is er zeker ook nood aan richtlijnen over wanneer een ingestelde negatieve druktherapie moet worden beëindigd.

REFERENTIES

- Adkesson M.J., Travis E.K., Weber M.A., Kirby J.P., Junge R.E. (2007). Vacuum-assisted closure for treatment of a deep shell abscess and osteomyelitis in a tortoise. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 231, 1249-1254.
- Argenta L.C., Morykwas M.J. (1997). Vacuum-assisted closure: A new method for wound control and treatment: Clinical experience. *Annals of Plastic Surgery* 38, 563-576.
- Argenta L.C., Morykwas M.J., Marks M.W., DeFranzo A.J., Molnar J.A., David L.R. (2006). Vacuum-assisted closure: State of clinic art. *Plastic and Reconstructive Surgery* 117, 127-142.
- Banwell P. (2007). V.A.C.[®] Therapy Clinical Guidelines. A reference source for clinicians. K. L. Inc., 88.
- Beral D., Adair R., Peckham-Cooper A., Tolan D., Botterill I. (2009). Lesson of the week 5. *British Medical Journal* 338, 571-572.
- Bertone A.L. (1989). Management of exuberant granulation tissue. *Veterinary Clinics of North America Equine Practice* 5, 551-562.
- Bohling M.W., Henderson R.A., Swaim S.F., Kincaid S.A., Wright J.C. (2004). Cutaneous wound healing in the cat: a macroscopic description and comparison with cutaneous wound healing in the dog. *Veterinary Surgery* 33, 579-587.

- Bollero D., Driver V., Glat P., Gupta S., Lazaro-Martinez J.L., Lyder C., Ottonello M., Pelham F., Vig S., Woo K. (2010). The role of negative pressure wound therapy in the spectrum of wound healing. *Ostomy Wound Management*, 1-18.
- Bovill E., Banwell P.E., Teot L., Eriksson E., Song C., Mahoney J., Gustafsson R., Horch R., Deva A., Whitworth I., Int Advisory Panel T. (2008). Topical negative pressure wound therapy: a review of its role and guidelines for its use in the management of acute wounds. *International Wound Journal* 5, 511-529.
- Chen S.Z., Li J., Li X.Y., Xu L.S. (2005). Effects of vacuum-assisted closure on wound microcirculation: an experimental study. *Asian Journal of Surgery* 28, 211-217.
- DeFranzo A.J., Argenta L.C., Marks M.W., Molnar J.A., David L.R., Webb L.X., Ward W.G., Teasdale R.G. (2001). The use of vacuum-assisted closure therapy for the treatment of lower-extremity wounds with exposed bone. *Plastic and Reconstructive Surgery* 108, 1184-1191.
- Demaria M., Stanley B.J., Hauptman J.G., Steficek B.A., Fritz M.C., Ryan J.M., Lam N.A., Moore T.W., Hadley H.S. (2011). Effects of negative pressure wound therapy on healing of open wounds in dogs. *Veterinary Surgery* 40, 658-669.
- Fabian T.S., Kaufman H.J., Lett E.D., Thomas J.B., Rawl D.K., Lewis R.N. P.L., Summitt J.B., Merryman J.I., Schaeffer D., Sargent L.A., Burns R.P. (2000). The evaluation of subatmospheric pressure and hyperbaric oxygen in ischemic full-thickness wound healing. *The American Surgeon* 66, 1136-1143.
- Fleischmann W., Strecker W., Bombelli M., Kinzl L. (1993). Vacuum sealing for treatment of soft-tissue injury in open fractures. *Unfallchirurg* 96, 488-492.
- Fracalvieri M., Ruka E., Bocchiotti M.A., Zingarelli E., Bruschi S. (2011). Patient's pain feedback using negative pressure wound therapy with foam and gauze. *International Wound Journal* 8, 492-499.
- Gabriel A., Shores J., Bernstein B., de Leon J., Kamepalli R., Wolvos T., Baharestani M.M., Gupta S. (2009). A clinical review of infected wound treatment with vacuum assisted closure (r) (vac (r)) therapy: experience and case series. *International Wound Journal* 6, 1-25.
- Gemeinhardt K.D., Molnar J.A. (2005). Vacuum-assisted closure for management of a traumatic neck wound in a horse. *Equine Veterinary Education* 17, 27-32.
- Green C.E., Prescott J.F. (2012). Infectious diseases of the dog and cat, Elsevier Saunders.
- Guille A.E., Tseng L.W., Orsher R.J. (2007). Use of vacuum-assisted closure for management of a large skin wound in a cat. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 230, 1669-1673.
- Gupta S. (2012). Optimal use of negative pressure wound therapy for skin grafts. *International Wound Journal* 9, 40-47.
- Gwan-Nulla D.N., Casal R.S. (2001). Toxic shock syndrome associated with the use of the vacuum-assisted closure device. *Annals of Plastic Surgery* 47, 552-554.
- Hanasono M.M., Skoracki R.J. (2007). Securing skin grafts to microvascular free flaps using the vacuum-assisted closure (VAC) device. *Annals of Plastic Surgery* 58, 573-576.
- Harrison T.M., Stanley B.J., Sikarskie J.G., Bohart G., Ames N.K., Tomlian J., Marquardt M., Marcum A., Kiupel M., Sledge D., Agnew D. (2011). Surgical amputation of a digit and vacuum-assisted-closure (VAC) management in a case of osteomyelitis and wound care in an eastern black rhinoceros (*Diceros bicornis michaeli*) *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 42, 317-321.
- Jordana M., Pint E., Martens A. (2011). The use of vacuum-assisted wound closure to enhance skin graft acceptance in a horse. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift* 80, 343-350.
- Kilpadi D.V., Cunningham M.R. (2011). Evaluation of closed incision management with negative pressure wound therapy (CIM): Hematoma/seroma and involvement of the lymphatic system. *Wound Repair and Regeneration* 19, 588-596.
- Kirkby K.A., Wheeler J.L., Farese J.P., Ellison G.W., Bacon N.J., Sereda C.W., Lewis D.D. (2009). Vacuum-assisted wound closure: application and mechanism of action. *Compendium-Continuing Education for Veterinarians* 31, E1-E7.
- Lafortune M., Fleming G.J., Wheeler J.L., Gobel T., Mazingo D.W. (2007). Wound management in a juvenile tiger (*Panthera tigris*) with vacuum-assisted closure (VAC therapy). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 38, 341-344.
- Leffler M., Horch R.E., Dragu A., Kneser U. (2009). Instillation therapy and chronic osteomyelitis - preliminary results with the V.A.C. instill therapy. *Infection* 37, 24-30.
- Leininger B.E., Rasmussen T.E., Smith D.L., Jenkins D.H., Coppola C. (2006). Experience with wound vac and delayed primary closure of contaminated soft tissue injuries in Iraq. *The Journal of Trauma* 61, 1207-1211 10.1097/01.ta.0000241150.15342.da.
- Losi P., Briganti E., Costa M., Sanguinetti E., Soldani G. (2012). Silicone-coated non-woven polyester dressing enhances reepithelialisation in a sheep model of dermal wounds. *Journal of Materials Science-Materials in Medicine* 23, 2235-2243.
- Masden D., Goldstein J., Endara M., Xu K., Steinberg J., Attinger C. (2012). Negative pressure wound therapy for at-risk surgical closures in patients with multiple comorbidities a prospective randomized controlled study. *Annals of Surgery* 255, 1043-1047.
- McCord S.S., Naik-Mathurian B.J., Murphy K.M., McLane K.M., Gay A.N., Basu C.B., Downey C.R., Hollier L.H., Olutoye O.O. (2007). Negative pressure therapy is effective to manage a variety of wounds in infants and children. *Wound Repair and Regeneration* 15, 296-301.
- Moisisid E., Heath T., Boorer C., Ho K., Deva A.K. (2004). A prospective, blinded, randomized, controlled clinical trial of topical negative pressure use in skin grafting. *Plastic and Reconstructive Surgery* 114, 917-922.
- Morykwas M.J., Argenta L.C., SheltonBrown E.I., McGuirt W. (1997). Vacuum-assisted closure: A new method for wound control and treatment: Animal studies and basic foundation. *Annals of Plastic Surgery* 38, 553-562.
- Morykwas M.J., Faler B.J., Pearce D.J., Argenta L.C. (2001). Effects of varying levels of subatmospheric pressure on the rate of granulation tissue formation in experimental wounds in swine. *Annals of Plastic Surgery* 47, 547-551.
- Morykwas M.J., Howell H., Bleyer A.J., Molnar J.A., Argenta L.C. (2002). The effect of externally applied subatmospheric pressure on serum myoglobin levels after a prolonged crush/ischemia injury. *The Journal of Trauma* 53, 537-540.
- Morykwas M.J., Kennedy A., Argenta J.P., Argenta L.C. (1999). Use of subatmospheric pressure to prevent doxorubicin extravasation ulcers in a swine model. *Journal of Surgical Oncology* 72, 14-17.

- Morykwas M.J., Simpson J., Pungler K., Argenta A., Kremers L., Argenta J. (2006). Vacuum-assisted closure: state of basic research and physiologic foundation. *Plastic and Reconstructive Surgery* 117, 121-126.
- Mouës C.M., Heule F., Hovius S.E.R. (2011). A review of topical negative pressure therapy in wound healing: sufficient evidence? *American Journal of Surgery* 201, 544-556.
- Mouës C.M., van den Bemd G., Heule F., Hovius S.E.R. (2007). Comparing conventional gauze therapy to vacuum-assisted closure wound therapy: a prospective randomised trial. *Journal of Plastic Reconstructive and Aesthetic Surgery* 60, 672-681.
- Mouës C.M., van den Bemd G.J., Meerding W.J., Hovius S.E. (2005). An economic evaluation of the use of TNP on full-thickness wounds. *Journal of Wound Care* 14, 224-227.
- Mouës C.M., Vos M.C., Van Den Bemd G.-J.C.M., Stijnen T., Hovius S.E.R. (2004). Bacterial load in relation to vacuum-assisted closure wound therapy: a prospective randomized trial. *Wound Repair and Regeneration* 12, 11-17.
- Mullally C., Carey K., Seshadri R. (2010). Use of a nanocrystalline silver dressing and vacuum-assisted closure in a severely burned dog. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care* 20, 456-463.
- Nolst L. (2010). *Negatieve Druktherapie: Positief Effect op Wondheling?* Masterproef, Gent, Universiteit Gent, 1-51.
- Okan D., Woo K., Ayello E.A., Sibbald G. (2007). The role of moisture balance in wound healing. *Advanced Skin Wound Care* 20, 39-53.
- Owen L.J., Hotston-Moore A., Holt P.E. (2009). Vacuum-assisted wound closure following urine-induced skin and thigh muscle necrosis in a cat. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology* 22, 417-421.
- Page J.C., Newswander B., Schwenke D.C., Hansen M., Ferguson J. (2004). Retrospective analysis of negative pressure wound therapy in open foot wounds with significant soft tissue defects. *Advances in Skin & Wound Care* 17, 354-364.
- Pavletic M.M. (2010). *Atlas of Small Animal Wound Management and Reconstructive Surgery*. Iowa, Wiley-Blackwell.
- Peinemann F., Sauerland S. (2011). Negative-pressure wound therapy systematic review of randomized controlled trials. *Deutsches Ärzteblatt International* 108, 381-U15.
- Saxena V., Hwang C.W., Huang S., Eichbaum Q., Ingber D., Orgill D.P. (2004). Vacuum-assisted closure: micro deformations of wounds and cell proliferation. *Plastic and Reconstructive Surgery* 114, 1086-1096.
- Scherer S.S., Pietramaggiore G., Mathews J.C., Prsa M.J., Huang S., Orgill D.P. (2008). The mechanism of action of the vacuum-assisted closure device. *Plastic and Reconstructive Surgery* 122, 786-797.
- Schintler M.V. (2012). Negative pressure therapy: theory and practice. *Diabetes-Metabolism Research and Reviews* 28, 72-77.
- Stannard J.P., Gabriel A., Lehner B. (2012). Use of negative pressure wound therapy over clean, closed surgical incisions. *International Wound Journal* 9, 32-39.
- Stannard J.P., Volgas D.A., McGwin G., Steward R.L., Obremesky W., Moore T., Anglen J.O. (2012). Incisional negative pressure wound therapy after high-risk lower extremity fractures. *Journal of Orthopaedic Trauma* 26, 37-42.
- Stannard J.P., Robinson J.T., Anderson E.R., McGwin G., Volgas D.A., Alonso J.E. (2006). Negative pressure wound therapy to treat hematomas and surgical incisions following high-energy trauma. *Journal of Trauma-Injury Infection and Critical Care* 60, 1301-1306.
- Stevens P. (2009). Vacuum-assisted closure of laparostomy wounds: a critical review of the literature. *International Wound Journal* 6, 259-266.
- Timmers M.S., Le Cessie S., Banwell P., Jukema G.N. (2005). The effects of varying degrees of pressure delivered by negative-pressure wound therapy on skin perfusion. *Annals of Plastic Surgery* 55, 665-671.
- Ubbink D.T., Westerbos S.J., Nelson E.A., Vermeulen H. (2008). A systematic review of topical negative pressure therapy for acute and chronic wounds. *British Journal of Surgery* 95, 685-692.
- Venturi M.L., Attinger C.E., Mesbahi A.N., Hess C.L., Graw K.S. (2005). Mechanisms and clinical applications of the vacuum-assisted closure (VAC) device - A review. *American Journal of Clinical Dermatology* 6, 185-194.
- Vuerstaek J.D.D., Vainas T., Wuite J., Nelemans P., Neumann M.H.A., Veraart J. (2006). State-of-the-art treatment of chronic leg ulcers: a randomized controlled trial comparing vacuum-assisted closure (VAC) with modern wound dressings. *Journal of Vascular Surgery* 44, 1029-1037.
- Wackenfors A., Sjogren J., Gustafsson R., Algotsson L., Ingemansson R., Malmsjo M. (2004). Effects of vacuum-assisted closure therapy on inguinal wound edge microvascular blood flow. *Wound Repair and Regeneration* 12, 600-606.
- Waldron D.R., Zimmerman-Pope N. (1993). Superficial skin wounds. In: Slatter D.H. (editor). *Textbook of Small Animal Surgery*. 2de Ed., Saunders, Philadelphia, 259-273.
- Webb L.X. (2002). New techniques in wound management: vacuum-assisted wound closure. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* 10, 303-311.
- Webb L.X., Pape H.C. (2008). Current thought regarding the mechanism of action of negative pressure wound therapy with reticulated open cell foam. *Journal of Orthopaedic Trauma* 22, 135-S137.
- Weed T., Ratliff C., Drake D.B. (2004). Quantifying bacterial bioburden during negative pressure wound therapy - Does the wound VAC enhance bacterial clearance? *Annals of Plastic Surgery* 52, 276-279.
- Wild T., Stremitzer S., Budzanowski A., Hoelzenbein T., Ludwig C., Ohrenberger G. (2008). Definition of efficiency in vacuum therapy - a randomised controlled trial comparing Redon drains with VAC (R) Therapy (TM). *International Wound Journal* 5, 641-647.
- Willy C. (2006). Maintaining airtightness. In: Willy C. (editor). *The Theory and Practice of Vacuum Therapy, Scientific Basis, Indications for Use, Case Reports, Practical Advice*. Lindqvist book-publishing, Ulm, 355-357.
- Woods S., Marques A.I.d.C., Renwick M.G., Argyle S.A., Yool D.A. (2012). Nanocrystalline silver dressing and subatmospheric pressure therapy following neoadjuvant radiation therapy and surgical excision of a feline injection site sarcoma. *Journal of Feline Medicine and Surgery* 14, 214-218.
- Wysocki A.B. (1996). Wound fluids and the pathogenesis of chronic wounds. *Journal of Wound, Ostomy and Continence Nursing* 23, 283-290.
- Zhou M., Yu A., Wu G., Xia C., Hu X., Qi B. (2012). Role of different negative pressure values in the process of infected wounds healing treated by vacuum-assisted closure: an experimental study. *International Wound Journal* 9, 1-9.