



DESENVOLVIMENTO DE UM EQUIPAMENTO VODH-23 DE TERAPIA POR PRESSÃO NEGATIVA DE BAIXO CUSTO

FRANCISCA HELENILDA DE OLIVEIRA BEZERRA; ODIRLEI LEANDRO MUNIZ;
VALÉRIA APARECIDA MASSON; LUIZ RICARDO AMBRÓSIO FILGUEIRAS;
MARCOS FELIPE MARCATTO DE ABREU

RESUMO

O presente artigo detalha o desenvolvimento de um produto inovador de terapia por pressão negativa de baixo custo destinado ao tratamento de feridas, como queimaduras, pé diabético e cirurgias de grande porte. Este estudo busca oferecer uma solução eficaz e acessível, utilizando materiais hospitalares e tecnologia portátil para criar um vácuo na área da ferida, acelerando assim o processo de cicatrização. A pesquisa está classificada como um relato de experiência, pois adota uma abordagem qualitativa e quantitativa, fundamentada em pesquisa bibliográfica e nos princípios da engenharia biomédica. O protótipo em questão destaca-se por sua forma compacta, pesando aproximadamente 60 gramas e capaz de gerar pressão negativa de até 400 mmHg. Embora simulações tenham apresentado resultados promissores, a necessidade de testes clínicos em pacientes reais permanece crucial, estando sujeitos à aprovação ética. Até o momento, os resultados preliminares sugerem que o protótipo possui potencial, oferecendo uma economia considerável em comparação com alternativas de mercado. No entanto, análises mais aprofundadas são indispensáveis para determinar o custo final, tornando-o verdadeiramente acessível à população brasileira. Em suma, a terapia por pressão negativa emerge como vital no tratamento de feridas, e embora o protótipo apresente promissoras vantagens econômicas, a condução de estudos clínicos e a aprovação ética são etapas cruciais para seu desenvolvimento. O aparelho VODH-23 tem o potencial de reduzir significativamente os custos associados à saúde pública, promovendo um acesso mais amplo a tratamentos de alta qualidade. Assim, evidencia-se a importância do investimento contínuo em pesquisa de dispositivos tecnológicos para impulsionar tratamentos eficazes e acessíveis.

Palavras-chave Terapia por pressão negativa; tratamento de feridas a vácuo; cicatrização; equipamento TPN; curativo à vácuo.

1 INTRODUÇÃO

A busca contínua por soluções inovadoras na área de saúde tem impulsionado a pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias acessíveis e eficazes para melhorar a qualidade de vida dos pacientes (LIMA et.al,2017). Neste contexto, o presente estudo apresenta o desenvolvimento de um protótipo de baixo custo para aplicação da técnica de terapia por pressão negativa no tratamento de feridas de diversas etiologias. Utilizando insumos hospitalares e tecnologia portátil, o protótipo cria um ambiente de vácuo no leito da ferida, com o propósito de acelerar o processo de cicatrização de feridas agudas e crônicas.

A aplicação direta de pressão negativa, por meio de materiais esterilizados e um aparelho portátil, representa uma inovação significativa aplicação da TPN no tratamento de feridas tem demonstrado inúmeros benefícios na redução do tempo de cicatrização. A TPN leva

ao controle de drenagem das secreções, a redução do edema local, a redução da carga bacteriana e o desenvolvimento precoce de um tecido de granulação pela estimulação da angiogênese (KAMAMOTO, 2016).

O desenvolvimento do protótipo do equipamento VODH-23, traz uma perspectiva promissora para a saúde e o bem-estar dos pacientes, oferecendo uma alternativa acessível e eficaz no tratamento de feridas.

O presente artigo tem como objetivos: Relatar o desenvolvimento de um equipamento de terapia por pressão negativa para tratamento para a cicatrização de feridas; apresentar um protótipo com a mesma qualidade dos equipamentos referência e com custo acessível, tanto para uso domiciliar, quanto hospitalar.

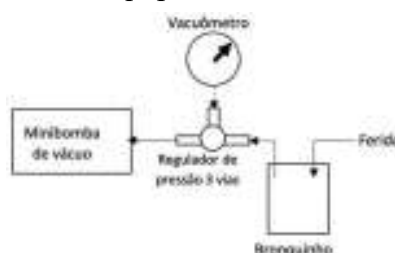
2 RELATO DE CASO/EXPERIÊNCIA

Durante o período de agosto de 2022 a dezembro de 2023, progredimos na concepção do protótipo de terapia por pressão negativa. Os resultados obtidos até o momento são os seguintes:

- O protótipo apresenta um design simples e compacto, com dimensões de 103,35 mm de comprimento, 69 mm de largura e 39 mm de profundidade, construído em um case de resina termoplástica ABS com espessura de parede de 2,82 mm.
- O dispositivo possui uma saída para conexão a um coletor de secreção tipo "Bronquinho" com capacidade de coleta de 40 ml, podendo ser substituído por um de 100 ml, caso necessário.
- O protótipo contém um motor acoplado a uma minibomba de vácuo tipo ventosa, com capacidade de gerar pressão negativa de até 400 mmHg.
- Uma válvula controladora de pressão de 3 vias é conectada à minibomba de vácuo. A primeira via está diretamente ligada à minibomba, a segunda permanece aberta para a atmosfera, e a terceira se conecta ao coletor "Bronquinho" que é aplicado à ferida. A segunda via também é usada para conexão com um vacuômetro para a regulação da pressão de sucção.
- Para acionar o motor, o dispositivo inclui uma placa de circuito com conector recarregável tipo MINI USB, embutida em uma das faces internas do case. Essa placa é alimentada por uma bateria de lítio e possui um botão de ligar/desligar para controlar a minibomba.

Realizamos simulações realísticas para avaliar o funcionamento do aparelho, usando os materiais e componentes descritos, obtendo resultados positivos. É importante notar que os testes não foram conduzidos em pacientes reais, uma vez que o dispositivo ainda precisa ser aprovado pela comissão de ética da faculdade e comissão ética hospitalar. Entretanto, os testes foram filmados e apresentados, incluindo a demonstração da técnica de curativo a vácuo.

No último teste realizado, o protótipo funcionou continuamente por noventa dias, iniciando em 01 dezembro de 2023, mantendo uma pressão adequada com média de 125 mmHg. Durante esse período, houve drenagem contínua de água em um teste com curativo simulado em meio úmido, mantendo a voltagem ideal, sem superaquecimento e com operação silenciosa. No que tange aos custos, o dispositivo demonstra uma economia considerável, situando-se aproximadamente oito vezes mais vantajoso em comparação com alternativas disponíveis no mercado. Contudo, é imperativo submeter o equipamento a análises mais aprofundadas visando a determinação de um custo definitivo. Isso, por conseguinte, viabilizará o acesso a um dispositivo que não apenas seja acessível, mas também equiparável, em termos de qualidade, aos renomados produtos de fabricantes conceituados e consolidados do mercado.

Figura 1: Equipamento VODH-23 em Simulação realística**Figura 2:** Representação gráfica do equipamento VODH-23**Figura 3:** QR Code do vídeo com equipamento em teste

3 DISCUSSÃO

Determinadas lesões decorrentes de traumas ou procedimentos cirúrgicos demandam uma abordagem terapêutica distinta, em virtude da exacerbada acumulação de exsudatos e secreções no leito da ferida, cuja estase propicia o desenvolvimento de colonizações bacterianas. O presente estudo propõe a análise do desenvolvimento do dispositivo VODH-23, uma inovação no campo da terapia por pressão negativa. Este equipamento, de custo acessível, destina-se a facilitar o processo de cicatrização de uma variedade de feridas, abrangendo desde lesões de pequeno a médio porte, sejam elas crônicas ou agudas, com ressalvas em casos específicos, tais como pacientes oncológicos ou portadores de distúrbios de coagulação. Seu desígnio visa reduzir significativamente o tempo de cicatrização, o período de internação hospitalar e os gastos com insumos, tanto na substituição diária de curativos quanto na administração de antibióticos. Este dispositivo cria um ambiente de pressão negativa subatmosférica, controlada dentro da faixa de -70 a -125 mmHg, no leito da ferida, a qual é coberta por uma película transparente sobre uma espuma de poliuretano estéril, diretamente aplicada sobre a área afetada, e conectada a uma mangueira transparente. Mediante um processo contínuo de aspiração, este método é eficaz na remoção contínua de fluidos corporais, favorecendo assim o processo de cicatrização e a subsequente cicatrização da lesão cutânea.

A terapia por pressão negativa (TPN), também conhecido na área médica como curativo a vácuo (VAC), não é novidade, existem relatos da aplicação dessa técnica em feridas complexas em 1966, alcançando um resultado positivo, em 1997 foi desenvolvido um aparelho pela Universidade da Carolina do Norte, iniciando mais pesquisa sobre esse tema. No Brasil já foi aplicado essa técnica utilizando o painel de gases e vácuo. E em todos os relatos de caso, demonstra um resultado positivo para o paciente (LIMA, et al 2017).

A aplicação da TPN no tratamento de feridas tem demonstrado inúmeros benefícios na

redução do tempo de cicatrização. Segundo MALMSJO et. al., a TPN leva ao controle de drenagem das secreções, a redução do edema local, a redução da carga bacteriana e o desenvolvimento precoce de um tecido de granulação pela estimulação angiogênica. A técnica é simples consistindo na aplicação de esponja envida por filme plástico transparentes sobre o leito da ferida, desta forma, obliterando totalmente a ferida, após essa etapa o curativo é conectado a um sistema de vácuo inicialmente ativado com uma pressão negativa contínua de 125 mm Hg, podendo variar entre -50 a -150 mmhg (MALMSJO et al. 2012).

Estudos mostraram que o uso da a terapia de feridas por pressão negativa gera maior ocorrência de cicatrização, redução da área da úlcera, redução do tempo para cicatrização e redução de amputações maiores. A aplicação da pressão negativa sobre a ferida promove a proliferação epitelial e migração de fibroblastos, acelera a formação de tecido de granulação e contribui para a remoção de bactérias da ferida e estimula a circulação capilar local, além de aproximar os bordos da ferida (Liu et al. 2017; Zhang et al. 2014).

Na literatura, encontramos diversos estudos, tanto com alto nível de evidência como estudos clínicos randomizados e controlados, coortes e estudos com nível de evidência menor como série de casos, relatos de caso, todos os estudos a respeito da TPN têm mostrado bons resultados quanto a utilização, além de uma diversidade de indicações para feridas complexas por diversas etiologias (MALMSJO et al. 2012). Dentre as principais indicações, temos: feridas complexas: úlceras por pressão, feridas traumáticas, feridas cirúrgicas (deiscências), queimaduras, feridas necrotizantes, feridas diabéticas, úlceras venosas, feridas inflamatórias, feridas por radiação, e outras; enxertos de pele: para otimizar a integração do enxerto ao leito; abdome aberto; prevenção de complicações: em incisões fechadas; instilação de soluções: em feridas contaminadas ou infectadas (LIMA, et al. 2017, p.84)

As feridas complexas oneram o sistema de saúde, pois geram muitos gastos envolvendo recursos materiais, internações, recursos humanos, além de aumentar a morbimortalidade do paciente. Portanto, é relevante que a equipe de saúde viabilize alternativas para redução do tempo de cicatrização, de forma a prevenir a hospitalização, promovendo a melhora da qualidade de vida do cliente (SILVA, et al. 2020).

Há extensa pesquisa e análise da técnica de curativo por pressão negativa, bem como dos diversos dispositivos disponíveis para sua aplicação. Contudo, todos os dispositivos investigados provêm de fabricação e comercialização chinesa ou americana, alguns ostentando características portáteis, embora notáveis pela complexidade e utilização de materiais exclusivos. Destaca-se que os custos de aquisição desses dispositivos são substancialmente elevados, chegando a aproximadamente R\$ 10.000,00(Dez mil reais) e com troca por curativo em média R\$2.700,00(dois mil e setecentos reais), o que torna sua utilização inviável para pacientes em situação socioeconômica mais desfavorecida, bem como para instituições públicas de saúde.

No cenário brasileiro, Kamamoto desenvolveu uma tecnologia inovadora para terapia por pressão negativa (TPN) à beira do leito, denominado “Método USP”, aproveitando o sistema hospitalar existente. Embora esses estudos representem um avanço significativo em relação ao custo da TPN, ainda permanecem elevados e restritos ao ambiente hospitalar (KAMAMOTO- 2016). Ademais, o equipamento apresenta ainda falhas no ajuste de pressão, pois não há como garantir os valores pressóricos com exatidão.

Todos esses avanços e estudos sobre a TPN motivaram o desenvolvimento do equipamento VODH-23, destacando-se pela sua capacidade de ser utilizado fora do leito, com supervisão profissional, até mesmo em ambiente domiciliar, proporcionando maior conforto e bem-estar ao paciente. Além disso, o equipamento apresenta uma redução significativa de custos, com preço estimado entre R\$880,00 e R\$1.000,00, e um custo médio por curativo de aproximadamente R\$37,00.

É importante destacar que o dispositivo VODH-23 demanda refinamento técnico,

encontrando-se ainda em estágios de avaliação, pelo comitê de ética em pesquisa institucional para a sua eventual autorização de uso em seres humanos. Não obstante, os ensaios em ambiente laboratorial revelam uma perspectiva promissora e impactante, com os primeiros resultados apresentando-se de maneira satisfatória, especialmente quando comparados aos equipamentos disponíveis tanto no mercado nacional quanto no internacional. Tais resultados suscitam reflexões acerca de um futuro iminente no qual poderemos apresentar ao mercado um dispositivo de ponta e acessível em termos de custo, viabilizando sua aplicação tanto em ambientes hospitalares quanto domiciliares, e, por conseguinte, facultando o acesso a tratamentos de alta qualidade a um preço justo principalmente no Sistema Único de Saúde (SUS).

4 CONCLUSÃO

Embora ainda sujeito a aprimoramentos técnicos e avaliações do Comitê de ética, os resultados preliminares do VODH-23 são promissores, indicando sua viabilidade e eficácia comparáveis aos padrões estabelecidos. A perspectiva de disponibilizar um dispositivo de alta tecnologia a um preço acessível representa um avanço significativo no campo da terapia de feridas, com implicações tanto para pacientes quanto para os sistemas de saúde.

Em suma, o desenvolvimento e implementação do dispositivo VODH-23 sinalizam uma nova era no tratamento com terapia por pressão negativa, caracterizada pela acessibilidade, eficácia e qualidade. Ao superar as barreiras tradicionais de custo e disponibilidade, o VODH-23 oferece a perspectiva de um tratamento mais eficaz e acessível para pacientes com feridas, representando um marco importante na busca por cuidados de saúde mais equitativos e eficientes.

REFERÊNCIAS

KANJI LF, Wilking SV, Phillips TJ. Pressure ulcers. *J Am Acad Dermatol*. 1998; 38 (4): 517-36. Geovanini T. Tratamentos e cuidados específicos nas úlceras por pressão. In: Geovani T. (Org.). **Tratado de feridas e curativos**: São Paulo: Rideel, 2014. Cap. 13, p. 231-42

LIMA RVKS, COLTRO PS, FARINA JA. Negative pressure therapy for the treatment of complex wounds. **Rev Col Bras Cirurgia**. 2017 ;44(Rev. Col. Bras. Cir., 2017 44(1).

LIU, S.; HE, C. Z.; CAI, Y. T.; XING, Q. P.; GUO, Y. Z.; CHEN, Z. L.; Yang, L. P. Evaluation of negative-pressure wound therapy for patients with diabetic foot ulcers: systematic review and meta-analysis. *Therapeutics and clinical risk management*, 2017. p.13, 533.

MALMSJO M, GUSTAFSSON L, LINDSTEDT S, GESLEIN B, INGEMANSSON R. The effects of variable, intermittent, and continuous negative pressure wound therapy, using foam or gauze, on wound contraction, granulation tissue formation, and ingrowth into the wound filler. **Eplasty**. 2012. p.12. ed5.

KAMAMMOTO, Fábio. Estudo comparativo entre o método USP de terapia por pressão negativa e o sistema V.A.C.® no tratamento de feridas traumáticas. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, Programa de Ortopedia e Traumatologia, São Paulo, 2016. p. 12-53.

SILVA, J. W. L. da; SANTOS, L. S. A. dos; SILVA, M. L. A.; ARAÚJO, C. S. B.; MOURA, M. E. R. B. de; PEREIRA, V. C. S.; LANDIM, C. N. A.; SILVA, C. R. L. da. Manejo da terapia por pressão negativa (TPN) em lesões complexas/ Management of negative pressure

therapy (TPN) in complex injuries. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 6949–6958, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n2-1117. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/6818>. Acesso em: 18 nov. 2023.