

DOCUMENTO DA EWMA: PRESSÃO NEGATIVA TERAPIA DE FERIDAS

VISÃO GERAL,
DESAFIOS
E
PERSPECTIVAS



Jan Apelqvist,^{1,2}(editor) MD, PhD, Professor Associado
Cristiano Willy,³(co-editor) MD, PhD, Professor de Cirurgia
Ann-Mari Fagerdahl,⁴RN, CNOR, PhD **Marco Fracalvieri**,⁵DM
Malin Malmström,⁶MD, PhD, Professor **Alberto Piaggese**,⁷
médico, professor **Astrid Probst**,⁸RN

Peter Vowden,⁹MD, FRCS, Professor

1. Departamento de Endocrinologia, Hospital Universitário de Malmö, 205 02 Malmö, Suécia
2. Divisão de Ciências Clínicas, Universidade de Lund, 221 00 Lund, Suécia
3. Departamento de Trauma e Cirurgia Ortopédica, Cirurgia Séptica e Reconstructiva, Bundeswehr Hospital Berlin, Centro de Pesquisa e Tratamento para Lesões Complexas de Combate, Forças Armadas Federais da Alemanha, 10115 Berlim, Alemanha
4. Departamento de Ciências Clínicas e Educação, Karolinska Institutet e Centro de Feridas, Södersjukhuset AB, SE-118 83 Estocolmo, Suécia.
5. Unidade de Cirurgia Plástica, ASO Città della Salute e della Scienza de Turim, Universidade de Turim, 10100 Turim, Itália
6. Ciências Clínicas, Universidade de Lund, Lund, Suécia.
7. Departamento de Endocrinologia e Metabolismo, Hospital Universitário de Pisa, 56125 Pisa, Itália
8. Kreiskliniken Reutlingen GmbH, 72764 Reutlingen, Alemanha
9. Faculdade de Ciências da Vida, Universidade de Bradford, e Consultor Honorário Cirurgião Vascular, Bradford Royal Infirmary, Duckworth Lane, Bradford, BD9 6RJ, Reino Unido

Apoio editorial e coordenação:**Niels Fibaek Bertel**, EWMA Secretariado Autor
correspondente:**Jan Apelqvist**, jan.apelqvist@skane.se

O documento é apoiado por bolsas educacionais irrestritas de: Acelyty, BSN medical, Genadyne, Mölnlycke Health Care, Schülke & Mayr GmbH, Smith & Nephew e Spiracur.

O documento é publicado como produto final do projeto SWAN iCare, www.swan-icare.eu, que é parcialmente financiado pelo programa de integração de componentes inteligentes e sistemas inteligentes de TIC (FP7-ICT) como parte do programa de financiamento de Pesquisa e Inovação da A Comissão Europeia.

Este artigo deve ser referenciado como: Apelqvist, J., Willy, C., Fagerdah, AM et al. Terapia de Feridas por Pressão Negativa – visão geral, desafios e perspectivas. J Tratamento de Feridas 2017; 26: 3, Supl 3, S1-S113.

©EWMA 2017

Todos os direitos reservados. Nenhuma reprodução, transmissão ou cópia desta publicação é permitida sem permissão por escrito. Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida, armazenada em um sistema de recuperação ou transmitida de qualquer forma ou por qualquer meio, mecânico, eletrônico, fotocópia, gravação ou outro, sem a permissão prévia por escrito da European Wound Management Association (EWMA) ou de acordo com a legislação de direitos autorais relevante.

Embora o editor, MA Healthcare Ltd. e EWMA tenham tomado muito cuidado para garantir a precisão, nem o editor, MA Healthcare Ltd. nem a EWMA serão responsáveis por quaisquer erros de omissão ou imprecisões nesta publicação.

Publicado em nome da EWMA pela MA Healthcare Ltd.

Editora: Rachel Webb

Editora: Anthony Kerr

Designer: Lindsey Butlin

Publicado por: MA Healthcare Ltd, Igreja de St Jude, Dulwich Road, Londres, SE24 0PB, Reino Unido

Tel: +44 (0)20 7738 5454 Email: anthony.kerr@markallengroup.com Web: www.markallengroup.com

Conteúdo

Abreviaturas	6	Desenvolvimento da gama de indicações: NPWT	19
1. Introdução	8	1990–2015	19
Mirar	9	Objetivos do tratamento e fundamentação científica	19
2. Metodologia e terminologia	10	Mecanismo de ação: NPWT em feridas abertas Criando um ambiente úmido para a ferida e removendo o exsudato	20
Histórico de pesquisa e desenvolvimento de documentos	10	Remoção de edema	20
Terminologia	10	Efeitos mecânicos nas bordas da ferida	20
3. Os princípios da NPWT	11	Mudança induzida por NPWT na perfusão Angiogênese e formação de tecido de granulação	22
História curta	11	Mudança na contagem bacteriana, eliminação bacteriana e efeitos imunológicos	24
Princípio funcional da NPWT	11	Mecanismos moleculares na cicatrização de feridas	26
Exemplo de aplicação	11	Efeito nas concentrações tópicas de antibióticos	27
Mecanismo de ação da NPWT	12	Pontos gerais	27
Efeito no tratamento da ferida	12	Nível de pressão/força de sucção	28
conforto do paciente	14	Fonte de vácuo	29
Princípio funcional da NPWTi Mecanismo de ação da NPWTi Princípio funcional da ciNPT Falta de mecanismo de ação ciNPT Diferenças no mecanismo de ação em ciNPT e NPWT	14	Modo intermitente ou contínuo	30
	14	Preenchimento de feridas	31
	15	<i>Morfologia da ferida</i>	31
	15	<i>Feridas exsudativas</i>	31
		<i>Feridas com risco de isquemia</i>	32
		<i>Feridas infectadas</i>	32
		<i>Tendência à formação de tecido de granulação excessivo</i>	32
4. Revisão das evidências da literatura sobre NPWT	16	de contato da ferida	32
Procura literária	16	NPWT e substituição dérmica	33
Período de pesquisa e palavras-chave de pesquisa	16	Proteções de tecidos e órgãos	33
Resultados	17	Tratamento da dor	34
Desenvolvimento no número de publicações anuais	17	NPWT e terapias adjuntas	34
NPWT e medicina baseada em evidências	17	Indicações em especialidades	35
<i>Critérios de medicina baseada em evidências Particularidades da NPWT e NPWTi Particularidades da ciNPT</i>	17	NPWT em traumatologia aguda e para o fechamento de feridas de dermatofasciotomia	35
	18	Infecções periprotéticas da articulação do quadril e joelho	37
	18	NPWT no tratamento de osteomielite e infecção do local cirúrgico	37
5. Tratamento	19		

Tendão exposto, osso e hardware	38	Perfusão tecidual	58
NPWT no tratamento de queimaduras agudas e escaldaduras Cirurgia plástica e reconstrutiva	39	Edema	58
Cirurgia abdominal	40	Hematoma e seroma	58
Fístula enterocutânea	41	Redução da taxa de infecção do sítio cirúrgico	58
Fechamento fascial direto	43	sistemas ciNPT	59
Desenvolvimento de hérnia	44	Quando começar, quando parar (endpoint alcançado)	60
Tempo de permanência no hospital e na unidade de terapia intensiva	44	6. Perspectiva do paciente	63
Mortalidade	44	Qualidade de vida geral	63
Outros aspectos	44	Aspectos físicos	64
cirurgia cardiovascular	45	Dor	64
Cirurgia vascular	46	Desconforto físico	64
NPWT de vasos sanguíneos infectados e enxertos	46	Dormir	64
vasculares Fistulas linfocutâneas	47	aspectos psicológicos	65
Feridas que não cicatrizam	49	Imagem corporal	65
Úlceras de perna	49	Estresse	65
NPWT em úlceras de perna	49	Ansiedade	65
Úlceras por pressão	50	Competência da equipe	66
NPWT em úlceras de pressão	50	Aspectos sociais	66
Úlcera de pé diabético	50	Isolamento e estigma	66
NPWT em úlceras de pé diabético	51	Família e amigos	66
Precauções e contra-indicações	52	Paciente e família	
Risco de sangramento	53	educação do cuidador	66
Vasos expostos e próteses vasculares Leito necrótico da ferida	53	7. Organização da NPWT	68
Osteomielite não tratada	53	Organização do cuidado	68
Feridas malignas	53	NPWT em diferentes níveis	68
NPWT e instilação	53	Metas de curto e longo prazo	68
Princípio funcional NPWT com instilação	54	Reembolso	68
Métodos de ação	54	NPWT em configurações diferentes	69
NPWTi versus drenagem por irrigação por sucção	55	Hospital	69
Indicações para NPWTi	55	atenção primária	70
Fluidos para NPWTi	55	Atendimento domiciliar	70
ciNPT	56	Conceitos básicos na organização do tratamento NPWT	
Revisão da literatura: ensaios	57	Suporte de acesso e serviço	71
randomizados Mecanismo de ação do	58	Modelos de estoque e de compra única	71
ciNPT Tensão lateral	58		

modelo de locação	72		
Modelo de aluguel gratuito	72		
Dispositivos descartáveis	72		
serviço gerenciado	72		
Serviço de suporte	73		
Como garantir um tratamento contínuo de alta qualidade?	73		
<i>Serviço de apoio ao paciente</i>	73		
Responsabilidade	74		
Educação e fornecimento de uma rede de apoio ao paciente	74		
Requisitos mínimos para educação da equipe	74		
Questões a serem consideradas antes de iniciar a terapia	75		
8. Documentação, comunicação e segurança do paciente na perspectiva médico-legal	76		
Implicações do uso off-label da NPWT transversal	76 77		
Termos contratuais e acordos	78		
Questões de segurança do paciente	78		
Lista de verificação de segurança do paciente para comunicação	78		
NPWT ambulatorial	79		
Documentação	79		
Questões legais e contenciosas	80		
9. Economia da saúde	81		
Organização do cuidado	81		
Fatores relacionados à cicatrização de feridas de difícil cicatrização	82		
Tecnologias no tratamento de feridas	82		
Comparando intervenções de tratamento	83		
Estudos de custo-efetividade	83		
Estudos de modelagem	83		
Controvérsias sobre avaliações econômicas em saúde	83		
Economia em saúde e reembolso em feridas	84		
		Feridas tratadas com NPWT	84
		Custo-benefício	84
		Componentes de custos	84
		Avaliação de estudos comparativos e não comparativos: uso de recursos e custo econômico	84
		Feridas cirúrgicas complexas, pós-cirúrgicas e feridas agudas ou traumáticas	85
		NPWT em feridas crônicas	85
		NPWT em úlceras de pé diabético	86
		Descobertas gerais	87
		Considerações metodológicas	87
		Uma mudança de paradigma em NPWT: internação para atendimento ambulatorial, um serviço para um produto	87
		10. Perspectivas futuras	89
		Desenvolvimentos tecnológicos	89
		Sistema hospitalar com maior sofisticação	89
		Dispositivos de uso único simplificados	89
		Novo material para preenchimento de feridas	89
		Sistemas com sensores integrados para monitoramento à distância	90
		Mudanças na demanda: fatores de suporte e restritivos	91
		indicações expandidas	91
		Maior foco em evidências e contenção de custos	91
		Mudanças na organização do atendimento e cuidados comunitários	92
		Apêndice	114

Abreviaturas

- SCA: Síndrome do compartimento abdominal
- ABRA: Sistema de ancoragem de reaproximação abdominal
- ADR: Substituição dérmica acelular
- bFGF: Fator básico de crescimento de fibroblastos
- IMC: índice de massa corporal
- Cdc42: proteína de controle da divisão celular 42
- ciNPT: terapia de pressão negativa de incisão fechada
- CI: Intervalo de confiança
- CABG: Revascularização do miocárdio
- PCR: proteína C-reativa
- DRG: grupos relacionados ao diagnóstico
- DSWIs: Infecções de feridas profundas do esterno
- DFUs: úlceras do pé diabético
- ECF: Fístula enterocutânea
- EPUAP: Painel Consultivo Europeu de Úlceras de Pressão
- EWMA: Associação Europeia de Tratamento de Feridas
- ERK: Quinase regulada por sinal extracelular
- FDA: Administração de Alimentos e Medicamentos dos EUA
- FGF-2: Fator de crescimento de fibroblastos-2
- HR: Razão de risco
- HIF: Fator induzido por hipóxia
- IE: Imediato cedo
- IM: modo intermitente
- UTI: unidade de terapia intensiva
- LC-MS/MS: cromatografia líquida espectrometria de massa
- LUs: Úlceras de perna
- MRSA: resistente à metilina *Staphylococcus aureus*
- NBC: Células sanguíneas nucleadas
- NICE: Instituto Nacional de Excelência em Saúde e Cuidados
- NPWT: Terapia de feridas por pressão negativa
- NPWTi: NPWT com instilação
- NÃO: óxido nítrico
- OA: Abdome aberto
- PDGF Fator de crescimento derivado de plaquetas
- PHMB: Polihexametileno biguanida

- PVA: álcool polivinílico
- UP: úlcera por pressão
- PHI: Seguro de Saúde Privado
- QoL: qualidade de vida
- RCTs: Ensaios controlados randomizados
- RR: Risco relativo
- SHI: Seguro de saúde obrigatório
- Tratamento com sulfadiazina de prata SSD
- SSI: Infecções de sítio cirúrgico
- SWD: Deiscência da ferida cirúrgica
- SDR: substituto dérmico sintético
- TAC: fechamento abdominal temporário
- VEGF: Fator de crescimento endotelial vascular
- WBP: Preparação do leito da ferida
- VEC: célula endotelial vascular

1. Introdução

Desde sua introdução na prática clínica no início da década de 1990, a terapia de feridas por pressão negativa (NPWT) tornou-se amplamente utilizada no tratamento de feridas complexas, tanto em pacientes internados quanto ambulatoriais.¹ A NPWT foi descrita como um tratamento eficaz para feridas de várias etiologias diferentes^{2,3} e sugerido como padrão-ouro para o tratamento de feridas como feridas abdominais abertas,⁴⁻⁶ feridas externas com deiscência após cirurgia cardíaca^{7,8} e como um agente valioso em feridas complexas que não cicatrizam.^{9,10}

Cada vez mais, a NPWT está sendo aplicada no ambiente de cuidados primários e domiciliares, onde é descrita como tendo o potencial de melhorar a eficácia do tratamento de feridas e ajudar a reduzir a dependência de cuidados hospitalares.¹¹

Embora o potencial da NPWT seja promissor e o uso clínico do tratamento seja generalizado, as evidências de alto nível de sua eficácia e benefícios econômicos permanecem escassas.¹²⁻¹⁴

A controvérsia em curso sobre evidências de alto nível no tratamento de feridas em geral é bem conhecida. Existe um consenso de que a prática clínica deve ser baseada em evidências, o que pode ser difícil de alcançar devido à confusão sobre o valor das várias abordagens para o tratamento de feridas; no entanto, temos que confiar nas melhores evidências disponíveis. É urgente a necessidade de rever estratégias e tratamentos de feridas de forma a reduzir a carga de cuidados de forma eficiente. Se os pacientes em risco de cicatrização retardada da ferida forem identificados precocemente e intervenções agressivas forem realizadas antes que a ferida se deteriore e ocorram complicações, ambos

a morbidade do paciente e os custos dos cuidados de saúde podem ser significativamente reduzidos.

Existe ainda uma confusão fundamental sobre a melhor maneira de avaliar a eficácia das intervenções nesta complexa população de pacientes. Isso é ilustrado por revisões do valor de várias estratégias de tratamento para feridas que não cicatrizam, que destacaram inconsistências metodológicas na pesquisa primária. Esta situação é confundida por diferenças nos conselhos dados pelos órgãos reguladores e de reembolso em vários países em relação ao desenho do estudo e às formas como os resultados são interpretados.

Em resposta a esta confusão, a European Wound Management Association (EWMA) tem publicado uma série de documentos interdisciplinares¹⁵⁻¹⁹ com o intuito de destacar:

- A natureza e a extensão do problema para o manejo de feridas: da perspectiva clínica, bem como dos cuidadores e dos pacientes
- Prática baseada em evidências como uma integração da experiência clínica com a melhor evidência clínica disponível da pesquisa sistemática
- A natureza e a extensão do problema para o tratamento de feridas: da perspectiva do formulador de políticas e do sistema de saúde

A controvérsia sobre o valor de várias abordagens para tratamento e tratamento de feridas é ilustrada pelo caso da NPWT, sinônimo

com pressão negativa tópica ou terapia a vácuo e citado como terapia VAC (fechamento assistido por vácuo) de marca. Este é um modo de terapia usado para estimular a cicatrização de feridas. É usado como tratamento primário de feridas crônicas, em feridas agudas complexas e como adjuvante para fechamento temporário e preparação do leito da ferida antes de procedimentos cirúrgicos, como enxertos de pele e cirurgia de retalho.

Mirar

Um número crescente de artigos sobre o efeito da NPWT está sendo publicado. No entanto, devido ao baixo nível de evidência, o tratamento permanece controverso do ponto de vista do formulador de políticas e do sistema de saúde, principalmente no que diz respeito à medicina baseada em evidências.

Em resposta, a EWMA estabeleceu um grupo de trabalho interdisciplinar para descrever o conhecimento atual com relação à NPWT

e fornecer uma visão geral de suas implicações para a organização dos cuidados, documentação, comunicação, segurança do paciente e aspectos econômicos da saúde.

Esses objetivos serão alcançados pelo seguinte:

1. Apresentar o suporte racional e científico para cada declaração entregue
2. Descubra controvérsias e questões relacionadas ao uso de NPWT no tratamento de feridas
3. Implicações da implementação da NPWT como uma estratégia de tratamento no sistema de saúde
4. Forneça informações e ofereça perspectivas de NPWT do ponto de vista da equipe de saúde, formuladores de políticas, políticos, indústria, pacientes e administradores hospitalares que estejam direta ou indiretamente envolvidos no tratamento de feridas.

2. Metodologia e terminologia

O nossa metodologia para este documento compreende uma revisão geral da literatura complementada com pesquisas individuais sobre os tópicos específicos, juntamente com a adição de experiência clínica dos autores. A maioria das pesquisas com relação à cicatrização de feridas e NPWT foi relacionada a feridas agudas e, em menor grau, feridas crônicas/ problemáticas/que não cicatrizam.^{12,13,15,20,21}

As opiniões expressas neste documento foram alcançadas por um consenso dos autores envolvidos, com base na literatura baseada em evidências, artigos de pesquisa publicados e experiência clínica e essas opiniões foram revisadas externamente. Este artigo não é puramente baseado em evidências ou uma avaliação de produtos existentes, pois isso comprometeria o objetivo principal.

Uma vez que os autores residem na Europa e a EWMA é uma associação europeia, o documento levará em consideração principalmente os pacientes europeus e os sistemas de saúde. O documento se concentrará na perspectiva humana (clínica); no entanto, estudos relacionados a animais serão mencionados quando aplicável.

Histórico de pesquisa e desenvolvimento de documentos

Como conclusão geral em relação à pesquisa bibliográfica, reconhecemos que mais evidências de alto nível são necessárias para apoiar ainda mais o conteúdo deste documento. No entanto, até que isso seja fornecido, temos que confiar nas informações e na experiência existentes.

Cada capítulo do documento foi dividido entre os autores, que forneceram feedback em um rascunho editado. Este processo foi repetido várias vezes; o grupo editou o documento final e todos os autores concordaram com todas as controvérsias, declarações e discussões. O rascunho final foi enviado a pessoas capacitadas, membros do conselho da EWMA e apoiadores para comentar o rascunho em um processo de validação interna.

Além de uma pesquisa inicial da literatura, uma pesquisa específica da literatura foi feita com relação ao desenho do estudo, pontos finais e resultados em ensaios comparativos/ randomizados controlados (RCTs) de NPWT.

Terminologia

O termo NPWT refere-se a um sistema de pressão negativa controlada (subatmosférica) que é aplicado topicamente na ferida. A ferida é preenchida com um material poroso (preenchimento da ferida) e selada hermeticamente com um curativo adesivo de poliuretano hermético. Um dreno conecta o enchimento da ferida à fonte de vácuo que fornece uma pressão negativa. A sucção é propagada da fonte de vácuo para o leito da ferida, levando a uma pressão negativa no preenchedor e remoção do exsudato. Duas modificações mais recentes da NPWT também são discutidas:

- 'NPWT com instilação' (NPWTi), NPWT com uma instilação retrógrada repetida controlada por computador principalmente de uma substância antisséptica ou antibiótica, bem como solução salina na ferida selada.
- O mesmo se aplica à terapia de pressão negativa de incisão fechada (ciNPT) quando a NPWT é aplicada

3. Os princípios da NPWT

NPWT pode ser considerado como um método de tratamento de feridas estabelecido em uso clínico de rotina desde meados até o final dos anos 1990. Dito simplesmente, o método consiste na aplicação de pressão negativa (geralmente -75 a -125 mmHg) na espuma que foi colocada no interior da ferida. A vedação imediata da ferida com um curativo adesivo hermético evita a entrada subsequente de ar do ambiente, daí o termo 'vedação a vácuo'.

Nas seções a seguir, serão apresentados o princípio da NPWT convencional e as modificações NPWTi (1996) e ciNPT (2005).

História curta

Em 1979, um sistema de sucção e irrigação para o tratamento de feridas foi descrito em uma publicação russa.²² Em 1992, na Alemanha, pacientes com fratura exposta foram tratados com sistema de pressão negativa. Inicialmente, a perda de substância era preenchida com uma espuma de polivinil-álcool (PVA), (posteriormente houve uma mudança para mais poliuretano), à qual foram conectados tubos de drenagem todos envolvidos em um filme transparente. Os tubos de drenagem foram conectados a um dispositivo de sucção e uma pressão negativa foi aplicada.²³ Este sistema permitiu a limpeza eficiente da ferida e uma proliferação significativa de tecido de granulação. Em 1997, o trabalho de Argenta e Morykwas²⁴ NPWT validada em um modelo animal (porco) e subsequentemente em pacientes com lesões ulcerativas.²⁵ Esses estudos relataram o efeito positivo da pressão negativa no fluxo sanguíneo na ferida e no tecido adjacente (via avaliação Doppler), na taxa de formação de tecido de granulação e na redução da carga bacteriana.²⁴ Em

2000, Joseph e outros.²⁶ e McCallon et al.²⁷ Compararam a eficácia da NPWT com métodos padrão de tratamento de feridas, mostrando uma redução estatisticamente significativa no tamanho das lesões e no tempo de cicatrização no grupo que recebeu NPWT. O primeiro preenchimento de feridas amplamente disponível para NPWT foi a espuma de poliuretano.²⁴ Gaze apareceu em um artigo sobre NPWT por Chariker em 1989.²⁸ Em 2007, a gaze de algodão pré-impregnada com 0,2% anti-séptico polihexametileno biguanida (PHMB) foi introduzida como um produto comercialmente disponível. Um desenvolvimento importante no campo da NPWT é a introdução de novos materiais para preenchimento de feridas.

Princípio funcional da NPWT

O princípio da NPWT envolve a extensão do efeito de sucção geralmente definido de maneira estreita da drenagem por toda a área da cavidade ou superfície da ferida usando um preenchimento de poros abertos que foi ajustado aos contornos da ferida. Para evitar que o ar seja aspirado do ambiente externo, a ferida e o preenchedor que fica dentro ou sobre a ferida são hermeticamente selados com um campo adesivo de poliuretano hermético, permeável ao vapor de água, transparente e à prova de bactérias. Uma almofada de conexão é então aplicada sobre um pequeno orifício feito na cortina e conectado a uma fonte de vácuo por meio de um tubo (Fig. 1).

Exemplo de aplicação

Um caso de paciente é apresentado para ilustrar as etapas individuais envolvidas, mostrando o manejo higiênico e confortável de uma ferida externa infectada e instável em um paciente de 73 anos (Fig. 2).

Mecanismo de ação da NPWT

Os seguintes efeitos na cicatrização de feridas e no tecido afetado, resultantes da sucção aplicada que age uniformemente em toda a superfície da ferida, são considerados os principais benefícios clinicamente significativos da NPWT.^{23,25,29-35}

Efeito na ferida

- Redução da área da ferida devido à pressão negativa que atua na espuma, aproxima as bordas da ferida (retração da ferida)
- Estimulação da formação de tecido de granulação em um ambiente de ferida otimamente úmido; em várias situações, mesmo sobre tecido braditrófico, como tendões e ossos, a NPWT foi capaz de estimular a formação de tecido de granulação
- Continuação da limpeza mecânica eficaz da ferida (remoção de pequenos detritos teciduais por sucção)

- Redução bioquímica efetiva da concentração de fluido de proteases que prejudicam a cicatrização de feridas (como a elastase) - nos primeiros dias
- Remoção confiável e contínua do exsudato da ferida (e, conseqüentemente, menos trocas de curativos) dentro de um sistema fechado
- Redução pressórica do edema intersticial com melhora consecutiva da microcirculação, estimulação do fluxo sanguíneo e oxigenação.

Manuseio

- Fechamento higiênico da ferida - curativo à prova de bactérias para selar a ferida, de modo que nenhuma bactéria externa entre na ferida e as próprias bactérias da ferida do paciente não se espalhem. Isso é particularmente importante no caso de contaminação com bactérias problemáticas, como em pacientes com resistência à metilina *Staphylococcus*

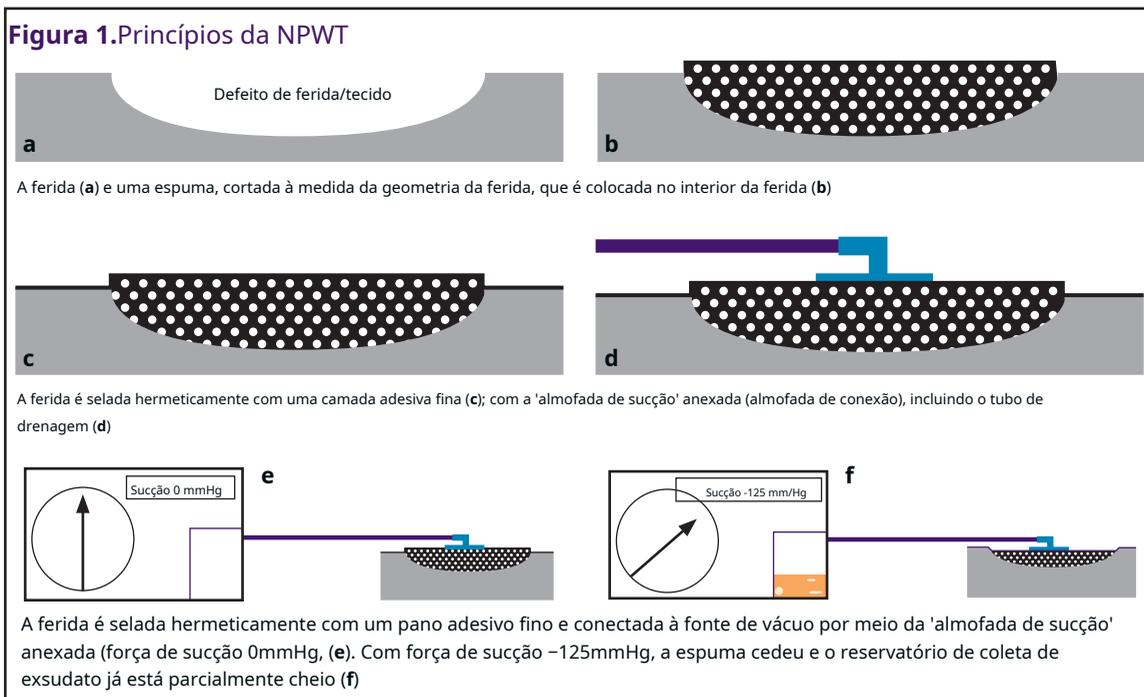
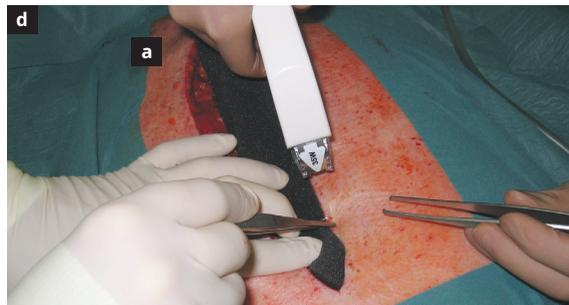


Figura 2. Exemplo de aplicação



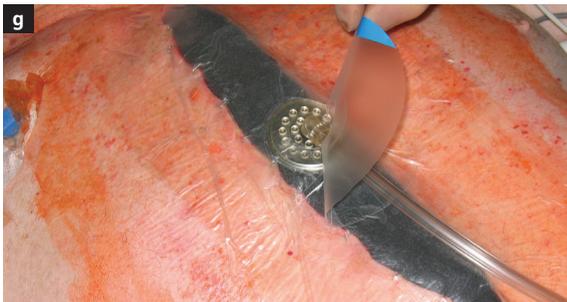
Ferida esternal infectada, esterno instável após esternotomia, membranas fibrinosas e necrose, particularmente na parte cranial da ferida (a). Desbridamento e irrigação da ferida (b)



A espuma é ajustada ao formato da ferida (espuma de poliuretano preta) (c). Fixação da espuma nas bordas laterais da ferida com grampos de pele (isso pode ser feito com sutura de pele ou sem qualquer fixação) (d)



Selagem da ferida com um campo adesivo transparente hermético (e). Um pequeno orifício é cortado na cortina (f)



A almofada de conexão é aplicada neste orifício (g). Enrolado após a conexão da fonte de vácuo em -125mmHg (h). Comparado com o achado inicial (g), há um estreitamento distinto da ferida devido ao 'encolhimento' da espuma causado pela sucção

áurea(MRSA)-feridas infectadas. Assim, também reduz o risco de infecções cruzadas e desenvolvimento de resistência dentro do hospital

- O curativo transparente permite o monitoramento clínico contínuo da pele circundante através do filme com o qual a ferida foi selada
- Técnica de curativo inodora e higiênica; constante ver a passagem do curativo para as roupas e roupas de cama do paciente pode ser evitada, reduzindo as demandas da equipe de enfermagem
- Redução do número de trocas de curativo necessárias (necessárias apenas a cada dois a três dias), o que reduz o tempo de enfermagem, principalmente em pacientes com feridas exsudativas.

conforto do paciente

- Mobilização fácil e precoce do paciente
- Método de curativo visualmente atraente devido às condições limpas e sem exsudato, mesmo durante a mobilização.

Princípio funcional de NPWTi

A terapia de instilação é uma modificação da NPWT convencional para o tratamento complementar de infecções de feridas agudas e crônicas após a cirurgia inicial. A terapia de instilação pode ser realizada de acordo com o método de Fleischmann et al. para lidar com qualquer contaminação residual da ferida.³⁵⁻³⁷Essa modificação envolve a instilação retrógrada de uma substância antisséptica ou antibiótica, como composto de homopolímero de pirrolidina com iodo ou dicloridrato de octenidina, na ferida selada. A terapia de instilação tem sido usada clinicamente desde 1996. Desde então, vários refinamentos no equipamento forneceram a opção de terapia de instilação controlada automaticamente.

Isso permite uma instilação constantemente controlada, por

exemplo, a cada três horas, sem sobrecarregar o paciente ou a equipe de enfermagem. Usando as atuais unidades de terapia programáveis controladas por computador, é possível controlar automaticamente a terapia de instilação (quantidade de fluido, duração da instilação, tempo durante o qual a substância pode fazer efeito, frequência da terapia, etc.).O NPWTi foi usado com sucesso para o tratamento de infecções agudas de feridas após o desbridamento de feridas cirúrgicas.^{35,37-41}

Atualmente, alguns autores sugerem que feridas não infectadas também podem mostrar um benefício na cicatrização quando tratadas por NPWTi usando soluções salinas em comparação com NPWT convencional ou tratamento de ferida úmida padrão.

42,43

Mecanismo de ação do NPWTi

A terapia de instilação é realizada durante a NPWT instilando a solução desejada na espuma por meio de um sistema de tubo dedicado e então, após um tempo definido durante o qual a instilação é deixada para fazer efeito sem aplicação de sucção, removendo a solução por sucção e continuando a aplicação atual NPWT. Em princípio, essa alternância entre os períodos de NPWT e de instilação pode ser repetida com a frequência desejada. De fato, sugere-se que a instilação seja realizada várias vezes ao dia para efeito suficiente de acordo com uma sequência de tempo controlada. Como exemplo, para um efeito antimicrobiano:

- Período de instilação da solução salina/antisséptica/antibiótica tópica de aproximadamente 10 a 30 segundos
- Período de permanência (dependendo do tempo que a solução precisa para fazer efeito, como 20 minutos)
- Período de sucção, como 2 a 3 horas.

Princípio funcional do ciNPT

Tradicionalmente, os cirurgiões fecham as incisões cirúrgicas com intenção primária usando suturas, grampos, tecidos

adesivos, fita de papel ou uma combinação desses métodos. Recentemente, os cirurgiões estão usando terapia de pressão negativa imediatamente após a cirurgia em incisões fechadas em uma variedade de cenários clínicos para prevenir infecções do sítio cirúrgico (ISCs). 'Terapia de pressão negativa de incisão fechada' refere-se a qualquer tipo de NPWT sobre incisões fechadas. Desde 2006, vários estudos publicados relataram resultados incisivos aprimorados usando ciNPT em disciplinas cirúrgicas.

Falta de mecanismo de ação ciNPT

O ciNPT parece controlar a incisão cirúrgica reduzindo a tensão da linha de incisão, diminuindo o edema e fornecendo uma vedação hermética, benéfica na prevenção de complicações da incisão.

Diferenças no mecanismo de ação em ciNPT e NPWT

É importante reconhecer que existem diferenças claras entre o mecanismo de ação de ciNPT e NPWT em feridas abertas. A evidência para ciNPT suporta a redução da tensão lateral e hematoma ou seroma, juntamente com uma aceleração da eliminação do edema tecidual.

A NPWT convencional em feridas abertas causa um estresse mecânico nas bordas da ferida que altera a perfusão tecidual, resultando em angiogênese e na formação de tecido de granulação. Para conhecimento dos autores, não existe tal evidência para ciNPT, de fato, a literatura mostra que não há perfusão alterada.⁴⁴No entanto, é relatado que o ciNPT tem um bom resultado clínico.

4. Revisão das evidências da literatura sobre NPWT

M quaisquer artigos nacionais e internacionais revisados por pares sobre o assunto de NPWT apareceram na literatura médica e tem sido tema de congressos em todo o mundo. Uma análise da literatura mostra que uma grande proporção das publicações sobre NPWT em todas as disciplinas cirúrgicas são relatórios de congressos, pareceres e relatos de experiência, que não foram submetidos a um processo formal de peer-review. A análise a seguir da literatura disponível que lida com NPWT fornece uma visão geral da literatura revisada por pares publicada até o momento. A atenção é dirigida para o seguinte:

- Desenvolvimento do número anual de publicações
- Área de idioma onde as publicações se originaram
- Proporção de estudos sobre antecedentes fisiopatológicos da NPWT
- 'Qualidade' dos estudos sob os critérios da medicina baseada em evidências.

Procura literária

Para identificar as publicações que satisfizessem pelo menos um padrão mínimo de qualidade, foram selecionados apenas os artigos que atendessem aos seguintes critérios: publicado em um periódico com diretrizes de autor claramente definidas e uma descrição definida do procedimento de revisão por pares. A análise foi baseada nos resultados de uma pesquisa computadorizada no MEDLINE (com PubMed), bem como em uma extensa pesquisa manual, na qual as referências de todas as citações disponíveis também foram avaliadas

(utilizamos o método 'bola de neve' e buscamos nas referências das publicações autopesquisadas). Independentemente da evidência das publicações (todas as línguas), a busca envolveu estudos clínicos e experimentais randomizados, revisões sistemáticas e não sistemáticas, meta-análises, opiniões de especialistas, relatos de casos, artigos experimentais (estudos em animais e humanos) e relatórios de resultados de conferências de consenso. Os requisitos biométricos universalmente válidos - como adequação dos parâmetros primários para a declaração, número suficiente de casos, representatividade da população do estudo, dosagens relevantes e significância dos resultados - foram levados em consideração para uma avaliação dos estudos. No entanto, quando necessário, a avaliação também considerou a natureza particular da questão abordada. Nesses casos, os critérios de avaliação tiveram um papel secundário. Refira-se, que para algumas das questões abordadas foi também efectuada uma pesquisa de teses relevantes, relatórios de investigação inéditos e actas de congressos.

Período de pesquisa e palavras-chave de pesquisa

A pesquisa abrangeu artigos publicados no período até 31 de dezembro de 2015. As palavras-chave incluídas (pesquisa 'todos os campos'): 'terapia de feridas por pressão negativa' 'NPWT', 'fechamento assistido a vácuo', 'terapia VAC', 'terapia VAC ', 'curativo a vácuo', 'terapia tópica de pressão negativa', 'terapia TNP' (a abreviação de pressão negativa tópica), 'sucção de ferida de superfície selada', 'terapia de vedação a vácuo', 'terapia de pressão subatmosférica', curativo de sucção de espuma' . (Ver Tabela, apêndice 1).

Resultados

Evolução no número de publicações anuais

Identificamos 3.287 publicações, publicadas em 685 periódicos diferentes entre 1990 e 31 de dezembro de 2015 (consulte os apêndices 2, 3 e 4).

NPWT e medicina baseada em evidências

Critérios da medicina baseada em evidências

A avaliação da literatura relevante foi baseada na classificação do Oxford Centre for Evidence-Based Medicine (CEBM).⁴⁵

A avaliação baseada no CEBM mostra que mais de 85% são séries de casos ou relatos de casos, níveis de evidência 4 e 5. Isso deixa ~200 artigos publicados com um nível de evidência superior a 4 (tabela x, apêndice 5). Foram 271 estudos comparativos. Continuando este processo de seleção apenas para RCTs (n = 76) com foco na análise de endpoint primário usando endpoints relevantes para o benefício do paciente:

- Tempo para o fechamento definitivo da ferida
- Hora de se preparar para 'pronto para a cirurgia'
- Taxa de retirada do enxerto
- qualidade do enxerto
- Fechamento fascial primário retardado (fechamento do abdome aberto)
- Taxa de infecções de sítio cirúrgico
- Mortalidade

Restavam 27 RTCs (Tabelas, anexos 3 e 6).

Estudos prospectivos randomizados em cirurgia são raros.^{46,47} Na cirurgia do trauma, a taxa é de aproximadamente 3% de todas as publicações. Nesse contexto de NPWT, há uma notável desproporção entre o número de revisões sistemáticas (n=68) e a quantidade de estudos randomizados avaliando a utilidade clínica da NPWT em comparação com procedimentos padrão (n=57). Assim, existem mais estudos buscando evidências na literatura do que estudos criando a comprovação da eficácia/eficiência da NPWT na rotina clínica!

Uma razão para esta situação é uma lacuna entre a prática clínica, por um lado, e as descobertas científicas e os requisitos da medicina baseada em evidências, por outro. Os médicos que usam um novo método de tratamento e o consideram eficaz geralmente publicam relatos de casos ou estudos observacionais que refletem o sucesso do tratamento com base em suas experiências. Eles irão focar a atenção em uma descrição exata do método e potenciais riscos e benefícios. Os princípios da medicina baseada em evidências desempenharão apenas um papel menor em seu trabalho. Muito raramente, os médicos encontrarão tempo e apoio para conduzir um RCT com todas as tarefas adicionais envolvidas e, ao mesmo tempo, realizar seu trabalho diário. O fato de muitos periódicos 'renomados' terem publicado esses artigos reflete a importância da NPWT mesmo nesse nível de evidência relativamente baixo.

Particularidades de NPWT e NPWTi

A NPWTi é um desenvolvimento e modificação adicionais da NPWT convencional para o tratamento complementar de infecções de feridas agudas e crônicas após a cirurgia inicial. NPWTi tem sido usado clinicamente desde 1996, e entre e durante 1999–2013, vários refinamentos no equipamento forneceram a opção de terapia de instilação controlada automaticamente. As primeiras publicações datam de 1998 (Fleischmann et al).²³ Existem atualmente 105 artigos revisados por pares que foram publicados sobre o assunto de NPWT em combinação com instilação (palavras-chave: 'instillation', 'instill', 'Irrigação'; a partir de 31 de dezembro de 2015, ver figura, apêndice 7) e sete estudos comparando NPWTi com NPWT ou terapias padrão, no entanto, não há RCTs. NPWTi, as modificações e as indicações são explicadas em mais detal na página 54 (capítulo 5, seção sobre NPWTi).

Particularidades do ciNPT

Há uma literatura emergente rapidamente sobre o efeito preventivo do ciNPT na ISC. Iniciado e confirmado primeiro com um RCT em ortocirurgia de trauma esperança,⁴⁸ foram relatados estudos em cirurgia abdominal, plástica, vascular e cardiotorácica com bom efeito na redução da taxa de ISC. Existem atualmente 116 artigos revisados por pares que foram publicados sobre o assunto de NPWT em combinação com incisões fechadas (palavras-chave: 'manejo de incisão fechada', 'manejo de incisão ativa', 'prevenção', 'profilaxia'; em 31 de dezembro de 2015, ver figura, apêndice 7) e 27 estudos comparando NPWTi com tratamento padrão de feridas incisionais (RCTs n=8). ciNPT, as modificações e as indicações são explicadas em mais detalhes na página 56 (Capítulo 5, seção sobre ciNPT)

5. Tratamento

Desenvolvimento da gama de indicações: NPWT 1990–2015

Ts primeiras experiências clínicas com NPWT como é usada hoje ocorrem a partir de 1987, quando defeitos traumáticos agudos de tecidos moles e feridas agudas e sépticas foram tratados com este método. Publicações seguidas no início de 1990. Muito em breve, o leque de indicações foi alargado a feridas crónicas como úlceras de perna (LUs), úlceras de decúbito; ver também fluxograma, apêndice 8). Desde 2000, tem havido uma extensão acentuada da gama de indicações incluindo síndromes dermatológicas graves e feridas problemáticas em cirurgia vascular, bem como um uso crescente em cirurgia plástica. A partir de então, o espectro de indicações foi continuamente expandido para que a NPWT seja hoje usada em quase todas as áreas da cirurgia.

Existem mais de 100 indicações identificadas para NPWT. Na cirurgia visceral, fístulas entero e linfocutâneas e abdómen aberto são tratados com NPWT. Na cirurgia de trauma, a gama de indicações foi ampliada para infecções de implantes nas áreas de endoprótese e cirurgia da coluna, enquanto queimaduras (queimaduras da mão, fixação de substitutos da pele) são consideradas uma indicação ideal para NPWT. Na cirurgia visceral e torácica, a NPWT não é usada apenas na superfície do corpo para o tratamento de feridas sépticas ou regiões defeituosas, mas também quando há condições problemáticas profundas na cavidade do corpo (insuficiência do coto brônquico, trauma pancreático). A NPWT agora é usada em idade extrema (recém-nascido, muito velho

idade), em situações clinicamente difíceis (sepse abdominal com risco de vida) e situações de alto risco, como infecções de longo prazo, para prevenir complicações (por exemplo, ciNPT - consulte a página 56) e é baseado em tecnologias, como assistência por computador, pequeno portátil e dispositivos acionados mecanicamente, bem como NPWT combinado com instilação (NPWTi - consulte a página 53)

Objetivos do tratamento e fundamentação científica

Mecanismo de ação: NPWT em feridas abertas

A NPWT atua de diferentes maneiras para promover a cicatrização de feridas. A ferida está sujeita a uma pressão de sucção que se propaga através do enchimento da ferida até ao leito da ferida. Essa sucção drena o exsudato da ferida e cria uma força mecânica nas bordas da ferida que resulta em perfusão tecidual alterada, angiogênese e formação de tecido de granulação. Alguns dos mecanismos de ação foram demonstrados experimentalmente e clinicamente. Os efeitos podem ser resumidos da seguinte forma:

- Isolar a ferida da infecção de origem externa
- Criando um ambiente úmido para a ferida
- Transmissão de pressão e remoção de exsudato
- Remoção de edema

- Tensão mecânica das bordas da ferida
- Perfusão sanguínea alterada
- Angiogênese e formação de tecido de granulação

A NPWT isola a ferida e evita que ela seja infectada pelo ambiente externo. A NPWT também envolve a vedação da ferida com uma cobertura hermética que criará um ambiente úmido na ferida.

Os mecanismos de ação da combinação de NPWT e instilação e os mecanismos especiais de ciNPT serão descritos no capítulo 5 página 53–60.

Criando um ambiente úmido para a ferida e removendo o exsudato

Um ambiente úmido é vital na cicatrização de feridas, pois facilita o processo de reepitelização. No entanto, em uma ferida excessivamente úmida, o exsudato pode causar infecção e maceração, levando a danos na borda da ferida. A remoção do exsudato é importante para evitar o acúmulo de tecido necrótico e esfacelo que tende a se acumular continuamente nas feridas e alterar o ambiente bioquímico e celular.⁴⁹O fluido estagnado da ferida também pode aumentar o risco de abscessos. O acúmulo de tecido necrótico ou esfacelo em uma ferida promove a colonização bacteriana e dificulta o reparo da ferida. A NPWT equilibra esses efeitos, proporcionando um ambiente úmido para a ferida enquanto remove o excesso de fluido. Vários estudos mostraram que a NPWT remove o exsudato.^{24,25,50}

Remoção de edema

O edema causa aumento da pressão sobre o tecido da ferida, o que, por sua vez, compromete o fluxo sanguíneo microvascular, reduzindo a entrada de nutrientes e oxigênio. Isso reduz a resistência a infecções e inibe a cicatrização, portanto, para facilitar a cicatrização de feridas, é importante reduzir o edema tecidual.

A NPWT causa compressão do tecido mais próximo da superfície da ferida, o que se acredita reduzir o edema intersticial.^{51,52}Existem poucos estudos, mas há um amplo consenso entre os médicos de que a NPWT elimina o edema tecidual. No entanto, existem apenas alguns estudos que mediram diretamente esse efeito.^{24,25,53}A NPWT resultou em aumento da perfusão em pacientes com queimaduras nas mãos bilaterais e concluiu-se que o edema foi reduzido.⁵⁴Em um estudo experimental no abdome aberto séptico de porco, foi demonstrado que os porcos tratados com NPWT tinham menos edema de tecido do que aqueles tratados por drenagem passiva.⁵⁵O ultrassom de alta frequência foi usado para quantificar a redução do edema no tecido perilesional em um pequeno grupo de pacientes com úlcera por pressão (UP) no início da NPWT.⁵⁶Muito provavelmente, o edema e o exsudato são reduzidos diretamente pela remoção mecânica do excesso de líquido e indiretamente pela alteração da microcirculação.

Efeitos mecânicos nas bordas da ferida

A NPWT estimula mecanicamente o leito da ferida,^{57,58} e produz uma pressão de sucção nas bordas da ferida que irá empurrar a ferida e contraí-la.^{24,25,50}Os efeitos mecânicos levam à remodelação tecidual que pode facilitar o fechamento da ferida. Verificou-se também que o tecido da ferida e o material de enchimento interagem a um nível microscópico para microdeformar o tecido. Essas deformações mecânicas^{58–62}levam a uma série de reações bioquímicas e transcrições de genes. O leito da ferida é puxado para dentro dos poros da espuma ou entre os fios da gaze.⁵⁸Esses efeitos mecânicos afetam o citoesqueleto das células e iniciam uma cascata de reações biológicas que podem acelerar a formação de tecido de granulação e subsequente cicatrização de feridas.

O estímulo mecanotransdutor no leito da ferida que é exercido pela espuma sob sucção é considerado um efeito importante da NPWT.^{24,63–67}

A deformação mecânica do tecido estimula a expressão de fatores de crescimento angiogênicos e

receptores, tais como o fator de crescimento endotelial vascular (VEGF), os receptores VEGF e os receptores do sistema angiopoietina.^{59,61,68-73} Em *vitro* estudos demonstraram que o alongamento das células endoteliais estimula a formação de vasos sanguíneos.^{74,75}

A explicação frequentemente citada dos efeitos mecânicos da NPWT é baseada nas revisões de Ingber,⁷⁶ que descreve o estado atual do conhecimento sobre a transdução de forças físicas em respostas bioquímicas em nível celular. O modelo conceitual derivado desses dados descreve como forças externas, como a pressão subatmosférica, atuam na célula através da matriz extracelular por meio de pontes transmembrana (moléculas membranares como as integrinas), causando a liberação de segundos mensageiros intracelulares. De acordo com o modelo, esses mensageiros levam à ativação imediata de genes precoces imediatos (IE), seguidos pela síntese de moléculas da matriz e proliferação celular, conforme descrito nos artigos de Sadoshima et al., Vandenburg et al. e Bauduin-Legros et al.^{65,77-80}

O estresse mecânico também promove a produção de componentes da matriz extracelular, como colágeno, elastina, proteoglicanos e glicosaminoglicanos.^{61,73,81} Um estudo murino revelou um aumento significativo nas densidades de fibras nervosas dérmicas e epidérmicas em feridas tratadas com NPWT, indicando que o tratamento pode promover a produção de nervos.⁸² Pode ser importante controlar o estado de estresse e tensão no leito da ferida para afetar os efeitos de cicatrização da ferida da NPWT.^{76,83-85}

Os estudos de Ingber não investigam os efeitos da NPWT na célula. A aplicação dos resultados do estudo sobre os modelos celulares de alongamento baseia-se meramente na suposição de que a NPWT também induz um estímulo de alongamento. Tendo como pano de fundo a diversidade de respostas celulares a estímulos mecânicos movendo-se na mesma direção, como mencionado por Sumpio, tal conclusão por analogia só pode

ser desenhado com muito cuidado, se for o caso.⁶⁶ Além disso, não foi comprovado até o momento que a NPWT produz um estímulo de alongamento puro. Devido à arquitetura do preenchimento, deve-se presumir que os valores de pressão positiva (na parede do poro que repousa sobre o tecido) e os valores de pressão negativa (na região do poro real) são gerados ao mesmo tempo. Até o momento, não há estudos sobre a distribuição espacial de pressão nas faixas de mm e μ m. De qualquer forma, ao desenvolver um conceito do princípio de ação da NPWT, não se pode trabalhar com a suposição de que existe apenas um único estímulo de alongamento nas células. Em vez de apenas um tipo de força atuando nas células, é muito mais provável que a pressão e/ou tensão de cisalhamento (vetor de força tangencial) e/ou forças de estiramento atuem nas células.

Uma compreensão mais profunda da heterogeneidade das forças mecânicas que atuam nas células da interface preenchimento/ferida é transmitida por Saxena e Orgill.⁸⁸ Em uma simulação de computador, eles calcularam o estímulo de alongamento que atua nas células individuais na região da parede dos poros da espuma e no espaço dos poros da espuma. A verificação por exame histológico revelou que os resultados calculados eram válidos. Eles foram capazes de demonstrar que as células na região da parede do poro são 'espremidas' e as células nas imediações da parede do poro são muito esticadas, enquanto as células no espaço do poro são esticadas em aproximadamente 5 a 20%. Os autores explicam que estímulos químicos, como fatores de crescimento solúveis e a ligação a proteínas da matriz extracelular, por si só, não são suficientes para a proliferação das células, mas deve haver também um contexto mecânico, que geralmente está associado a estados variáveis de tensão isométrica do células. Além disso, esse estado geralmente não existe mais em ferimentos, mas a NPWT pode compensar essa falta de estímulos mecânicos. Eles se referem à literatura em que os estímulos de alongamento realmente tiveram um efeito proliferativo.^{80,86,87} Em seu modelo, eles realmente calcularam estímulos de alongamento, como um efeito de NPWT, de uma magnitude

(5–20%), o que foi considerado favorável em outros estudos. Eles não discutiram que, de acordo com seus cálculos, as células individuais experimentam estímulos de alongamento de mais de 110%, enquanto outras células são comprimidas substancialmente. Assumindo que em uma seção transversal do poro, apenas 60% das células realmente experimentam um estímulo de alongamento de 5 a 20%, isso significa que apenas um terço de todas as células dentro da ferida (área = πr^2) experimentam um efeito favorável. Isso não foi discutido.

É necessário considerar que as feridas não são simples camadas elásticas lineares monofásicas. Como Lohman et al. discutido, este modelo ofusca o papel das tensões de cisalhamento do fluido e dos potenciais de fluxo eletrocinético (movimento de íons em solução) em respostas estimulantes. A deformação mecânica por NPWT externa também resultará em fluxo de fluido dentro dos interstícios da matriz.⁸⁸ Usando NPWT, há alongamento, cisalhamento e efeitos eletromagnéticos, provavelmente com certas diferenças entre terapia contínua e intermitente.

Mudança induzida por NPWT na perfusão

Morykwas e colegas de trabalho descobriram que a aplicação contínua de NPWT de sucção resultou em um aumento médio na formação de novo tecido de granulação de aproximadamente 60%, significativamente aumentado em comparação aos controles (manejo úmido da ferida).^{24,89} Grupo de pesquisa relatou que não houve efeito positivo na perfusão quando uma sucção contínua de -125mmHg foi aplicada. Após um aumento inicial na perfusão, o aumento do fluxo sanguíneo diminuiu permanentemente para os níveis basais ou mesmo abaixo dos basais após apenas 10 minutos, atingindo um estado de normo ou hipoperfusão. Com base nesses resultados, eles sugeriram que a NPWT aumenta a perfusão na ferida, contribuindo para a cicatrização da ferida — uma conclusão que foi citada em quase todas as publicações subsequentes. Isso levanta a questão: hipo ou hiperperfusão do tecido da ferida ocorre durante a NPWT?

Medições de fluxo com Laser Doppler foram realizadas em outros estudos.^{90–93} Embora existam algumas inconsistências, ainda parece possível derivar uma hipótese geral sobre a situação de perfusão durante NPWT. Enquanto uma resposta homogênea ao aumento da sucção para -125mmHg foi observada por Morykwas et al. (aumento da perfusão e diminuição dos níveis basais nos primeiros 10 minutos),^{24,89} Rejzek et al. encontraram padrões de curva mais heterogêneos.⁹¹ Eles observaram respostas diferentes a influências idênticas e demonstraram que um aumento na sucção levava tanto a um aumento quanto a uma diminuição, e também a um padrão constante de perfusão. A questão de saber se essas diferenças, observadas usando o mesmo método de medição, relacionam-se com diferenças metodológicas entre os dois estudos (experiência animal em cinco porcos / experiência humana em sete pacientes; ferida aguda não complicada artificial após excisão de pele/medição subcutânea de úlceras venosas/medição em a borda da ferida e medição transcutânea) não pode ser respondida. No geral, um aumento direto no fluxo após a aplicação de sucção não pode ser derivado com segurança dos diagramas apresentados pelos dois grupos.

O aumento presumido na perfusão resultaria em uma melhor oxigenação das bordas da ferida. No entanto, o grupo de pesquisa de Lange et al. foi incapaz de demonstrar qualquer alteração na pressão parcial de oxigênio tecidual durante a NPWT com a técnica de medição polarográfica.⁹⁴ Estudos de Banwell e Kamolz^{54,95} e Schrank et al.⁹⁶ também não demonstram um aumento no fluxo associado à NPWT. Esses grupos encontraram indicações de que a NPWT é vantajosa no estágio inicial da terapia de queimaduras (>24 horas após o início da terapia) para o status de perfusão nutritiva do tecido. No entanto, deve-se ter em mente que a NPWT exerce compressão no tecido que, por sua vez, geralmente responde com aumento do inchaço após um trauma ou queimadura. Assim, a melhoria de

a perfusão nutritiva devido à NPWT é mais provavelmente o resultado de um efeito antiedematoso indireto que promove a perfusão.

No entanto, uma explicação diferente também é concebível. Nesses estudos, a perfusão não foi medida até que o curativo NPWT compressivo fosse removido. Como o curativo exerce uma pressão mais ou menos forte sobre o tecido, dependendo da intensidade da sucção aplicada, o aumento da perfusão relatado pode ser simplesmente o resultado de hiperemia reativa. A medição após a remoção do curativo não é prova de que a perfusão é aumentada quando o curativo NPWT está colocado. Essa explicação também deve ser levada em consideração ao interpretar os resultados de Chen et al.

⁹⁷Eles observaram o aumento do calibre capilar e do volume de sangue 'durante' a NPWT analisando a microcirculação do leito da ferida por meio de microscópio e análise de padrão de imagem.

Avaliando feridas inguinais e periesternais em estudos recentes que abordam essa questão, o grupo de pesquisa de Wackenfors et al.^{93,98}mostraram que quando uma sucção de -50 a -200mmHg é aplicada, dependendo da pressão subatmosférica utilizada, ocorre hipoperfusão no tecido subcutâneo e muscular diretamente adjacente à borda da ferida (1,0-2,6 cm versus 0,5-1,7 cm) enquanto ocorre hiperperfusão a uma distância de 3,0-3,5 cm (tecido subcutâneo) versus a distância de 1,5-2,5 cm (músculo) e nenhuma alteração nos níveis basais a uma distância de aproximadamente 3,5 cm (músculo) e 4,5 cm (tecido subcutâneo). Assim, o volume de hipoperfusão aumenta sob a influência de valores de pressão mais altos e é dependente do tecido, por exemplo, a área de hipoperfusão medida a partir da borda da ferida periesternal, que se expande de 0,5 cm em

- 50mmHg a 1,4 cm a -200mmHg (tecido muscular) e de 1,0 cm a -50mmHg a 2,6 cm a -200mmHg (tecido subcutâneo). No tecido muscular, a área de tecido hipoperfundido é muito

menor. A explicação para esse achado pode ser que o tecido subcutâneo colapsa mais facilmente durante a pressão, o que resulta em uma grande zona de hipoperfusão proximal à ferida.⁹⁸

Contra esse pano de fundo, o mesmo grupo examinou os efeitos da NPWT no fluxo sanguíneo dos tecidos moles periesternais após a colheita da artéria mamária interna. Para isso, o fluxo sanguíneo microvascular foi medido usando a velocimetria laser Doppler em um modelo de ferida de esternotomia suína. O efeito da NPWT no fluxo sanguíneo para a borda da ferida foi investigado no lado direito, onde a artéria mamária interna estava intacta, e no lado esquerdo, onde a artéria mamária interna havia sido removida. Os investigadores observaram que antes da remoção da artéria mamária interna esquerda, o fluxo sanguíneo era semelhante nas bordas da ferida periesternal direita e esquerda. Quando a artéria mamária interna esquerda foi removida cirurgicamente, o fluxo sanguíneo no lado esquerdo diminuiu, enquanto o fluxo sanguíneo da pele não foi afetado. Então NPWT (pressão de sucção -75 mmHg e -125 mmHg) induziu um aumento imediato no fluxo sanguíneo da borda da ferida semelhante tanto no lado direito, onde a artéria mamária interna estava intacta, quanto no lado esquerdo, onde foi removido. Eles concluíram que a NPWT estimula o fluxo sanguíneo na parede torácica periesternal após a colheita da artéria mamária interna.⁹⁹Adicionalmente, o grupo de pesquisa da Suécia examinou o efeito da pressão negativa tópica sobre o conteúdo de sangue e fluido na medula óssea esternal em uma esternotomia porcina onde a artéria torácica interna esquerda foi colhida seguida por NPWT. A ressonância magnética (medidas T2-STIR) mostrou que a NPWT aumenta o fluido tecidual e/ou o conteúdo de sangue nas bordas da ferida de esternotomia e cria um gradiente de pressão que presumivelmente extrai fluido do tecido circundante para a borda da ferida esternal e para a fonte de vácuo. Esta 'drenagem endógena' pode ser um mecanismo possível através do qual o tratamento da osteíte esternal é suportado pela NPWT.¹⁰⁰

Evidências adicionais para os efeitos da NPWT na perfusão tecidual em tecidos esticados ao redor de uma ferida aberta foram obtidas usando microscopia direta de vídeo.¹⁰¹ Usando técnicas alternativas de laser Doppler com sonda de superfície, outros demonstraram aumentos significativos na perfusão relativa em pele intacta em voluntários saudáveis e em animais.⁹² Um resumo de um estudo preliminar com o dispositivo OC (ferramenta de avaliação de perfusões), novamente em voluntários, também mostraram algum aumento na perfusão após a aplicação de um dispositivo NPWT de uso único.¹⁰² É possível que o estabelecimento de zonas teciduais adjacentes hipo e hiperperfundidas possa ser vantajoso no processo de cicatrização de feridas. O aumento do fluxo sanguíneo pode levar a um melhor suprimento de oxigênio e nutrientes para o tecido, bem como à melhor penetração de antibióticos e à remoção de produtos residuais.

O mecanismo por trás do aumento do fluxo sanguíneo ainda não foi identificado, mas especula-se que a pressão negativa cause uma força no tecido que abre os capilares, aumentando o fluxo. Como foi mostrado tanto *em vitro* (em carne processada) *em vivo* (em feridas humanas),^{51,52}

a redução do fluxo sanguíneo ocorre em resposta à pressão negativa que comprime a superfície do tecido. Quando a perfusão tecidual é reduzida, fatores angiogênicos são liberados para estimular a formação de novos vasos sanguíneos.¹⁰³ Isso pode promover a formação de tecido de granulação e cicatrização de feridas. Utilizando outra técnica para visualização da microcirculação por sistema de microscópio intravital em experimentos com animais, Sano et al. demonstraram um aumento significativo do fluxo sanguíneo em 1 minuto após a aplicação de NPWT, que foi sustentado por 5 minutos — um resultado que é influenciado pela rede de síntese de óxido nítrico (NO).¹⁰⁴ Em outro estudo recente, Hu et al. investigaram o efeito e o mecanismo da NPWT combinada com enxerto ósseo aberto para promover a vascularização do enxerto ósseo. Com base em imagens de raios-X, rotulagem óssea fluorescente, medição do teor de cálcio no calo,

e da expressão do fator de crescimento de fibroblastos-2 (FGF-2) em aloenxertos ósseos por análise de Western blot demonstraram que o calo era maior, continha mais cálcio ($p < 0,05$) e expressava FGF-2 em níveis mais elevados ($p < 0,05$) no grupo NPWT. Assim, a NPWT combinada com enxerto ósseo aberto promoveu a vascularização do enxerto ósseo.¹⁰⁵

Revisando todos os estudos apresentados aqui, pode-se postular que a NPWT induz uma alteração no fluxo sanguíneo microvascular que depende da pressão aplicada, da distância da borda da ferida e do tipo de tecido. Pode ser benéfico adaptar o nível de pressão negativa usado para NPWT de acordo com a composição do tecido da ferida. Um nível de pressão mais alto aplicado durante a NPWT tem um efeito negativo no fluxo sanguíneo microcirculatório na superfície do leito da ferida. Nos tecidos moles, particularmente no tecido subcutâneo, é possível que ocorram estados isquêmicos.

Angiogênese e formação de tecido de granulação

O tecido de granulação é a combinação de pequenos vasos e tecido conjuntivo que se forma no leito da ferida. Ele fornece uma matriz rica em nutrientes que permite que as células epidérmicas migrem sobre o leito da ferida. A angiogênese e a evidência de tais efeitos foram descritas em um modelo de camundongo diabético, no qual as maiores concentrações de VEGF foram detectadas na borda da ferida durante o tratamento de NPWT.^{24,26,106,107}

Mudança na contagem bacteriana, eliminação bacteriana e efeitos imunológicos

A NPWT oferece um sistema fechado para cicatrização de feridas, pois o campo adesivo fornece uma barreira contra infecção secundária de uma fonte externa e foi sugerido que reduz a carga bacteriana na ferida. Redução da taxa de infecção da ferida e o grau de carga bacteriana tem sido descrito como um endpoint secundário em várias publicações.^{31,86} Existem apenas dois

estudos sobre o assunto, Morykwas et al.^{24e} Moues et al.,¹⁰⁸ no qual os resultados da NPWT foram investigados em comparação com a terapia convencional. Em um estudo animal (5 porcos)^{24o} grau de eliminação bacteriana em feridas artificiais agudas após a inoculação de cocos Gram-positivos (dois foram inoculados com *Staphylococcus aureuse* três com *Staphylococcus epidermidis*) foi investigado. Moues et al. analisaram a depuração de um total de 50 espécies diferentes de bactérias¹⁰⁸ em feridas humanas de diferentes idades e origens (n=54). O resultado favorável pode, portanto, ser assumido pelo menos para feridas agudas, criadas artificialmente e infectadas em condições ideais de cicatrização. No entanto, outro artigo descobriu que a carga bacteriana permanece alta na espuma NPWT e que a mudança de rotina não reduz a carga.¹⁰⁹

No entanto, os resultados de Moues et al. parecem contraditórios. Embora apresentem redução do número de colônias/grama de tecido da ferida (conforme determinado com auxílio de biópsias), o resultado favorável da redução da carga bacteriana limita-se às bactérias Gram-negativas. Ao contrário de Morykwas et al., o estudo ocasionalmente demonstra um aumento de estafilococos Gram-positivos no tecido durante a NPWT. Infelizmente, os dois grupos de pacientes comparados no estudo de Moues são tão heterogêneos em termos de idade e origem das feridas que, a rigor, não é possível uma comparação exata dos dois grupos do ponto de vista crítico. Dois a três quintos dos pacientes em ambos os grupos do estudo de Moues foram tratados com antibióticos, o que poderia resultar em seleção bacteriana. Também, não há informações sobre os possíveis graus diferentes de contaminação nas feridas individuais no início do tratamento e a proporção de feridas agudas e crônicas. No entanto, este estudo ilustra que a NPWT nem sempre produz uma redução quantitativa da carga bacteriana em feridas humanas contaminadas. É até possível que um aumento

na contagem bacteriana se desenvolverá para espécies individuais. Essa observação também é confirmada no estudo retrospectivo de Weed et al.¹¹⁰ em que a carga bacteriana foi analisada antes, durante e depois da NPWT. Aqui, houve uma tendência geral de aumento da contagem bacteriana, que aumentou 43%, mantendo-se constante em 35% e diminuindo em apenas 22% dos casos. Deve-se enfatizar que o grau de colonização bacteriana não estava relacionado ao sucesso ou falha da NPWT. A cicatrização de feridas sem problemas, mesmo em feridas com contaminação bacteriana, pode ser observada em todos os três estudos. Feridas com >10⁶

bactérias/grama de tecido cicatrizaram sem problemas, enquanto algumas feridas não cicatrizaram apesar de uma baixa carga bacteriana (<10⁵ bactérias/grama de tecido). Assim, surge a questão se a carga bacteriana que permanece sob NPWT (ou outros procedimentos) realmente deve sempre ser considerada um elemento crítico para a cicatrização de feridas. Também permanece duvidoso se trocas de curativos mais frequentes teriam um efeito mais favorável no grau de depuração bacteriana. No geral, parece provável que ferimentos agudos, puramente superficialmente contaminados (como no modelo do estudo de Morykwas), possam ser descontaminados mais facilmente pela aplicação de NPWT do que ferimentos crônicos, que também são contaminados nas camadas mais profundas. Então, em conclusão, não pode ser estabelecido com certeza se a NPWT reduz a carga bacteriana na ferida ou não. É extremamente importante realizar um desbridamento adequado entre as trocas de curativo para remover mecanicamente os microorganismos.¹¹¹ que são difíceis de tratar se não forem desbridados com frequência, pois podem retornar ao seu estado original dentro de 48 a 72 horas após o último desbridamento.¹¹²

Algumas outras publicações fornecem algumas informações sobre a fisiopatologia dos efeitos imunológicos locais e sistêmicos da NPWT. Um acúmulo de linfócitos T ativados pode ser demonstrado

na espuma NPWT.¹¹³ Este achado pode indicar que a espuma não deve ser considerada como imunologicamente inerte sob terapia; devido ao acúmulo de células imunologicamente competentes, reações imunologicamente relevantes podem ocorrer na interface entre a espuma e o tecido. No entanto, o número de granulócitos na ferida foi reduzido.¹¹⁴ Segundo Buttenschoen,¹¹⁵ A NPWT não parece ter um efeito importante na inflamação do corpo inteiro. Nenhuma alteração relevante pôde ser demonstrada para o parâmetro interleucina-6, que é considerado um marcador altamente sensível para reações inflamatórias de todo o corpo. Eles não puderam provar até que ponto os valores de endotoxina são um marcador para um potencial efeito sistêmico da NPWT. Além disso, dois estudos não forneceram informações sobre uma parte da rede de citocinas influenciada pela NPWT.^{116, 117}

Mecanismos moleculares na cicatrização de feridas

Os efeitos positivos da NPWT são atribuídos aos efeitos do estímulo mecânico relacionado ao vácuo na função celular, síntese proteica e expressão gênica com a resultante síntese de moléculas da matriz e proliferação celular.^{24,108,118} No entanto, esta explicação é dada como uma mera conclusão por analogia aos resultados da investigação científica dos efeitos da distração do calo. Em Na verdade, quase não existem estudos que investiguem os efeitos celulares da NPWT.

Walgenbach, mostrou uma atividade de proliferação de células endoteliais no tecido de granulação recém-formado após a aplicação de NPWT.¹¹⁹ Ao analisar amostras de exsudato de feridas de pacientes com úlceras neuropáticas do pé diabético, Kopp foi capaz de mostrar que algumas concentrações de fator de crescimento aumentam, tanto durante a NPWT quanto sob o tratamento de controle (curativo hidrocólóide).¹²⁰ Deve-se notar que não há dados atualmente disponíveis sugerindo que feridas com alta concentração de citocinas endógenas no exsudato da ferida tenham cicatrização mais favorável. Numerosos estudos

demonstraram que a aplicação exógena do citocinas mencionadas anteriormente tem um efeito favorável na cicatrização de feridas.¹²¹⁻¹²⁶ Parece possível que a NPWT, que produz um crescimento derivado de plaquetas/VEGF comparativamente maior fator h (PDGF) coconcentração, cria condições de cicatrização de feridas mais favoráveis. Nota: há uma interação não linear na complexa rede de citocinas.¹²⁷⁻¹²⁹

O papel das proteases foi avaliado pela Succar em 2014¹³⁰ sugerindo que as proteases 4, 5 e 6 dos mastócitos de camundongo são mediadores do papel crítico que os mastócitos desempenham na NPWT na fase proliferativa da cicatrização.

Com base na revisão sistemática do mecanismo molecular de ação da NPWT, Glass et al. demonstraram que os perfis de expressão de citocinas e fatores de crescimento sob NPWT sugerem que a promoção da cicatrização de feridas ocorre pela modulação de citocinas. Isso leva a um perfil anti-inflamatório e sinalização celular mediada por mecanorreceptores e quimiorreceptores, culminando em

angiogênese, remodelamento da matriz extracelular e deposição de tecido de granulação.¹³¹

Ao avaliar a localização e o curso do tempo da proteína de controle da divisão celular 42 (Cdc42) na membrana celular à pressão ambiente, pode-se mostrar que a NPWT pode facilitar a migração celular para acelerar a cicatrização de feridas.¹³²

Ao investigar o efeito da NPWT na expressão do fator 1 induzido por hipóxia (HIF-1a), os autores mostraram que a expressão do HIF-1a e quantidade de VEGF foram aumentadas por NPWT. Isso aumenta o estado diferenciado das células endoteliais vasculares (VECs) e a construção de células sanguíneas nucleadas (NBCs), que são vantajosas para a vascularização e cicatrização de feridas.¹³³

Supõe-se que o dispositivo NPWT induza a produção de fatores pró-angiogênicos e

promove a formação de tecido de granulação e cicatrização. Jacob¹³⁴ descobriram que feridas tratadas com NPWT mostraram taxas de fechamento de feridas aceleradas significativas, produção aumentada de fator de crescimento pró-angiogênico e deposição de colágeno melhorada.

Os primeiros insights sobre os mecanismos moleculares por trás da NPWT sugerem mudanças na expressão gênica induzidas pela NPWT. Alterações pós-operatórias na expressão gênica foram comparadas entre NPWT e pacientes de controle mostrando alterações importantes induzidas por NPWT na expressão gênica durante a cicatrização.

Essas mudanças variaram de indução de 10 vezes a supressão de 27 vezes. Os genes mais induzidos foram associados à proliferação celular e à inflamação, e os genes menos regulados foram ligados à diferenciação epidérmica. A NPWT aumenta a expressão de genes inflamatórios específicos na fase aguda associada à migração epitelial e cicatrização de feridas.¹³⁵

No entanto, seu uso continuado pode inibir a diferenciação epitelial.¹³⁵ A NPWT também está associada a uma regulação positiva do fator básico de crescimento de fibroblastos (bFGF) e sinalização de quinase regulada por sinal extracelular (ERK) 1/2, que pode estar envolvida na promoção da ferida mediada por NPWT resposta de cura.¹³⁶

A NPWT influencia a expressão local de citocinas pró-inflamatórias no tecido ou fluido de feridas de tecido mole infectadas agudas (feridas de espessura total, coelhos). Os autores podem demonstrar aumento de IL-1 local e expressão de IL-8 na fase inicial da inflamação, o que pode desencadear o acúmulo de neutrófilos e, assim, acelerar a depuração bacteriana.

¹³⁷

Efeito nas concentrações tópicas de antibióticos

Usando um modelo experimental canino, o tratamento com NPWT de feridas criadas cirurgicamente não impacta estatisticamente as concentrações teciduais de cefazolina quando comparado com a terapia de curativo não aderente convencional como Coutin et al. poderia mostrar.¹³⁸

As concentrações de cefazolina no tecido e no plasma da ferida foram medidas por espectrometria de massa por cromatografia líquida (LC-MS/MS). No momento da cirurgia e em cada troca de curativo subsequente, os leitos das feridas foram esfregados e submetidos a cultura aeróbica e anaeróbica. Depois de iniciar o tratamento com cefazolina, as concentrações de antibióticos nos tecidos das feridas entre os grupos de tratamento não foram significativamente diferentes em nenhum momento da amostragem. Da mesma forma, após o início do tratamento com cefazolina, as concentrações plasmáticas de cefazolina não foram significativamente diferentes em nenhum momento da amostragem.¹³⁸

Pontos gerais

Existem várias variáveis de tratamento diferentes. O nível de pressão negativa, o material de preenchimento da ferida (espuma ou gaze), a presença de camadas de contato com a ferida, o modo de aplicação da pressão (contínua, intermitente ou variável) ou a instilação de fluido podem ser escolhidos de acordo com as necessidades do paciente, doença, tipo e formato da ferida. O processo de cicatrização pode ser influenciado pela variação desses parâmetros. Há ampla experiência clínica, mas poucos estudos clínicos controlados, para apoiar a ideia de que ajustar as variáveis do tratamento pode minimizar complicações, como isquemia e dor, e otimizar o resultado. Seguem-se algumas das evidências e pensamentos de individualização do tratamento que existem até o momento. A justificativa para cada uma dessas opções de modificação é brevemente abordada abaixo:

- Nível de pressão/força de sucção
- Fonte de vácuo (unidades de terapia operadas por bateria de armazenamento, sistemas de drenagem de feridas)
- Modo intermitente ou contínuo
- Enchimentos de feridas (espuma de poliuretano, espuma de álcool polivinílico, gaze)

- Camadas de contato da ferida
- NPWT e substituição dérmica
- Proteção de tecidos e órgãos
- Tratamento da dor
- NPWT e terapias adjuntas
- Outros pontos.

Nível de pressão/força de sucção

Há um acúmulo de evidências sugerindo que a faixa efetiva de pressão negativa está entre -50mmHg e -150mmHg.¹³⁹No entanto, há pouca informação sobre o nível ideal de pressão negativa para uso clínico e especula-se que o nível de pressão negativa pode ser ajustado em várias circunstâncias. A distribuição da pressão na ferida depende do contato direto entre o preenchimento da ferida e os tecidos da ferida. O tecido que não está em contato com o preenchimento da ferida não estará sujeito à força de sucção, como visto em um estudo de esternotomia.¹⁴⁰Uma camada de contato com a ferida reduz ligeiramente o nível de pressão negativa que afeta o nível do tecido.¹⁴¹

De acordo com as descobertas publicadas em um estudo com animais por Morykwas et al., um nível de sucção de -125 mmHg foi sugerido por muitos anos como a força de sucção ideal para a formação de novos tecidos e limpeza de feridas. No entanto, verificou-se que a capacidade de variar a força de sucção pode ser útil em certas circunstâncias. Por exemplo, em certos casos de pacientes com dor e com tecidos moles profundos mal perfundidos, pode ser apropriado escolher uma configuração de sucção inferior a -125mmHg.^{142,143}

No geral, os estudos fornecem uma indicação confiável de que existem valores de pressão positiva na interface entre a espuma e a superfície da ferida ('embaixo' da espuma).¹⁴⁴⁻¹⁴⁶Curiosamente, tem sido mostrado

que a pressão no tecido é positiva e não negativa. Em um estudo de retalhos livres, uma gama de pressões positivas de +8mmHg e +12mmHg wconforme detectado quando a NPWT foi variada de -50mmHg a -150 mmHg.¹⁴⁷Kairinos et al., em um modelo de ferida de carne processada, mostraram que há aumento de pressão 1cm no tecido da borda da ferida e também clinicamente em enxertos finos sobNPWT.^{51,52}

Em experimentos, um espectro de valores de pressão de -6 mmHg a 1-5 mmHg (o último valor em uma força de sucção de 200 mmHg) foi encontrado na superfície de (*ex vivo*) músculo bovino e a uma profundidade de 1-3mm no músculo humano.¹⁴⁶Assim, a suposição é que, pelo menos em algumas partes da interface espuma/enrolamento, a aplicação de NPWT está associada a valores de pressão positiva. Até o momento, os efeitos de diferentes forças de sucção na cicatrização de feridas foram analisados em vários estudos.

^{148,149}Esses pesquisadores investigaram a cicatrização de feridas e a formação de novo tecido de granulação em -25, -125 e -500mmHg¹⁴⁹e em -25, -50, -75 e -150mmHg.¹⁴⁸Os dois estudos concordam que uma sucção de cerca de -25mmHg é mais desfavorável do que uma força de sucção de cerca de

-125 mmHg. Existe apenas um estudo com resultados de cicatrização de feridas de -500mmHg e um estudo para a comparação dos valores de sucção de -50 a -150mmHg. Nenhuma diferença significativa na área da ferida foi encontrada entre as forças de sucção de -50, -75 e -125mmHg. Infelizmente, nenhum dos grupos de pesquisa analisou a faixa de sucção de -50 a -200mmHg, normalmente utilizada (fontes de vácuo disponíveis comercialmente). Pressões tão baixas quanto -40mmHg podem ser usadas para o tratamento de tecido sensível e mal perfundido. Estes níveis de pressão negativa são mostrados para fornecer cerca de metade do efeito de fluxo sanguíneo máximo em um estudo de ferida periférica suína.¹⁵⁰De acordo com o mesmo estudo,¹⁵⁰níveis de pressão negativa superiores a

-80mmHg raramente são necessários. No entanto, em outro estudo sobre feridas periféricas suínas, foi sugerido que a drenagem do exsudato pode ser melhorada em -125mmHg. Essa pressão pode ser usada nos primeiros dias para tratar feridas de alto débito, após o que

a pressão negativa pode ser reduzida à medida que a quantidade de exsudato diminui.¹⁵⁰

Baixas pressões podem ser ineficazes, enquanto altas pressões podem ser dolorosas e ter um efeito negativo na microcirculação. Geralmente, têm sido sugeridas pressões entre -75 e -125mmHg. A pressão mais comumente usada é -125mmHg, baseada em pesquisas de 1997.²⁵ Estudos experimentais em porcos mostraram que os efeitos biológicos máximos nas bordas da ferida em termos de contração da ferida,¹⁵⁰ fluxo sanguíneo regional¹⁵⁰ e a formação de tecido de granulação¹⁵¹ são obtidos em -80mmHg. Um relato de caso recente concorda que níveis de pressão negativa inferiores a -125mmHg resultam em excelente cicatrização de feridas.

152

Com base na observação de que maiores valores de sucção geram áreas hipoperfundidas de maior volume e que não há diferenças significativas na redução da área da ferida entre as forças de sucção de -50, -75 e -125mmHg, pode-se supor que uma redução da força de sucção selecionada de -125mmHg a menos de -100mmHg é pelo menos não prejudicial e protege o tecido mal perfundido. Esta afirmação é apoiada por um estudo suíno, que levantou a hipótese de que, em vez da pressão negativa mais alta, o valor adequado para NPWT é aquele que é o mais eficaz na regulação de citocinas relativas à ferida. Analisando a contagem bacteriana, o exame histológico e imuno-histoquímico e o teste de Western blot da expressão de VEGF e bFGF mostraram que, comparando com pressão negativa vigorosa, pressões relativamente moderadas contribuem para a cicatrização de feridas por meio do crescimento acelerado da granulação, aumento da produção de fator angiogênico e melhor deposição de fibras de colágeno.¹⁵³

Atenção especial quanto ao nível de pressão pode ser dada quando houver risco de isquemia, por exemplo, no caso de curativos circunferenciais,

doença vascular, úlceras do pé diabético (DFUs) e transplantes de pele fina, ou quando o paciente pode sentir dor durante o tratamento.^{93,139,152,154-160} Nessas circunstâncias, um alto nível de pressão negativa não deve ser aplicado devido ao risco de lesão isquêmica dos tecidos.

Em resumo, foi sugerido entre -75 e -125mmHg, mas considerações especiais devem ser feitas quando se trata de tratamento de tecidos sensíveis, mal perfundidos e feridas altamente exsudativas.

Fonte de vácuo

Hoje, vários dispositivos NPWT estão disponíveis. Eles são alimentados por bateria ou acionados mecanicamente. Todos esses dispositivos permitem que o paciente seja móvel e independente da sucção da parede do hospital na enfermaria e seja tratado por NPWT no ambiente de atendimento domiciliar. Algumas unidades NPWT alimentadas por bateria usam um sistema de feedback controlado eletronicamente que garante a manutenção do nível de pressão selecionado (por exemplo, -50 a -200 mmHg) mesmo na presença de pequenos vazamentos de ar, garantindo a eficácia da NPWT.

O sistema de feedback controlado eletronicamente, não implementado em todos os sistemas mecânicos, garante a manutenção do nível de pressão selecionado, proporcionando maior segurança ao paciente. Além disso, alarmes principalmente audiovisuais alertam a equipe e os pacientes sobre grandes vazamentos de ar (perda de vedação), bloqueio da tubulação e vasilhas cheias (conteúdo entre 125ml e 1000ml). Essas unidades de terapia são projetadas para reduzir complicações e permitir que falhas sejam prontamente reconhecidas. Se o paciente for móvel, devem ser usadas fontes de vácuo menores, que podem ser facilmente usadas em uma alça sobre o ombro ou ao redor do pescoço (particularmente adequadas para terapia ambulatorial). Alguns dos dispositivos menores são dispositivos NPWT descartáveis que produzem um vácuo entre -80 e -125mmHg. Alguns desses sistemas NPWT de uso único são sem caixa e

gereencie o fluido da ferida por meio de uma combinação de materiais absorventes e filme altamente respirável dentro do curativo.

Os sistemas NPWT tradicionais usam uma bomba acionada eletricamente para gerar pressão negativa no leito da ferida. Os desenvolvimentos desde 2010 levaram à introdução de dispositivos portáteis que fornecem NPWT sem o uso de uma bomba elétrica. Esses dispositivos menores e leves são alimentados mecanicamente e geram um nível de pressão subatmosférico contínuo para a ferida entre -75 e -125 mmHg. Em comparação com o sistema NPWT acionado eletricamente, os sistemas acionados mecanicamente, em feridas menores, mostraram propriedades biomecânicas semelhantes, benefícios funcionais de cicatrização de feridas e uma usabilidade clinicamente adequada para médicos e pacientes.¹⁶¹⁻¹⁶⁷ Essa tecnologia demonstrou eficácia semelhante e maior usabilidade para médicos e pacientes quando comparada com dispositivos NPWT alimentados eletricamente.

Modo intermitente ou contínuo

Os diferentes equipamentos também permitem determinar o modo de administração da pressão que pode ser aplicada de modo contínuo ou intermitente. A pressão negativa é mais comumente aplicada no modo contínuo. O modo intermitente envolve ligar e desligar repetidamente (geralmente 5 minutos ligado a 2 minutos desligado), enquanto a NPWT variável fornece um ciclo suave entre dois níveis diferentes de pressão negativa. Existem indicações experimentais de que a NPWT com sucção intermitente pode ser benéfica para a cicatrização de feridas. Morykwas et al., por exemplo, mostraram que a formação de novo tecido de granulação é significativamente maior no modo de sucção intermitente do que no modo de sucção contínua.²⁴ Por outro lado, a terapia intermitente pode resultar em maior ocorrência de dor nos pacientes tratados. Porém, deve-se considerar que novos ciclos de pressão, sem passar de 0 mmHg

sucção, mas apenas diminuindo a sucção, para 50%, por exemplo, deve ser capaz de manter o maior grau de formação de vasos sanguíneos e também uma diminuição significativa da dor em comparação com o grupo intermitente tradicional.¹⁶⁸ Assim, usando a NPWT variável neste modo, o desconforto do paciente diminuiu enquanto mantinha os efeitos superiores de cicatrização de feridas como o modo intermitente. A terapia aplicada com modo intermitente produz uma estimulação mecânica do leito da ferida (um efeito de massagem);¹⁶⁹ um maior estímulo circulatório,¹⁷⁰ oxigenação e angiogênese, e presumivelmente um menor risco de ocorrência de dano isquêmico.

Tem sido sugerido que a terapia pode ser aplicada de modo contínuo durante as primeiras 24 horas e, possivelmente, se você deseja os efeitos acima, mudar para o modo intermitente (IM).¹³⁹ Um *in vitro* modelo de ferida infectada sem fluxo sanguíneo como tecido necrótico, foi usado para investigar o efeito de vários tipos de pressão negativa na potência de proliferação de não patogênicos *Escherichia coli*. A potência de proliferação de *Escherichia coli* foi maior sob pressão negativa intermitente do que sob pressão negativa contínua e maior sob pressão negativa intermitente com um ciclo curto do que com um ciclo longo.¹⁷¹ Deve-se lembrar que, na prática clínica, o modo contínuo ainda é a opção de NPWT mais amplamente utilizada. Isso é contra o pano de fundo da literatura que apoia a cicatrização de feridas usando o IM em comparação com o modo contínuo. Assim, há uma disparidade entre a ciência (razões válidas para usar o MI) e a prática atual (quase nenhum uso do MI).¹⁷²

No entanto, sob condições especiais de ferida, quando a ferida envolve estruturas como o peritônio, entre os dedos, em lesões de tunelamento, em esternotomias, na presença de altos níveis de exsudato e ao usar NPWT em enxertos ou retalhos de pele, o modo contínuo é o opção de escolha.

Preenchimentos de feridas

Para NPWT é necessário preencher a ferida com um material poroso aberto compressível. Para isso, estão disponíveis espumas e gazes com diferentes propriedades, como tamanho de poros e estabilidade. Vários estudos⁵⁷ mostraram que a escolha do material de preenchimento da ferida tem uma influência considerável no processo de cicatrização da ferida. Há também considerações técnicas durante a aplicação de um preenchimento de ferida para NPWT. Espuma PVA, para NPWT foi o primeiro material usado (desde 1988, espuma branca, tamanho de poro 60–1500µm), um pouco mais firme e menos flexível com baixo risco de crescimento. Hoje, a espuma de poliuretano iÉ o tipo de preenchimento de feridas mais amplamente utilizado, introduzido em 1997, tamanho de poro 400–600 µm, macio, preto. Ele forma uma ligação mecânica bastante forte com o tecido da ferida após aproximadamente três a quatro dias devido ao crescimento interno do tecido de granulação.

A espuma deve ser trocada após dois a três dias. Em 2007, a gaze foi introduzida no mercado como um enchimento para uso com NPWT.¹⁷³TA gaze tem formato espiral e é impregnada com uma substância antisséptica (0,2% PHMB). Numerosos estudos demonstraram os efeitos da gaze na cicatrização de feridas.^{174–176} Deve-se notar que a distribuição de pressão é semelhante para gaze e espuma em feridas secas e as diferenças de desempenho estão mais relacionadas à estrutura do material e seus efeitos mecânicos na ferida, conforme mostrado em um estudo suíno.¹⁷⁷Em uma ferida úmida usando gaze, um tubo de drenagem perfurado deve ser inserido no preenchimento da ferida para aplicar uma boa transdução de pressão ao leito da ferida.¹⁷⁸

Os graus de micro e macrodeformação⁵⁷ do leito da ferida são semelhantes após a NPWT, independentemente de espuma ou gaze ser usada como preenchimento da ferida.

Os efeitos biológicos da NPWT dependem do tipo de preenchimento da ferida. Verificou-se que o fluxo sanguíneo diminuiu 0,5 cm lateralmente a partir da borda da ferida e aumentou 2,5 cm a partir da borda da ferida, mas permaneceu inalterado

5,0 cm da borda da ferida. O aumento do fluxo sanguíneo foi semelhante com todos os preenchedores de feridas. A diminuição do fluxo sanguíneo foi mais pronunciada

com espuma do que com gaze. Da mesma forma, a contração da ferida foi mais pronunciada com espuma do que com gaze.^{179,180}A retenção de líquido na ferida foi menor na espuma, enquanto mais líquido foi retido na ferida ao usar bactérias e malha de ligação de fungos.¹⁷⁹A NPWT pode ser adaptada para o tipo de ferida individual para otimizar os efeitos e minimizar as complicações escolhendo diferentes preenchimentos de feridas. A escolha do preenchedor pode ser feita considerando a morfologia da ferida, as características da ferida, o feedback do paciente, possível infecção e formação de tecido cicatricial.

Morfologia da ferida

Existem diferentes tipos e formas de feridas. As feridas podem ser uniformes ou ter leitos irregulares com ou sem a presença de descolamento. A espuma pode se encaixar melhor em uma ferida com formato uniforme, enquanto a gaze pode ser mais fácil de aplicar em feridas com formato irregular ou com solapamento, pois pode ser melhor manipulada para o formato das feridas. Diferentes enchimentos de feridas também podem ser combinados.¹⁵⁹Em feridas profundas, com ou sem associação com área descolada, ambos os preenchedores podem ser aplicados de forma a preencher a ferida de forma eficiente.^{139,181}Sobre um enxerto fino ou uma manga de ferida, a gaze também nos permite cobrir toda a ferida de maneira adequada. A pressão negativa só é transmitida aos tecidos que estão em contato imediato com o preenchimento da ferida.¹⁴⁰Em feridas complicadas com bolsas profundas, o preenchimento da ferida deve ser posicionado com cuidado, podendo ser mais fácil o uso de gaze, pois ela se adapta ao formato da ferida.¹⁵⁷A espuma pode ser vantajosa para a "terapia de ponte" uma vez que a espuma comprime mais do que, por exemplo, a gaze e, assim, contrai a ferida e acelera o fechamento.^{154,160}

Feridas exsudativas

Em feridas muito exsudativas, a espuma a uma pressão mais elevada (-120 mmHg) pode ser útil, uma vez que a espuma é menos densa que a gaze e um nível mais elevado de pressão negativa drena a ferida mais rapidamente.¹⁸²

Feridas com risco de isquemia

A NPWT deve ser aplicada com cuidado em feridas em risco de isquemia.^{93,139,154,155,158-160,181} Separado ao diminuir o nível de pressão negativa, o clínico pode escolher e aparar cuidadosamente o preenchimento da ferida. A gaze produz efeitos de hipoperfusão ligeiramente menores do que a espuma.¹⁸³ A gaze e um grande pedaço de espuma produzem menos contração da ferida, presumivelmente resultando em menos dor, em comparação com um pequeno pedaço de espuma.¹⁸⁴ Em conjunto, nas circunstâncias em que há risco de isquemia, pode-se considerar uma pressão mais baixa (-40 a -80mmHg) e o uso de gaze.

Feridas infectadas

Existem vários preenchedores de feridas projetados para feridas infectadas: espuma com prata, gaze impregnada com PHMB, gaze que está impregnado com prata. As técnicas de instilação permitem a irrigação da ferida com soluções antissépticas.^{139,185} Nestas situações devem ser utilizadas espumas hidrofílicas.

A malha de ligação de bactérias e fungos é um preenchimento de ferida alternativo em NPWT que produz uma quantidade significativa de tecido de granulação no leito da ferida, mais do que com gaze e sem os problemas de crescimento interno, como com espuma.^{179,186}

Tendência à formação de tecido de granulação excessivo

Um dos limites para o uso de NPWT é a formação de tecido de granulação excessivo. Isso pode levar a fibrose, tecido cicatricial e contraturas, indesejáveis quando o resultado estético ou funcional é importante. As biópsias feitas no tecido cicatricial após o tratamento com gaze mostraram menor espessura e desorganização do tecido e menos componentes escleróticos.¹⁷⁵ Assim, áreas como as articulações, onde ocorre o movimento da pele e do tecido subjacente, podem se beneficiar com o uso da gaze.¹⁸¹ A espuma permite o crescimento rápido do tecido de granulação e pode ser uma escolha melhor em

feridas onde grandes quantidades de tecido de granulação são desejáveis, por exemplo, post-feridas cirúrgicas, como feridas de esternotomia.

Dor após a remoção do curativo NPWT foi relatada e acredita-se estar associada a crescimento do tecido de granulação em microporos presentes na espuma,^{156,187} Danos no tecido da ferida após a remoção da espuma podem causar a dor relatada. Com base na avaliação dos neuropeptídeos liberados que causam inflamação e sinalizam a dor (peptídeo relacionado ao gene da calcitonina, substância P), o uso de gaze pode ser uma maneira de reduzir a dor relacionada à troca de curativos da NPWT.¹⁸⁸

Camadas de contato da ferida

Em NPWT, os enchimentos de feridas (espuma ou gaze) são usados para garantir que a pressão negativa seja aplicada em toda a superfície da ferida. No entanto, há relatos de que a espuma pode causar dor e trauma ao vestir change.^{156,187} Por esse motivo, quando a espuma é usada como enchimento, um forro - por exemplo, malha de ligação de bactérias e fungos - também pode ser aplicado como uma camada de contato com a ferida.¹⁸⁹ Quando o clínico antecipa complicações, uma camada não aderente de contato com a ferida, como parafina ou silicone, pode ser colocada sobre o leito da ferida, abaixo do preenchimento da ferida.^{190,191} Uma camada de contato com a ferida também pode ser colocada sobre estruturas vulneráveis, como vasos sanguíneos ou nervos;¹⁹¹ bem como sobre o próprio leito da ferida, porque acredita-se que protege contra o crescimento de tecido de granulação na espuma.¹⁹⁰

No cenário clínico, a presença de uma camada de contato com a ferida pode reduzir a dor durante as trocas de curativos, conforme relatado em vários estudos de caso.¹⁹⁰⁻¹⁹³ No entanto, estudos em um modelo experimental de ferida suína mostraram que um leito de ferida sob uma camada de contato com a ferida não aderente é desprovido de microdeformação e tem menos tecido de granulação do que um leito de ferida em contato direto com o preenchimento da ferida.¹⁸³ A razão

pois a diferença de efeito entre um preenchimento de ferida e uma camada de contato com a ferida é que a estrutura do material no curativo em contato direto com o leito da ferida determina os efeitos da NPWT no leito da ferida.^{151,183} Portanto, é importante usar camadas de contato com a ferida apenas quando houver estruturas a proteger, para não retardar a cicatrização.¹⁹⁴

NPWT e substituição dérmica

o uso de substitutos dérmicos sintéticos (SDRs) no tratamento de grandes feridas, que apresentam morbidade e mortalidade associadas, tem despertado grande interesse.^{195,196} Para isso, os sistemas NPWT podem ser usados como um adjuvante de segurança para modelos dérmicos de colágeno-elastina no leito da ferida. A NPWT é eficaz para reforçar modelos dérmicos de colágeno-elastina de estágio único em feridas.¹⁹⁷ Adicionalmente, foram relatados resultados positivos em feridas agudas e crônicas que não cicatrizam reconstruídas com uma bicamada disponível comercialmente, substituição dérmica acelular (ADR) contendo um modelo dérmico de colágeno-glicosaminoglicano e uma camada externa de silicone combinada com reforço NPWT seguido de enxerto de pele de espessura parcial.¹⁹⁸⁻²⁰²

Tratando com substitutos dérmicos, a NPWT pode ser usada para proteger os substitutos artificiais e, em uma segunda etapa, para apoiar a epitelização dos substitutos dérmicos.²⁰³ Em feridas bem perfundidas, ambas as etapas para garantir a substituição dérmica e reforçar o enxerto de pele podem ser realizadas simultaneamente por NPWT. Além disso, a NPWT gera um aumento da migração de células endoteliais, resultando em uma estimulação da resposta angiogênica.¹⁹⁵ Em vários casos, esta combinação de SDR/NPWT e enxerto de pele/NPWT pode substituir cirurgia de retalho livre em situações únicas catastróficas após falha de múltiplos retalhos livres, em queimaduras graves de terceiro grau ou devido ao mau estado geral do paciente.^{204,205}

Proteções de tecidos e órgãos

Dentro da escolha do uso de NPWT, o clínico precisa considerar a presença de exposição

órgãos ou outras estruturas sensíveis na ferida devido ao risco de complicações graves. Em 2003, Abu-Omar et al. descreveram dois casos de ruptura ventricular direita durante NPWT do esterno devido a mediastinite após cirurgia de revascularização do miocárdio (CABG).²⁰⁶ Em 2006, Sartipy et al. relataram cinco casos adicionais de ruptura ventricular direita após NPWT em pacientes tratados para mediastinite pós-CABG, três dos quais morreram.²⁰⁷

O risco de ruptura do ventrículo direito e sangramento do enxerto de bypass após NPWT de mediastinite é estimado entre 4-7% de todos os casos tratados.²⁰⁶⁻²¹⁶ Sangramento grave de grandes vasos sanguíneos, como a aorta, também foi relatado em vários pacientes recebendo NPWT.^{212,215} A NPWT mostrou bons resultados no tratamento de infecções pós-operatórias em enxertos vasculares periféricos,²¹⁷ mas aqui também começaram a surgir relatos de sangramento. A incidência de sangramento relacionado à NPWT em pacientes com vasos sanguíneos expostos ou enxertos vasculares (como enxertos femorais e femorais-poplíteos) em feridas na virilha foi relevante em alguns estudos.²¹⁸ Sangramento intenso também foi relatado em pacientes recebendo NPWT para queimaduras.²¹⁹

Relatos de mortes e complicações graves

associadas à NPWT resultaram na emissão de dois alertas pela FDA, em 2009 e 2011,^{220,221} declarando que durante um período de quatro anos, a NPWT causou 174 lesões e 12 mortes, nove (75%) das quais foram relacionadas a sangramento, somente nos EUA. De acordo com o FDA, sangramento de enxertos de vasos sanguíneos expostos durante NPWT, devido, por exemplo, a infecções relacionadas ao enxerto continua a ser o evento adverso mais grave. Esses relatórios perturbadores fizeram com que o FDA declarasse que a NPWT é contraindicada²²¹ em certos tipos de feridas: aqueles com tecido necrótico com escara, em fístulas não entéricas e inexploradas, onde a malignidade está presente, em feridas com vasculatura exposta, locais anastomóticos, nervos expostos, órgãos expostos e osteomielite não tratada.

Apesar desta NPWT ser a única medida que um médico pode ter para controlar uma infecção grave, como infecção profunda da ferida esternal e uso off-label (uso fora das recomendações do fabricante, caso em que o paciente deve ser monitorado de perto pelo médico responsável) continuou pois não há alternativas que dêem resultados comparáveis. Por exemplo, Petzina et al. mostraram que a mortalidade por mediastinite foi reduzida de 25% para 6% ao usar NPWT, em comparação com o tratamento convencional, mesmo com o risco de ruptura do ventrículo direito.²²² Bons resultados também foram relatados durante NPWT de enxertos vasculares infectados.²¹⁷ Como o número de complicações decorrentes do tratamento com NPWT aumentou, a importância de proteger os órgãos expostos (por exemplo, vasos sanguíneos) foi enfatizada na literatura científica internacional.^{210,223-226}

Sugeriu-se que as estruturas sensíveis expostas precisam ser protegidas por meio da interposição de tecido autólogo (abas musculares) ou com material heterólogo (substitutos dérmicos) ou várias camadas de contato com a ferida. Vários estudos analisaram a possibilidade de aplicação de discos de proteção sobre estruturas expostas.²²⁷⁻²²⁹

A técnica tem se mostrado eficaz na proteção do coração²²⁷⁻²³² e reduzindo os efeitos da NPWT em grandes vasos sanguíneos.²³³⁻²³⁵ Recomenda-se que os pacientes tratados fora das recomendações do fabricante sejam sempre monitorados de perto e documentados.

Tratamento da dor

A NPWT é considerada um tratamento de feridas eficaz, mas há uma série de questões que precisam ser abordadas para que sejam feitas melhorias. Vários estudos relataram níveis variados de dor em pacientes submetidos a NPWT, com certos fatores de tratamento afetando o nível de dor, como o sistema NPWT e o curativo/preenchimento usado.^{236,237} A adesão varia de paciente para paciente e depende do

condições, o tipo de lesão e o grau de dor. O momento mais doloroso da NPWT pode ser no momento da troca do curativo. A espuma possui microporos que permitem o crescimento de tecido de granulação no curativo,^{151,238} como o tecido é arrancado no momento da troca do curativo, é mais doloroso.^{187,239} No entanto, há um desenvolvimento de curativos que abordam esse problema.²⁴⁰

Em pacientes neuropáticos ou paraplégicos, onde a dor não é de natureza significativa, o preenchedor pode ser usado com mais eficiência. Em pacientes com baixa adesão, principalmente crianças e idosos, e em lesões dolorosas (como pioderma gangrenoso, queimaduras, UPs e feridas infectadas), gaze, que não permite crescimento interno,²³⁸ tende a ser melhor tolerado. A gaze também facilita as trocas de curativos e reduz o risco de o preenchimento da ferida aderir ao tecido e permanecer na ferida,¹⁵¹ que é de especial importância em feridas com bolsas profundas e difíceis de inspecionar. Com base na avaliação dos neuropeptídeos liberados que causam inflamação e sinalizam dor, a gaze pode ser uma forma de reduzir a dor relacionada à troca do curativo da NPWT,¹⁸⁸ o que parece estar relacionado à natureza mais adesiva da espuma - provavelmente devido ao crescimento do tecido de granulação nos microporos presentes na espuma.¹⁸⁷ Foi demonstrado que a espuma produz maior contração da ferida do que a gaze.^{180,184} Outra opção para reduzir a dor devido à NPWT é preparar o paciente infiltrando o preenchimento da ferida com solução salina ou anestésicos locais antes da troca do curativo. A administração de lidocaína tópica no preenchimento da ferida demonstrou diminuir a dor durante as trocas de curativo em comparação com a solução salina. No estudo, os pacientes foram randomizados para receber lidocaína a 0,2% ou solução salina a 0,9% administrada através do tubo NPWT no curativo de espuma 30 minutos antes de trocar o curativo.²⁴¹ Outros autores confirmaram esses resultados.^{242,243}

NPWT e terapias adjuntas

NPWT pode funcionar em combinação com instilação

de certos fluidos de forma mais eficaz. Essa combinação de NPWTi gera uma opção terapêutica adicional. NPWTi é descrito com mais detalhes na seção na página 53. Anotsua modificação da NPWT tradicional será o uso em incisões fechadas, ciNPT, para prevenir infecções do local cirúrgico. ciNPT é descrito em mais detalhes na página 56.

Indicações em especialidades

As feridas de tecidos moles induzidas por fratura aberta e o fechamento da ferida de dermatofasciotomia foram as primeiras indicações relatadas para NPWT.^{244,245}

A NPWT agora é usada em mais e mais indicações em cirurgia ortopédica, traumatologia, cirurgia plástica e reconstrutiva e é uma opção de tratamento implementada na rotina diária de muitos departamentos de trauma e ortopedia na Europa. Nas seções a seguir, a importância da NPWT será apresentada com mais detalhes.

NPWT em traumatologia aguda e para o fechamento de feridas de dermatofasciotomia

A NPWT é uma ferramenta no tratamento de feridas traumáticas e incisões de alto risco após a cirurgia. Durante as duas décadas de uso da NPWT, as indicações se expandiram, permitindo seu uso em diversos cenários clínicos:^{246,247}

- Feridas agudas contaminadas (fraturas expostas, lesões penetrantes, lesões por decote (síndrome de Morel-Lavallée)^{248,249} feridas com defeitos teciduais que requerem um procedimento passo a passo seguido por um fechamento primário tardio ou cirurgia plástica
- Em casos de feridas altamente contaminadas ou feridas com grandes defeitos teciduais, a ressecção de tecidos moles danificados e potencialmente infectados e o fechamento das feridas desbridadas geralmente não são viáveis e o tratamento prolongado da ferida deve ser realizado
- Onde a atenção deve ser dada à ferida

cavidade: para evitar possível retenção de secreções da ferida, deve ser totalmente preenchida com espuma cortada nas dimensões da cavidade. Um cirurgião plástico deve ser consultado no momento da segunda cirurgia para planejar um fechamento precoce dos tecidos moles

- Se necessário, dependendo da parte do corpo, pode ser realizada uma imobilização adicional com um fixador externo. Os pinos do fixador podem comprometer a vedação a vácuo. Nesta situação o preenchimento da ferida (espuma ou gaze) deve ser estendido para incluir o fixador
- Nos casos de amputações incompletas ou totais secundárias a traumas em que o reimplante está fora de questão, a reparação definitiva do coto amputado muitas vezes não é possível devido à situação local e geral do paciente. Assim, o desbridamento dos tecidos moles como parte do controle de danos será necessário
- Um coto de amputação resultante de uma amputação de zona marginal tipo guilhotina permanece aberto e uma cobertura temporária de tecido mole por meio de NPWT pode ser o procedimento de escolha
- A NPWT pode ser usada em feridas de dermatofasciotomia, diminuindo a frequência de troca do curativo e minimizando a sujeira da cama, roupa de cama, toalhas e roupas do paciente, mesmo no caso de feridas com muito exsudato
- Após dermatofasciotomia descompressiva para síndrome compartimental, sucção contínua de baixo nível deve ser usada. Particularmente, no caso de isquemia grave, a NPWT usando um valor de pressão de -50 a -100 mmHg é adequada. O baixo nível de pressão negativa parece ser suficiente para aplicar tensão nas bordas da ferida e produzir um efeito anti-edema.

Em geral, a NPWT não substitui o tratamento cirúrgico adequado das lesões dos tecidos moles e deve ser considerada uma medida temporária antes do tratamento definitivo do defeito e para o condicionamento da ferida. Para além do seu útil mecanismo de ação a nível celular, o princípio da drenagem mecânica e a redução dos espaços mortos nos defeitos da ferida são fatores importantes para a redução da colonização bacteriana e para a prevenção da infeção em feridas abertas. Aconselha-se cautela ao usar o método em situações de trauma agudo em que pode ocorrer sangramento devido à localização da ferida ou a um defeito de coagulação sistêmica existente.

A literatura apresenta 185 artigos revisados por pares que lidam com pacientes feridos e traumatizados. Até o momento, os relatórios nesta literatura cirúrgica consistem principalmente em relatos de casos, no entanto, no campo especial de feridas traumáticas, existem dois ECRs.^{250,251}

As conclusões mais importantes na literatura entre 2011 e 2015 são:

- NPWT é uma opção de tratamento útil para fraturas expostas, para fazer a ponte entre o desbridamento inicial e a transferência final de tecido microcirúrgico. A NPWT reduziu significativamente a morbidade e o tempo de cicatrização das lesões quando comparada com tratamentos de curativos realizados anteriormente.^{252,253} Considerando o conforto do paciente, os custos relacionados à NPWT e os resultados finais do retalho, é aceitável um intervalo de 7 dias entre as alterações da NPWT.²⁵² Outros autores não observaram nenhuma desvantagem se os pacientes fossem submetidos à NPWT por uma média de 12 dias (intervalo: 1–35) e concluíram que a reconstrução traumática do membro inferior no período tardio não está mais associada a altas taxas de falha do retalho. As melhorias na microcirurgia e o advento da NPWT tornaram o tempo não mais crucial na cobertura de retalho livre de lesões traumáticas dos membros inferiores.²⁵⁴
- Terapia sequencial de NPWT e retalho pediculado

O transplante pode ser considerado como uma opção confiável para obter bons resultados de cicatrização de feridas e recuperação funcional satisfatória para o tratamento de raios de motocicleta

lesão no calcanhar.²⁵⁵

- Em situações clínicas de tecido mole traumatizado menos perfundido, o nível de sucção para NPWT deve ser minimizado para –50-75-100 mmHg para evitar um comprometimento adicional da perfusão do tecido mole.²⁵⁶
- Para feridas relacionadas ao trauma perineal, o uso de NPWT levou à melhora das condições locais da ferida mais rapidamente do que os curativos tradicionais, sem complicações significativas, mostrando-se a melhor alternativa como coadjuvante no tratamento, sempre seguida de reconstrução cirúrgica com enxertos e retalhos.^{250,257}
- Além do uso de ultrassom e tomografia computadorizada na avaliação pré-operatória do paciente com trauma penetrante, o uso de shunts vasculares temporários, o uso de tamponamento pré-peritoneal em fraturas pélvicas e o moderno gerenciamento de reabilitação do paciente com amputação traumática múltipla, a NPWT é uma das inovações mais importantes em cirurgia de trauma operatório desde 2000.²⁵⁸

Os dois RCTs (consulte a tabela, apêndice 3) avaliando o impacto da NPWT após fraturas expostas graves na infecção profunda demonstram que a razão de risco relativo para infecção no grupo NPWT é 0,199 [intervalo de confiança (IC) de 95%: 0,045–0,874], sugerindo que os pacientes tratados com NPWT tinham apenas um quinto da probabilidade de ter uma infecção em comparação com os pacientes randomizados para o grupo de controle. NPWT representa uma nova terapia promissora para fraturas expostas graves após trauma de alta energia.²⁵¹ Além disso, um grupo analisando métodos amplamente aplicados de fechamento primário tardio da fasciotomia da perna (NPWT, cadarço

técnica), mostrou que tanto a NPWT quanto a técnica de cadarço são métodos seguros, confiáveis e eficazes para o fechamento de feridas de fasciotomia da perna. A NPWT requer mais tempo para o fechamento definitivo da ferida e é muito mais cara do que a técnica de cadarço, especialmente quando é necessário enxerto de pele adicional.²⁵⁰

Infecções periprotéticas da articulação do quadril e joelho

A NPWT é uma opção útil no manejo de infecções precoces ou tardias após o implante de uma endoprótese (taxa de aproximadamente 1–2%). Até o momento, apenas alguns artigos revisados por pares abordaram esse assunto, duas séries de casos (nível de evidência 4) e dois relatos de caso (nível de evidência 5). As vantagens da NPWT para esta indicação são:

- Feridas grandes e abertas podem ser convertidas em feridas higiênicas e fechadas
- A secreção da ferida é continuamente coletada em um recipiente
- A contaminação do ambiente é evitada porque a ferida é selada.

O paciente se beneficia do fato de que, mesmo no caso de uma ferida com muita drenagem, o curativo requer troca apenas a cada 2 a 3 dias, minimizando a sujeira na cama e nas roupas do paciente. Isso aumenta o conforto dos pacientes, reduzindo as demandas de enfermagem. Embora a literatura atual não forneça muitos relatos aos clínicos, parece que os efeitos da NPWT podem contribuir para a manutenção do implante *local*, evitando a troca da prótese. Uma revisão sistemática demonstrou que o algoritmo: desbridamento – lavagem – troca de componentes modulares da prótese e NPWT leva à maior taxa de erradicação de infecção (92,8%).²⁵⁹

NPWTi pode facilitar ainda mais o tratamento

de endoprósta infectada (consulte as páginas 53–56). Infecção periprotética tratada por NPWTi com solução antisséptica usando uma esponja reticulada em combinação com NPWT foi sugerida como fácil e eficaz de usar. Com este sistema, o tratamento precoce da infecção periprotética com irrigação antisséptica em combinação com NPWT diminuindo a carga bacteriana, parece ser possível salvar a prótese. No entanto, conclusões finais sobre essa terapia só podem ser tiradas após o exame de uma série maior de pacientes.²⁶⁰ Em termos de questões legais e de segurança do paciente, o tratamento fora das recomendações do fabricante deve ser sempre monitorado e documentado de perto.

NPWT no tratamento de osteomielite e infecção de sítio cirúrgico

Infecções de feridas ainda hoje ocorrem em até 50% dos pacientes submetidos a cirurgia para feridas traumáticas, dependendo do grau de lesão dos tecidos moles, quantidade de contaminação e outros fatores relacionados ao paciente e à operação. Tratar essas infecções de feridas pós-operatórias com NPWT diminui o edema e o espaço morto, teoricamente reduzindo o risco de infecção. Ele também evita o fechamento prematuro de cavidades mais profundas, o que pode ocorrer com o uso de NPWT em defeitos superficiais. NPWT permite a redução da cavidade profunda defeitos sem atrasar o fechamento da ferida ou criar mais dano tecidual.²⁶¹ Uma revisão sistemática mostrou que há um corpo cada vez maior de dados apoiando a NPWT como uma modalidade adjunta em todos os estágios do tratamento para fraturas expostas da tíbia de alto grau. Há uma associação entre taxas de infecção diminuídas e NPWT em comparação com curativos de gaze padrão. Além disso, há uma evidência para apoiar a NPWT além de 72 horas sem aumentar as taxas de infecção e para apoiar uma redução nas taxas de retalho. Portanto, após a NPWT estendida, menos pacientes precisaram de retalhos do que a graduação no primeiro desbridamento teria previsto.²⁶² Além dessas vantagens tópicas no tratamento de feridas infectadas, a NPWT oferece um tratamento mais rápido e confortável

- Defeitos ainda maiores nos tecidos moles, por exemplo, com exposição do tendão (tendão de Aquiles) houve cicatrização completa com cicatrização secundária da ferida (ou enxerto secundário de pele). NPWT é um tratamento opcional para feridas complicadas em que a cirurgia reconstrutiva com um retalho de pele não pode ser realizada.²⁷²

NPWT no tratamento de queimaduras e escaldões agudos

Desde 1999, a NPWT tem sido aplicada no tratamento de queimaduras e escaldões.^{273,274} Depois de coletar experiências iniciais positivas, alguns centros de pesquisa compararam a NPWT com o tratamento com sulfadiazina de prata (SSD) em queimaduras, mostrando que essa aplicação precoce de NPWT pode melhorar a qualidade da cicatrização.²⁷⁵ Até o momento, existem 66 artigos revisados por pares, incluindo alguns baseados em experimentos com animais, examinando com NPWT em pacientes com queimaduras. Os resultados clínicos desses relatórios mostraram que a NPWT no tratamento de queimaduras tem fortes efeitos antiedematosos, otimiza a cicatrização de feridas, reduz a necessidade de cirurgia secundária e facilita o cuidado.^{54,276} Em contraste com aqueles tratados com NPWT, os pacientes tratados convencionalmente mostraram uma diminuição significativa na perfusão medida pela videografia de fluorescência a laser IC-View dinâmica. Este efeito positivo está relacionado à NPWT, devido a uma redução induzida por pressão ou profilaxia do edema do tecido conjuntivo e resultando em melhor oxigenação da ferida e cicatrização mais rápida com menos complicações na maioria dos casos.⁹⁶ Assim, um estudo desenhado intraindividualmente mostrou que nas mãos tratadas com NPWT, mesmo com grandes queimaduras profundas, os resultados clínicos foram melhores em comparação com o tratamento convencional para a mão contralateral.⁵⁴ Um investimento em animais indica que a NPWT inibe a invasão e proliferação de *Pseudomonas aeruginosa* em tecido queimado e diminui a mortalidade precoce em um modelo murino

de sepse por queimadura. Esses benefícios terapêuticos provavelmente resultam da capacidade da NPWT de diminuir a proliferação bacteriana na superfície da ferida, reduzir as concentrações séricas de citocinas e prevenir danos aos órgãos internos.²⁷⁷

Em pacientes com queimaduras nas mãos, é necessário considerar que a NPWT exerce uma pressão positiva de 6 a 15 mmHg no tecido. A intensidade da pressão depende diretamente da seleção da sucção entre -50mmHg e -200mmHg. Essa pressão é a razão para o efeito antiedematoso direto da NPWT, que indiretamente resulta em perfusão tecidual aprimorada. Um efeito colateral favorável dessa pressão externa elimina a necessidade de elevação constante da mão do paciente. Como a espuma fica rígida sob a sucção, a fixação da tala não é necessariamente necessária. Apesar dos efeitos positivos da NPWT aplicada em -125mmHg deve-se notar que as pressões positivas induzidas podem causar isquemia tecidual em alguns casos. Assim, a pressão deve ser escolhida cuidadosamente para que, por um lado, se estabeleça o efeito antiedematoso mas, por outro, não se reduza a perfusão nutritiva, mesmo em tecidos criticamente perfundidos.

Estudos em humanos mostram que a terapia deve começar dentro de seis horas, se possível, e deve ser aplicada continuamente por pelo menos 48 horas para reduzir a formação de edema e, assim, reduzir os danos pós-queimaduras.^{54,95,278,279} Com base na experiência com queimaduras superficiais e profundas nas mãos e escaldaduras, a NPWT é considerada econômica, pois reduz o tempo de tratamento e os requisitos de pessoal envolvido no processo e influencia favoravelmente o processo clínico.²⁸⁰

Outros grupos de autores demonstraram o benefício de usar o sistema NPWT em lesões térmicas para garantir a fixação de substitutos de pele, como substitutos de pele manipulados por tecidos e enxertos de pele dividida. NPWT é altamente confiável e reprodutível

método para reforçar esses substitutos da pele.^{204,205,281,282}

Sua capacidade de se adaptar aos contornos do corpo e cobrir grandes áreas de superfície o torna especialmente útil para garantir um enxerto. A NPWT como um método de reforço resulta em diminuição da repetição do enxerto e perda mínima do enxerto, diminuindo assim a morbidade em comparação com curativos de reforço convencionais. A taxa geral relatada de retirada de enxerto de pele foi superior a 95% usando níveis de sucção entre -75 e

- 120mmHg.²⁸³O curativo de pressão negativa melhora não apenas a absorção do enxerto em pacientes queimados, mas também pode ser considerado quando o leito da ferida e as condições do enxerto parecem abaixo do ideal.²⁸⁴Um ECR multicêntrico em queimaduras mostrou, com base em extensas medições de feridas e cicatrizes, maior elasticidade em cicatrizes tratadas com o substituto e NPWT, que foi significativamente melhor em comparação com cicatrizes tratadas apenas com o substituto.²⁸⁵

Mesmo no tratamento de pacientes pediátricos, a NPWT parece ser bem-sucedida para fixação de substitutos de pele e enxerto de pele dividida (modo contínuo e -125 mmHg). A principal vantagem da técnica é uma maior mobilidade desses pacientes em comparação com os métodos convencionais de fixação. A alta taxa de adesão de um grupo frequentemente desafiador de pacientes, como crianças, compensa possíveis custos iniciais de material mais altos em comparação com os métodos convencionais de fixação.^{286,287}

É possível que o efeito que comprime o tecido também possa ser usado com sucesso para queimaduras no tronco, se curativos apropriados e técnicas de curativos puderem ser adaptados. Um aprimoramento de uma técnica descrita anteriormente por meio do uso de tiras longas e finas de preenchimentos de NPWT para transmitir pressão negativa, o envoltório corporal total aprimorado, visa fornecer condições ideais para promover a cicatrização de queimaduras. Usando NPWT, esta técnica é simples e direta o suficiente para ser aplicada na maioria dos centros terciários em todo o mundo²⁸⁸e em queimaduras extensas (conceito de envolvimento total do corpo).^{289,290}O manejo de queimaduras com

o exsudato rico em fluido associado após excisão de queimadura e enxerto de pele sempre representou um desafio no tratamento de feridas por queimadura. O curativo ideal deve proteger a ferida de danos físicos e microrganismos; ser confortável e durável; permitir alta umidade na ferida; e ser capaz de permitir atividade máxima para cicatrização de feridas sem retardar ou inibir qualquer estágio do processo. A NPWT preenche todos esses critérios. As vantagens conferidas incluem gráficos precisos do exsudato da ferida; frequência reduzida de trocas de curativo; taxas de infecção mais baixas por meio da prevenção de tachado; e garantir e melhorar a viabilidade de enxertos de pele. Essas vantagens podem ser usadas em locais desafiadores, como o abdome aberto em pacientes com queimaduras graves e queimaduras no crânio.^{291,292}

Cirurgia Plástica e Reconstructiva

O campo da cirurgia plástica e reconstructiva foi o primeiro em que a introdução da NPWT provocou uma mudança reconhecível de diferentes conceitos terapêuticos. NPWT produziu uma mudança de paradigmas dentro dos algoritmos de tratamento.²⁹³ Portanto, a construção aprimorada mais antiga da escada reconstructiva tradicional é atualizada para refletir o uso de NPWT (além dos novos desenvolvimentos de matrizes dérmicas).^{294,295}

Os traumas agudos dos membros inferiores causam danos funcionais complexos pela associação de perda de pele com exposição de tendões, ossos e/ou vasos, extensa destruição de tecidos moles e ósseos, além de contaminação pesada exigindo uma abordagem multidisciplinar. Uma vez realizada a fixação óssea e o reparo vascular, o tratamento cirúrgico das lesões cutâneas geralmente se baseia na cobertura precoce com retalhos convencionais ou microcirúrgicos. Nessas situações, a NPWT pode representar uma alternativa válida para a reconstrução imediata em casos selecionados de complexo agudo

traumas do membro inferior.¹⁵⁴A reconstrução primária dos tecidos moles em lesões complexas da perna é obrigatória para proteger os tecidos expostos; no entanto, pode ser impedido pelo estado clínico do paciente ou pelas condições locais da ferida (condição crítica do paciente, por exemplo, paciente politraumatizado para evitar o 'segundo golpe', idade avançada, comorbidades médicas, feridas altamente exsudativas e viabilidade questionável de tecidos moles, necessidade para vários desbridamentos).²⁹⁶⁻²⁹⁸

Nessas situações, a NPWT permite um atraso no fechamento de uma ferida reconstrutiva complexa precoce por meio de retalhos livres ou locais. Isso é importante principalmente se não houver disponibilidade de cirurgia plástica devido a razões organizacionais (por exemplo, vítimas de guerra ou em uma área remota). NPWT melhora a preparação do leito da ferida^{296,299} para pacientes com grandes defeitos e a cobertura temporária durante o período de atraso de 7 a 15 dias (9,7±3,1) ao realizar a abordagem cirúrgica em dois tempos para um retalho sural reverso tardio para reconstrução em estágios. O objetivo é usar o retalho sural neurofasciocutâneo de base distal para aumentar a confiabilidade de grandes retalhos neurofasciocutâneos surais.³⁰⁰

Semelhante a pacientes com lesões por queimaduras, a NPWT é uma ferramenta válida para fixação confiável de substitutos de pele, como substitutos de pele manipulados por tecidos e enxertos de pele dividida em todas as feridas traumatizadas graves e está associada a uma melhor sobrevida do enxerto conforme medido por uma redução no número de repetidos enxertos e complicações de falha do enxerto em adultos^{304,301} e em crianças.³⁰² Assim, em grandes feridas resultantes de lesões graves, a NPWT aumenta significativamente a taxa de substituição da pele por engenharia de tecidos para 98±2% no grupo fibrina/NPWT (p<0,003) em comparação com a fixação padrão e diminui o período médio de Integra cobertura ao transplante de pele a apenas 10±1 dias (p<0,002). Portanto, sugere-se que um substituto de pele de engenharia de tecido seja usado em combinação com cola de fibrina e NPWT para melhorar os resultados clínicos, encurtar as internações hospitalares, com riscos reduzidos de complicações concomitantes.³⁰³ Em um único caso

o uso multicamada de duas camadas de substitutos dérmicos acelulares (intervalo de aproximadamente uma semana) combinado com NPWT e, finalmente, enxerto de pele combinado com NPWT novamente cobriu uma área mais ampla de osso tibial exposto em um paciente que não era candidato para outra cirurgia de retalho livre após dois procedimentos plásticos microcirúrgicos fracassados.²⁰⁴ Embora a NPWT tenha sido considerada uma opção atraente para o tratamento de feridas, em um RCT a NPWT não pareceu oferecer uma melhora significativa em relação a um curativo de reforço padrão na cicatrização do local doador (retalho livre do antebraço radial) por enxerto de pele.³⁰⁴ A maioria dos RCTs mostrou um aumento na taxa final de retirada do enxerto de pele,^{305,284,305-307} por exemplo, Petkar et al. mostrou uma média de enxerto de 87,5% (intervalo: 70-100%, DP: 8,73) para uma média de 96,7% (intervalo: 90-100%, DP: 3,55; p<0,001). Além disso, a revisão de todos os RCTs analisando a qualidade da cicatriz mostrou uma qualidade significativamente maior após a fixação NPWT de enxertos de pele ou outros substitutos de pele (elasticidade, epitelização, discriminação de dois pontos).^{285,305,307} A NPWT aparece como um complemento seguro e eficaz para a reconstrução tardia de tecidos moles em pacientes de alto risco com lesões graves nas extremidades inferiores, minimizando os requisitos reconstrutivos e, portanto, a morbidade pós-operatória.²⁹⁸

Cirurgia abdominal

O manejo do abdome aberto em pacientes gravemente feridos ou com infecções intra-abdominais graves representa um desafio significativo para o cirurgião e pode incluir o tratamento desíndrome do compartimento abdominal (SCA), efeitos on respiração, função cardiovascular e renal e até mesmo laparotomia de 'controle de danos'.³⁰⁸⁻³¹⁰

As operações de emergência de suporte de vida em pacientes com lesões abdominais graves são frequentemente acompanhadas de edema visceral, hematoma retroperitoneal ou tamponamento da cavidade abdominal. O mesmo se aplica às relaparotomias realizadas para avaliar a viabilidade intestinal ou para controlar o sangramento secundário após laparotomias de controle de danos, ou em

relação com infecções intra-abdominais.³¹¹⁻³¹³

A pressão do fechamento forçado da parede abdominal ou uma infecção abdominal pode levar à isquemia e necrose da fâscia abdominal. O último resulta em ruptura abdominal com subsequente desenvolvimento de uma hérnia da parede abdominal.³¹⁴

As laparotomias no âmbito do 'controle de danos' com tamponamento, a ocorrência de SCA ou complicações sépticas intra-abdominais graves requerem revisões repetidas da cavidade abdominal. Todas essas situações resultam em abdome aberto que não permite o fechamento primário da fâscia e requerer fechamento abdominal temporário (TAC). O TAC deve prevenir a contaminação da cavidade abdominal, a dessecação do intestino e proteger os órgãos abdominais da evisceração e lesões mecânicas. As técnicas de TAC usadas atualmente incluem:^{311,315-318}

- NPWT
- NPWT em combinação com um sistema de âncora de reaproximação abdominal (ABRA) ou outros sistemas de sutura dinâmicos
- remendo Wittmann
- Bolsa de Bogotá (uma bolsa de urina estéril de três litros posicionada nas vísceras coberta com almofada abdominal úmida e cortina)
- Tela absorvível ou não absorvível
- Rede + CEPpor.

A NPWT tornou-se cada vez mais estabelecida como uma opção de terapia adicional no manejo do abdômen aberto. Atende a todos os requisitos para TAC com baixíssima taxa de complicações. A NPWT do abdome aberto é realizada usando um sistema especialmente projetado para esta indicação - sistema de curativo abdominal. Uma revisão da literatura revela 122 artigos revisados por pares (2001-2015, ao longo

n=2307 pacientes tratados na literatura dos últimos 5 anos), principalmente séries de casos ou relatos de casos, revisões também alguns estudos experimentais em animais, avaliando a microcirculação da parede intestinal durante NPWT. A grande maioria de todos os artigos são de nível de evidência 4 ou 5 de acordo com a classificação de Oxford. Apenas três artigos incluem uma comparação randomizada com técnicas convencionais (nível de evidência 2b).

Uma revisão recente destaca o papel da NPWT hoje. Para este estudo, bancos de dados eletrônicos foram pesquisados para encontrar estudos descrevendo o abdome aberto em pacientes dos quais 50% ou mais tinham peritonite de origem não traumática. A busca na literatura identificou 74 estudos descrevendo 78 séries de pacientes, incluindo 4.358 pacientes, dos quais 3.461 (79%) apresentavam peritonite. A qualidade geral dos estudos incluídos foi baixa e as indicações para tratamento abdominal aberto diferiram consideravelmente. NPWT foi a técnica TAC descrita com mais frequência (38 de 78 estudos). A taxa de fechamento fascial ponderada mais alta foi encontrada em um relatório

descrevendo NPWT com malha contínua ou tração fascial mediada por sutura (6 estudos, 463 pacientes). Além disso, os melhores resultados em termos de risco de fístula enteroatmosférica foram mostrados para NPWT com tração fascial contínua. No entanto, a qualidade geral da evidência disponível foi ruim, e recomendações uniformes baseadas em evidências não podem ser feitas.³¹⁹

Apenas três estudos randomizados foram encontrados e considerados para revisão. As principais informações nesses estudos foram:

- Os métodos NPWT permitem a possibilidade de drenar e contabilizar fluidos coletados na cavidade peritoneal³²⁰
- A NPWT pode oferecer uma solução para problemas de fechamento fascial e ajuda a prevenir a contaminação peritoneal³²⁰

- Sugere-se que a NPWT tenha vantagens quando comparada com a bolsa de Bogotá como um método de fechamento temporário no manejo da síndrome do compartimento abdominal. A diminuição na largura da incisão após a laparotomia ACS foi significativamente mais rápida no grupo NPWT do que no grupo bolsa de Bogotá (o fechamento da fásia foi considerado apropriado em 16,9 dias em comparação com 20,5 dias, respectivamente)

321

- A prevenção da hipertensão intra-abdominal é um fator que, sem dúvida, favorece os métodos NPWT contra os não NPWT em gerenciamento de abdômen aberto (OA) na peritonite séptica.³²⁰
- Taxas de fechamento primário entre grupos (NPWT sozinha (controle) ou um grupo de estudo usando NPWT mais NPWT-ABRA) não diferiram estatisticamente, enquanto o número de idas ao centro cirúrgico e o tempo de uso do centro cirúrgico foram diferentes. Apesar das pontuações mais altas de Fisiologia Aguda e Avaliação de Saúde Crônica II, tamanho inicial maior da ferida e taxas mais altas de SCA, as taxas de fechamento no grupo NPWT-ABRA foram semelhantes às da NPWT sozinha.³¹⁸

Na soma de todas as experiências publicadas, a NPWT como uma opção de TAC ganhou importância nos últimos dez anos.^{5,322-344} Uma técnica recente de NPWT abdominal difere da NPWT habitual de feridas por causa da aplicação de filme de polietileno fino perfurado posicionado entre as vísceras e a parede peritoneal anterior. Uma estratégia é utilizar filme perfurado dotado de uma espuma fina fixada no meio, que, sob pressão negativa, adere às camadas de espuma superpostas, impedindo qualquer deslocamento do filme no abdome. As perfurações no filme permitem que a secreção da ferida flua ao longo do gradiente de pressão da cavidade abdominal para o vaso receptor do dispositivo NPWT. A espuma na forma lenticular é posicionada sobre o filme acima mencionado em duas camadas e o sistema é selado com uma película adesiva. Um buraco é cortado no centro e um

almofada de conexão autoadesiva é posicionada sobre ela. O último está conectado com o contêiner e o dispositivo NPWT. A fonte de vácuo é normalmente ajustada para -100 a -150mmHg,^{323,324,345} mas pode ir até -175mmHg,^{341,346} e começou. Outros autores encontraram uma pressão negativa de -75mmHg satisfatória para a remoção contínua do fluido da ferida e suficiente para aproximar as bordas da ferida. Essa técnica evita a aderência das vísceras ao peritônio e permite que a parede abdominal deslize sobre as alças intestinais. Ao mesmo tempo, a remoção do TAC em laparotomias repetidas é simples porque não há formação de aderências.

Um estudo observacional prospectivo nacional de 578 pacientes tratados com abdome aberto (70% de sepse abdominal) em 105 hospitais no Reino Unido (2010-2011, 18 meses) apoia a importância geralmente anunciada da NPWT abdominal. Neste estudo, a maioria dos pacientes (61,4%) foi tratada com NPWT. Fístulação intestinal [risco relativo (RR) = 0,83, IC 95%: 0,44-1,58], morte [RR: 0,87, IC 95%: 0,64-1,20], sangramento [RR: 0,74, IC 95%: 0,45-1,23], e insuficiência intestinal [RR: 1,00, 95% CI: 0,64-1,57] não foram mais comuns em pacientes recebendo NPWT.³⁴⁷

a seguir experiências clínicas e experimentais com NPWT foram publicadas:

Fístula enterocutânea

Nenhum estudo revelou qualquer correlação entre a ocorrência de fístulas antes, durante e depois da NPWT, sendo a diverticulite o único fator de risco.³⁴⁸

A taxa de desenvolvimento enterocutâneo (ECF) foi entre 3,5% e quase 20%.³⁴⁹⁻³⁵²

Fechamento fascial direto

O fechamento fascial é um desafio adicional e particular em pacientes com abdome aberto. A NPWT fornece pressão medial constante nas bordas fasciais e isso evita que elas se afinem ou se retraiam com o tempo. Isso também

facilita a mobilização das fâscias e promove o posterior fechamento definitivo da parede abdominal.

A pressão negativa relatada na literatura é não uniforme de -75 até -150mmHg. Todos os relatórios recomendam o uso do modo de sucção contínua. O fechamento fascial direto ou primário é possível em 30-89%.^{349,353,354} O tipo e a gravidade das várias consequências precoces e tardias no tratamento de um abdome aberto são substancialmente determinados pelas causas indutoras de complicações e pela doença básica, bem como pelas opções de um fechamento temporário eficiente em alguns casos da parede abdominal. Procedimentos com maior taxa de fechamento fascial têm menor mortalidade.³⁵⁵

Independentemente da patologia subjacente (pacientes com peritonite, trauma, SCA ou deiscência da parede abdominal), altas taxas de fechamento fascial de 89% podem ser alcançadas usando uma combinação de NPWT e tração fascial mediada por malha (colocação da malha no nível fascial).^{317,356}

O uso da técnica de estreitamento adicional para aplicar NPWT pode explicar as altas taxas de fechamento observadas na população de pacientes deste estudo. Assim, usando um sistema NPWT, o fechamento secundário da fâscia foi obtido em 92%.^{350,357} Um ABRA combinado com o curativo NPWT pode ser usado separadamente ou em conjunto um com o outro para fechamento de abdome aberto retardado com sucesso.^{358,359}

Geralmente, os pacientes com complicações sépticas obtiveram uma taxa menor de fechamento fascial do que os pacientes não sépticos, mas a NPWT com fechamento dinâmico permaneceu a melhor opção para obter o fechamento fascial.³¹⁷

A comparação direta com a terapia com bolsa Bogotá mostrou que o número de operações necessárias no grupo bolsa Bogotá foi significativamente maior do que no grupo NPWT (taxa de mortalidade e complicação significativamente menor). O tempo médio para o fechamento fascial foi significativamente (três vezes) maior no grupo bolsa de Bogotá, em comparação com NPWT.³⁶⁰

Desenvolvimento de hérnia

A indicação de abdome aberto contribuiu para

a probabilidade de fechamento fascial primário tardio. A NPWT e a tração fascial mediada por malha resultaram em uma maior taxa de fechamento fascial e menor taxa de hérnia planejada do que os métodos que não fornecem tração fascial.³⁵²

Tempo de permanência no hospital e na unidade de terapia intensiva

A comparação dos resultados da NPWT com o grupo de controle (laparostomia mesh-foil sem pressão negativa) resultou em uma unidade de terapia intensiva (UTI) e hospitalização significativamente mais curtas.³⁵¹

Mortalidade

O número de mortes durante a hospitalização no grupo tratado com NPWT foi menor do que no grupo tratado com métodos padrão.³⁶¹ Procedimentos com a maior taxa de fechamento fascial têm menor mortalidade.³⁵⁵ A mortalidade de pacientes com fístula enterocutânea foi de 17 a 30%. Geralmente, em grupos NPWT, uma diminuição significativa na mortalidade foi observada, sem achados estatisticamente significativos na estratificação com proteína c-reativa (PCR) e índice de massa corporal (IMC). EUA NPWT intra-abdominal oferece aos pacientes menor morbidade e mortalidade.³⁶²

Outros aspectos

- Tem sido sugerido, embora fora das recomendações dos fabricantes, que é possível usar o curativo de espuma por via intraperitoneal sem uma camada de poliuretano fenestrada sem aumentar a taxa de fístulas.³⁴⁹
- NPWT é uma ferramenta confiável para bebês e crianças com abdômen aberto.³⁶³
- NPWTi é adequado para o tratamento de um abdome aberto infectado após cirurgia pancreática. NPWTi em um relato de caso teve resultados encorajadores e parece adequado para ser usado como tratamento adjuvante no manejo do abdome aberto infectado quando a terapia tradicional falha no controle da infecção.³⁶⁴

- Em experimentos com animais usando velocimetria Doppler a laser, o fluxo sanguíneo microvascular na parede intestinal foi avaliado em porcos onde o abdômen aberto foi tratado por um curativo de fechamento abdominal temporário e o curativo NPWT tradicional. O fluxo sanguíneo da parede intestinal reduziu significativamente para $64,6 \pm 6,7\%$ ($p < 0,05$) após a aplicação de -50mmHg usando o curativo NPWT e para $65,3 \pm 9,6\%$ ($p < 0,05$) após a aplicação de -50mmHg usando um curativo de fechamento abdominal temporário. O fluxo sanguíneo foi significativamente reduzido para $39,6 \pm 6,7\%$ ($p < 0,05$) após a aplicação de -125mmHg usando NPWT e para $40,5 \pm 6,2\%$ ($p < 0,05$) após a aplicação de -125mmHg usando o curativo de fechamento abdominal temporário. Nenhuma diferença significativa na redução do fluxo sanguíneo pode ser observada entre os dois grupos.³⁶⁵

Resumindo, o uso de NPWT em pacientes que necessitam de tratamento de abdome aberto é razoável devido aos resultados positivos com relação às taxas de sobrevivência e à diminuição do número de fístulas gastrointestinais. Foi observada uma taxa significativamente mais rápida e alta de fechamento da parede abdominal. A NPWT requer menos número de operações e está associada a uma menor taxa de complicações. Assim, a NPWT oferece aos pacientes menor morbidade e mortalidade e deve ser definida como um tratamento de escolha em pacientes com abdômen aberto.

cirurgia cardiovascular

A infecção da esternotomia é uma das complicações mais temidas da cirurgia cardiotorácica aberta e tem uma incidência relatada que varia entre 1% e 5%.

^{23,35,86,87,366}Os fatores de risco pré-operatórios incluem idade, obesidade e diabetes e técnicas intraoperatórias, como o uso de artérias torácicas internas para os enxertos.³⁶⁷⁻³⁶⁹Há uma distinção entre superficial e infecções profundas da ferida esternal (DSWIs). superficial todas as infecções esternais incluem a pele e subcutâneo

ferida cirúrgica, enquanto as infecções esternais profundas (ou mediação pós-esternotomia) requerem pelo menos um dos seguintes critérios: um microrganismo isolado do fluido de cultura ou mediastino tecidual; evidência de mediastinite durante a exploração cirúrgica; ou dor torácica, instabilidade esternal ou febre $>38^{\circ}\text{C}$, em combinação com drenagem purulenta do mediastino ou isolamento de microrganismo.

A terapia convencional dessas infecções consistia em desbridamento da ferida, drenagem aberta, curativos, antibióticos de amplo espectro e reconstruções posteriores com o uso de retalhos, com faixa de omento maior ou retalhos musculares e miocutâneos (peitoral maior unilateral e bilateral, reto abdominal, grande dorsal). A taxa de mortalidade de pacientes com mediastinite é mais de 34% maior^{23,35,113,131,366,370} do que em pacientes após cirurgia cardíaca sem DSWI (taxa de mortalidade de 1 a 5%). Além disso, a mediastinite pós-operatória está associada a alta morbidade,^{371,372} diminuição da sobrevida a longo prazo,^{373, 374}

tempo prolongado de internação³⁷⁵ e aumento dos custos dos cuidados.³⁷⁶

Nos últimos anos, uma abordagem menos invasiva foi desenvolvida usando NPWT. Como resultado do excelente resultado clínico, a NPWT é atualmente o método de escolha para a mediastinite pós-esternotomia.^{86,223,377}

O uso de NPWT reduziu a mortalidade para cerca de 5%, reduzindo o número e a complexidade de tratamentos e reoperações.^{132,378} Deve-se observar que o esterno não é uma indicação para NPWT devido a estruturas subjacentes expostas que podem se romper e sangrar. O tratamento é de uso off label e é realizado sob responsabilidade do clínico.

NPWT em incisões cardiotorácicas fechadas é uma entidade nova com resultados promissores.³⁷⁹ A NPWT sobre incisões fechadas para reduzir a incidência de infecção profunda da ferida esternal foi proposta pela primeira vez por Atkins et al.³⁸⁰ que também investigou a perfusão para examinar os mecanismos potenciais.³⁸¹

Foram utilizados dispositivos tradicionais em que foram aplicadas tiras finas de espuma de poliuretano impregnada com prata a -125mmHg, e em 57 casos de alto risco não houve incidência de infecção.³⁸⁰ Em um estudo diferente, uma pequena série de casos de dez pacientes de alto risco foi relatada usando um dispositivo NPWT de uso único, novamente sem incidência de infecção.³⁸² Em um recente estudo clínico randomizado de tratamento padrão versus NPWT em incisões cardiotorácicas fechadas, foi examinado em 150 pacientes de alto risco (alta idade, alta IMC e diabetes), a taxa geral de infecção da ferida externa foi reduzida significativamente, de 16% para 4% após cinco a seis dias de NPWT profilática.³⁸³

Cirurgia vascular

NPWT de vasos sanguíneos infectados e enxertos vasculares

As infecções que acometem vasos e enxertos vasculares são complicações temidas e representam um enorme desafio na cirurgia vascular. As infecções podem ser membros e ameaçar a vida devido ao sangramento incontrolável por artrose. A incidência de infecções de feridas profundas é de aproximadamente 0,6 a 8%, afetando a virilha em dois terços dos casos. A mortalidade geral varia de 10 a 30%, com 30 a 70% observada em conexão com enxertos aórticos infectados. Amputações relacionadas à infecção são necessárias em 20 a 40%. As infecções podem causar sangramento, sepse sistêmica, embolia periférica séptica, bem como isquemia de uma extremidade, ou ameaçar a vida do paciente. O manejo clássico de um enxerto infra-inguinal infectado consiste na explantação do enxerto e reconstrução autóloga ou, se não for possível, revascularização por tunelamento de um enxerto extraanatômico através de tecido não infectado seguido de desbridamento local e drenagem da ferida. Caso os vasos possam ser salvos, a ferida é levemente embalada com gaze úmida para controle local.³⁸⁵⁻³⁸⁷

Anteriormente, vasos expostos, enxertos ou remendos são considerados contra-indicações e fora

recomendações dos fabricantes para usar NPWT. No entanto, mais e mais NPWT tem sido relatada como útil no tratamento de infecções perivasculares profundas na virilha (Szilagyi grau II e III, vaso exposto ou enxerto). A evidência do benefício da NPWT no tratamento de outras feridas infectadas foi amplamente documentada desde a década de 1990.^{24,89,388-394}

Até o momento, os resultados de 263 pacientes foram relatados em 19 artigos (nível de evidência 2a-5), incluindo uma revisão sistemática.

Existem dois estudos disponíveis caracterizados por níveis de evidência mais altos comparando os resultados da NPWT com os das medidas convencionais (nível de evidência 2b e 3; total de 19 pacientes NPWT, tratamento de comparação: curativo de alginato).^{395,396} Nesses estudos, o grupo NPWT teve significativamente menos trocas de curativos em comparação com o grupo alginato ($p < 0,001$).³⁹⁵ O tempo para epitelização total da pele foi significativamente menor no grupo NPWT (mediana, 57 dias) em comparação com o grupo alginato (mediana, 104 dias; $p = 0,026$). Os autores concluíram que esse achado não permite mais inclusão de pacientes do ponto de vista ético, portanto o estudo foi interrompido prematuramente.³⁹⁶

As principais afirmações na literatura publicada são:

- Para pacientes cirúrgicos de alto risco com um enxerto vascular protético infectado totalmente exposto, a NPWT junto com desbridamento agressivo e antibioticoterapia pode ser uma alternativa eficaz às estratégias de gerenciamento atuais.^{392,397,398}
- Para criar o conceito de terapia, toda infecção após procedimento vascular deve ser avaliada individualmente
- Aplicar em espuma PVA diretamente a um vaso exposto ou a reconstrução é possível. Às vezes, em uma combinação de duas camadas, a espuma PVA é combinada com poliuretano-espuma. Hoje, a maior parte da espuma de PU é usada sobre um pequeno curativo de silicone, uma ferida

camada de contato, que protege o vaso ou enxerto infectado

- A baixa sucção não prejudica vasos sanguíneos ou enxertos. Principalmente níveis de pressão mais baixos de -50 a -100mmHg são recomendados para evitar sangramento e maiores danos ao vaso afetado³⁹⁹
- A sucção deve ser usada em modo contínuo em vez de intermitentemente
- Se possível, a cobertura precoce com músculo, por exemplo, mioplastia sartória, é vantajosa (enxertos expostos não podem ser cobertos com enxerto de pele dividida)
- A recuperação do enxerto/patch e a cicatrização completa da ferida foram alcançadas em 82-91% dos casos³⁹⁹⁻⁴⁰¹
- A duração média da NPWT foi de 14 a 43 dias³⁹⁹⁻⁴⁰²
- A duração média para atingir a cicatrização completa da ferida variou de 24 (um estudo com mioplastia sartorius) a 51 dias²¹⁸
- Não baseado em evidências ou baseado na literatura, mas frequentemente discutido: infecções de enxerto sem envolvimento da anastomose proximal e distal, a preservação do enxerto pode ser tentada por NPWT, desde que haja contaminação do enxerto com *pseudomonas* está excluído
- As principais complicações da NPWT, como sangramento grave, não foram relatadas em estudos ao usar NPWT com nível de sucção mais baixo. Em relação à dor, há achados conflitantes. Alguns autores relataram significativamente menos dor³⁹⁵ e outros observaram aumento da necessidade de analgésicos em 1/7 dos pacientes⁴⁰¹
- Para evitar complicações hemorrágicas graves, ao usar NPWT diretamente em contato com as paredes ou anastomoses de vasos infectados altamente friáveis, o paciente deve ser tratado apenas no hospital

- O uso preventivo do ciNPT diminuiu significativamente a incidência de infecção na virilha em pacientes após cirurgia vascular.⁴⁰³

Para recapitular, a NPWT em pacientes com infecções Szilagyi II e III perivasculares profundas na virilha pode ser considerada a estratégia dominante devido ao resultado clínico aprimorado com medidas iguais de custo e qualidade de vida (QoL).³⁹⁵ Mesmo na presença de material de enxerto vascular sintético, a NPWT pode simplificar muito os problemas desafiadores de cicatrização de feridas que levam à deiscência da ferida e suas sequelas.⁴⁰¹ A NPWT sem cobertura de retalho muscular é considerada segura na opinião de especialistas e permite a preservação do enxerto na maioria dos pacientes com morbidade mínima, sem perda perioperatória do membro ou mortalidade. No entanto, deve-se mencionar que a NPWT em vasos e enxertos está fora das recomendações do fabricante. A maioria dos enxertos infectados foi preservada sem reinfecção durante um seguimento médio a longo prazo de sete anos.^{400,404} Este algoritmo de tratamento evita grandes cirurgias reconstrutivas e deve ser usado ao lidar com infecções vasculares Szilagyi III.⁴⁰⁰

Para vários autores, os critérios de exclusão para NPWT foram uma infecção aloplástica do enxerto com expansão proximal acima do ligamento inguinal, hemocultura positiva para septicemia ou arauto da anastomose séptica ou sangramento evidente.⁴⁰¹

Fístulas linfocutâneas

A NPWT pode ser usada para o gerenciamento de fístulas linfocutâneas. O tratamento bem-sucedido de cerca de 20 pacientes com fístulas linfocutâneas na virilha foi relatado na literatura revisada por pares, até o final de 2015, quatro relatos de casos (evidência de nível 5) e 2 casos (evidência de nível 4, uma revisão).⁴⁰⁵⁻⁴¹⁰

As disseções de linfonodos axilares e inguinais, bem como a cirurgia dos vasos infrainguinais, podem causar lesões nos vasos linfáticos eferentes. Esse

pode levar à linfostase ou linfocele quando a pele está intacta ou a uma fístula linfática quando há uma ferida. Uma grande variedade de opções terapêuticas foi desenvolvida no passado e vai desde o uso de curativos de compressão até a formação de crostas, o uso de cola de fibrina e, sempre que possível, ligadura de canais linfáticos com vazamento. A NPWT é descrita aqui como um outro método não invasivo de tratamento de fístulas linfocutâneas.

Até o momento, o uso de NPWT para o tratamento de fístulas linfocutâneas foi relatado em apenas 19 casos (níveis de evidência 4 e 5).⁴⁰⁵⁻⁴¹⁰ O primeiro relato de Greer et al.⁴⁰⁵ descreve o tratamento de uma paciente de 49 anos com fístula linfocutânea bilateral após bypass aortobifemoral e o tratamento de uma paciente de 77 anos que desenvolveu uma fístula após evacuação de hematoma após punção femoral. Em ambos os casos, foi possível fechar as fístulas usando apenas NPWT. Infelizmente, o grupo de pesquisa não fornece informações sobre o nível de pressão negativa e o tipo de sucção utilizado.

Steen Voorde et al. relatam um paciente que foi submetido a dissecação de linfonodo ilioinguinal para metástase regional de melanoma.⁴¹⁰ Infelizmente, ocorreu uma infecção profunda da ferida com extensa necrose da pele e produção abundante de fluido na ferida (750ml diários). Apesar das trocas de curativos seis vezes ao dia, a ferida se deteriorou, necessitando de mais desbridamento operatório. No teatro, os autores não conseguiram identificar a fístula linfática e, portanto, não conseguiram fechá-la. Portanto, a NPWT foi iniciada. Após 11 dias de NPWT, o vazamento linfático parou completamente. O tratamento concomitante bem-sucedido da ferida com terapia de enxerto de pele dividida levou a um fechamento completo da ferida. O tratamento não foi doloroso, as trocas de curativo puderam ser feitas na enfermaria e não houve complicações. O terceiro grupo, Rau et al.⁴⁰⁹ investigaram retrospectivamente dados clínicos e diagnósticos de oito pacientes (1995-2005) com

câncer e fístula linfocutânea pós-operatória. Desses oito pacientes, quatro foram tratados por NPWT. Seus dados mostram que, apesar dos custos mais altos de introdução primária, a NPWT é aconselhável e resultou em uma hospitalização mais curta e custos gerais reduzidos por paciente.

Em um artigo de Hamed et al. foi relatada uma duração de NPWT de 10-18 dias até o fechamento da fístula. Uma cicatrização de feridas bem-sucedida foi alcançada em todos os pacientes sem recorrência após NPWT.⁴⁰⁵

As fístulas linfocutâneas são complicações raras da cirurgia geral e vascular, bem como da radiologia intervencionista. Eles podem, no entanto, prolongar significativamente as internações hospitalares. A grande variedade de métodos de tratamento desenvolvidos até o momento indica que nenhum método único foi usado com sucesso em um número suficientemente grande de casos. Por esse motivo, a NPWT é descrita aqui como uma alternativa interessante a outras opções de tratamento para essa indicação. Além disso, parece necessário considerar e discutir o nível especial de NPWT e o modo de sucção que deve ser usado no tratamento de fístulas linfocutâneas. Uma das vantagens da NPWT é que ela é um método não invasivo que pode ser usado fora da sala de cirurgia e também pode ser combinado com procedimentos cirúrgicos, como tentativa de ligadura de vasos linfáticos ou formação de crosta.⁴⁰⁶

acreditam que o tecido de granulação cresce como resultado da NPWT e cobre os canais linfáticos abertos até que a fístula seja finalmente fechada. A chave para o sucesso parece ser a compressão do tecido causada pela NPWT. À primeira vista, isso parece ilógico, pois pode-se esperar que a aplicação de sucção drene os vasos linfáticos e, assim, estimule o fluxo linfático. No entanto, as descobertas mostram que a espuma é realmente sugada para o tecido. Isso causa compressão do tecido nas paredes dos poros e baixa sucção na área dos poros. Também deve-se ter em mente que a redução do tamanho da espuma induzida pela sucção resulta em tensão nas bordas da ferida,

o que significa que o tecido é ainda mais reaproximado e em uma compressão da ferida. Essas reflexões sugerem que um alto nível de pressão negativa deve ser usado para aplicar alta pressão local ao tecido. Uma vez que uma resposta hiperêmica com hiperperusão e reabertura de vasos fechados não é desejada no tratamento de fístulas linfocutâneas, o tratamento intermitente não deve ser usado. Portanto, do ponto de vista teórico, uma pressão negativa contínua de -200mmHg deve ser recomendado.

A NPWT pode ser usada para o tratamento de fístulas linfocutâneas. Os resultados dos experimentos apóiam a suposição de que o efeito compressivo da NPWT é a chave para o sucesso do tratamento. Na opinião de especialistas, uma alta pressão negativa contínua de -200 mmHg parece ser eficaz para essa indicação.

Feridas que não cicatrizam

Desde a década de 1990, a NPWT foi aplicada a várias condições ulcerativas crônicas, incluindo LUs, PUs e DFUs, e sua adoção aumentou constantemente até no^{27,370,411}Para feridas que não cicatrizam, os mecanismos de ação são a remoção de fluidos e exsudatos da ferida, aliviando a pressão, promovendo a perfusão e, pelo menos até certo ponto, redistribuindo a pressão no leito da ferida. Nas seções a seguir, as indicações da NPWT para feridas que não cicatrizam serão apresentadas em detalhes.

Úlceras de perna

LUs são lesões abertas da parte inferior da perna devido a insuficiência arterial ou venosa, ou ambas, que podem durar meses ou até anos. Afetam até 5% da população em geral e custam mais de € 2.000 por ano por paciente tratado.⁴¹²⁻⁴¹⁴Embora a fisiopatologia das úlceras arteriais tenha sido associada à isquemia distal, a relação com a insuficiência venosa não é completamente compreendida;

o edema periférico devido à estase venosa tem sido avaliado como o principal componente da formação da úlcera, e o aspecto mais importante do tratamento visa contrastá-lo.^{415,416}

A bandagem de compressão e o curativo local são os pilares da terapia para UVs.⁴¹⁷⁻⁴¹⁹

LUs têm uma alta tendência a recorrer, e é por isso que pode ser útil focar nos fatores etiológicos subjacentes e nas fases ulcerativa e não ulcerativa, em vez de no tratamento de um único incidente.⁴¹²

A probabilidade de cicatrização está inversamente relacionada ao tamanho e à duração das LUs. Úlceras menores que 10 cm²e que existem há menos de 12 meses quando relatadas pela primeira vez ao médico têm 29% de risco de não cicatrizar até a 24ª semana de tratamento, enquanto úlceras que excedem 10 cm²e existiram por mais de 12 meses antes de serem relatados, têm 78% de chance de não cicatrizar em 24 semanas.⁴²⁰

NPWT em úlceras de perna

Assim como para quase todos os outros tipos de feridas crônicas, as UPs foram tratadas de forma muito rápida e intensiva com pressão negativa.O benefício que isso pode trazer para um condição em que o principal componente etiológico era a alta pressão intersticial devido a edema crônico foi imediatamente evidente para a maioria dos especialistas neste campo.¹⁶³

Apesar de sua popularidade e do número de artigos publicados nos últimos anos sobre o uso de NPWT em LUs, poucas evidências foram produzidas. Em uma revisão recente da Cochrane⁴²¹apenas um ECR atendeu aos critérios de inclusão entre os 107 artigos publicados selecionados.⁴²²

O RCT analisado incluiu 60 pacientes randomizados para NPWT ou curativos padrão e compressão até 100% de granulação nas feridas. Depois disso, ambos os grupos receberam um transplante de enxerto de pele e aqueles tratados com NPWT tiveram mais 4 dias de