

ANÁLISE DAS FORÇAS APLICADAS EM DIFERENTES TÉCNICAS DE SUTURA PARA FECHAMENTO DE FERIDAS

AUTORES

HASSAN, Felipe Piedade;
URZEDO, Tamiris Ferreira;
MARTINES, Helora Paulo;
FREITAS, Nelciely Macedo

Discente da União das Faculdades dos Grandes Lagos – UNILAGO

ATIQUE, Stéfano Gabriel
Docente da União das Faculdades dos Grandes Lagos – UNILAGO

RESUMO

O fechamento de feridas cirúrgicas por meio de sutura está intrinsecamente relacionado à integridade da cicatrização, assim como à prevenção de complicações. Dessa forma, a técnica utilizada influencia a distribuição de forças no tecido, a resistência da ferida, afetando sua perfusão, gerando risco de isquemia. Este estudo teve como objetivo comparar diferentes métodos de sutura quanto à força aplicada, distribuição de tensão e potenciais complicações. Foi realizada uma análise comparativa baseada em quatro estudos encontrados em bases de dados indexadas, contemplando técnicas como ponto simples, colchoeiro vertical e horizontal, polia convencional e modificada, fechamento pela regra das metades e o uso de dispositivo adesivo de retenção. Os parâmetros analisados foram a força de tração necessária, o padrão de distribuição de tensão ao longo da ferida e as consequências clínicas decorrentes, tais como deiscência, necrose tecidual por isquemia e falhas de aproximação. Os resultados demonstraram que técnicas como a polia modificada e o dispositivo adesivo distribuíram melhor a tensão, exigindo menor força e reduzindo riscos. Já métodos como o ponto colchoeiro vertical e a regra das metades concentraram carga no ponto central, favorecendo complicações como “cheese wiring” e isquemia. A análise reforça que técnicas que promovem distribuição homogênea da força são biomecanicamente mais vantajosas e devem ser preferidas em contextos de fechamento de áreas sob tensão. A escolha criteriosa da técnica, considerando as características do tecido e da ferida, torna-se essencial para otimizar a cicatrização e reduzir eventos adversos.

PALAVRAS - CHAVE

Técnicas de sutura; Técnicas de fechamento de feridas; Resistência à tração; Cicatrização de feridas; Deiscência da ferida.

ABSTRACT

The closure of surgical wounds by suturing is intrinsically linked to the integrity of healing and the prevention of complications. Thus, the technique employed directly influences the distribution of forces within the tissue and the mechanical strength of the wound, affecting perfusion and potentially increasing the risk of ischemia. This study aimed to compare different suturing methods in terms of applied force, tension distribution, and potential complications. A comparative analysis was performed based on four studies retrieved from indexed databases, encompassing techniques such as simple interrupted sutures, vertical and horizontal mattress sutures, conventional and modified pulley techniques, the halving method, and the use of adhesive retention devices. The parameters analyzed included the amount of traction force required, the pattern of tension distribution along the wound, and clinical consequences such as dehiscence, ischemia-induced tissue necrosis, and failed wound approximation. The results demonstrated that techniques like the modified pulley and adhesive devices provided better tension distribution, required less force, and reduced the risk of complications. In contrast, techniques such as the vertical mattress and the halving method concentrated mechanical load at the central point, increasing the likelihood of complications such as cheese wiring and ischemia. This analysis reinforces that techniques promoting a homogeneous distribution of mechanical forces are biomechanically more advantageous and should be prioritized when closing wounds under tension. A careful selection of suturing technique, considering tissue characteristics and wound geometry, is essential to optimize healing outcomes and reduce adverse events.

1. INTRODUÇÃO

O fechamento de feridas cirúrgicas por meio de sutura é um procedimento essencial na prática médica, diretamente associado à qualidade da cicatrização e à prevenção de complicações, como deiscência, infecção e necrose isquêmica ⁽¹⁾. A escolha da técnica de sutura influencia significativamente esses desfechos, uma vez que diferentes métodos exercem forças distintas sobre o tecido, afetando a perfusão local e a integridade da ferida ao longo do tempo. Estudos recentes destacam a importância da análise biomecânica para compreender como a distribuição de tensão nas bordas da ferida pode impactar o processo de cicatrização ⁽¹⁻⁴⁾.

Diversas técnicas de sutura têm sido avaliadas quanto à eficácia biomecânica e ao impacto na perfusão tecidual. Marsidi et al. (2020) demonstraram que a sutura em polia e sua variação modificada requerem menor força de tração em comparação com suturas simples ou em colchoeiro, seja na variação vertical ou horizontal, reduzindo o estresse sobre o tecido ⁽¹⁾. Além disso, dispositivos adesivos de retenção de sutura (ARSD), que funcionam como suportes auxiliares para redistribuir a tensão mecânica ao redor da ferida, foram associados a uma melhora da perfusão, minimizando o risco de isquemia e promovendo um ambiente mais favorável à cicatrização ⁽²⁾. A técnica da regra das metades, analisada por Lear et al. (2020), evidenciou que o ponto central da ferida exige a maior força de tração, o que pode aumentar o risco de complicações como o cheese wiring e a necrose marginal ⁽³⁾. Dados adicionais apresentados por Capek et al. (2011), em testes realizados com pele humana, reforçam que esse pico de força no centro da ferida está associado à tensão natural dos tecidos e pode impactar negativamente o fechamento cirúrgico ⁽⁴⁾.

Diante dessas evidências, este estudo tem como objetivo comparar diferentes técnicas de sutura descritas na literatura, avaliando as forças aplicadas em cada método e suas implicações biomecânicas. Busca-se identificar as principais complicações associadas a essas técnicas, com o intuito de fornecer subsídios que auxiliem na escolha da abordagem mais adequada durante o ato cirúrgico.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Diversos estudos têm explorado os aspectos biomecânicos envolvidos no processo de sutura, especialmente em relação à força de tração exigida por diferentes técnicas e à forma como essa força é distribuída ao longo das bordas da ferida. Técnicas como o ponto simples, Donatti e sutura em “U”, além das variações em polia, têm sido avaliadas quanto à sua eficácia no fechamento de feridas sob tensão. Recentemente, surgiram abordagens complementares, como o uso de dispositivos adesivos de retenção de sutura (ARSD), voltadas à redistribuição da força de tração com o intuito de reduzir a carga mecânica sobre o tecido. A chamada “regra das metades”, frequentemente utilizada para garantir simetria no fechamento, também tem sido objeto de análise biomecânica por sua tendência a concentrar forças no ponto central da ferida. No presente estudo, foram selecionadas quatro referências-chave extraídas de um levantamento inicial de 25 artigos indexados na base PubMed, com base nos descritores “Suture”, “Forces” e “Perfusion”. As evidências contidas nesses artigos permitiram uma análise comparativa fundamentada, considerando tanto dados clínicos quanto experimentais obtidos em modelos sintéticos e biológicos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo consiste em uma análise comparativa de técnicas de sutura utilizadas no fechamento de feridas cirúrgicas, dentro de artigos em inglês nas bases de dados do Pubmed. A busca foi feita a partir das palavras chave “Suture”, “Forces” e “Perfusion”, totalizando uma amostra de 25 artigos entre os anos de 1973 e 2025. Após analisar os títulos e abstracts de cada artigo, chegamos ao número final de 4 referências que se enquadram nos objetivos da nossa pesquisa e que foram analisados para a escrita deste artigo.

Os artigos selecionados abordam aspectos biomecânicos, distribuição de forças e complicações associadas a técnicas de sutura simples, em polia e sua versão modificada, colchoeiro vertical e horizontal, sendo mais conhecidos no Brasil por Donatti e ponto em “U”, respectivamente, bem como o uso dos ARSD e da regra das metades. A comparação entre as técnicas foi realizada com base nos seguintes critérios: força de tração necessária para o fechamento da ferida, distribuição da tensão ao longo da sutura, impacto na perfusão tecidual e incidência de complicações, como deiscência, necrose isquêmica e falhas na cicatrização. Para cada técnica, foram analisados os dados experimentais e clínicos relatados nos estudos, considerando as condições do experimento, o tipo de material utilizado e os modelos empregados, biológicos e sintéticos.

Além disso, foram avaliadas as formas de medição das forças de sutura descritas nos artigos, incluindo o uso de dinamômetros, modelos biomecânicos e testes de perfusão tecidual. Os resultados foram organizados de forma comparativa, permitindo a identificação de padrões de desempenho e complicações específicas de cada técnica. Essa abordagem visa proporcionar uma visão crítica sobre as vantagens e limitações de cada método, contribuindo para a tomada de decisão no contexto cirúrgico, com base em evidências biomecânicas e clínicas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise comparativa das técnicas de sutura revelou diferenças significativas quanto à força aplicada, à distribuição de tensão nas bordas da ferida e ao risco de complicações associadas. Marsidi et al. (2020) observou que as técnicas de sutura em polia, tanto a convencional quanto a modificada, exigiram forças significativamente menores para o fechamento da ferida em comparação com as suturas simples e em colchoeiro, tanto Donatti quanto em “U”. A técnica de polia modificada, em particular, apresentou melhor distribuição das forças ao longo do

tecido, reduzindo a tensão localizada e, conseqüentemente, o risco de isquemia tecidual e deiscência. Em contrapartida, a sutura em Donatti foi a que demandou maior força, o que pode comprometer a perfusão e favorecer a necrose marginal ⁽¹⁾.

No estudo de Lear et al. (2020), a aplicação da regra das metades demonstrou que o primeiro ponto central da ferida exige uma força de tração até seis vezes maior que os pontos subsequentes, especialmente em feridas mais largas. Essa distribuição desigual pode gerar concentrações de estresse no ponto inicial, resultando em cheese wiring, onde ocorre a laceração do tecido pela sutura e, conseqüentemente, maior risco de deiscência ⁽³⁾.

Já no trabalho de Stoecker et al. (2021), a utilização de um ARSD reduziu significativamente a concentração de forças nas bordas da ferida, redistribuindo a tensão e melhorando a perfusão tecidual. Pacientes que utilizaram estes dispositivos apresentaram menor incidência de isquemia e resultados estéticos superiores em relação aos grupos controle ⁽²⁾.

No estudo de Capek et al. (2011), foram analisadas feridas elípticas realizadas em pele humana, fechadas por sutura simples iniciada pelo ponto central, reproduzindo a lógica biomecânica da técnica conhecida como regra das metades, analisada por Lear et al. (2020). Os autores observaram que o ponto central concentrou a maior carga de tração, com forças iniciais variando entre 1,1 e 3,2 N, a depender da tensão natural do tecido. Além disso, foi identificada uma redução média de um quinto da força após meio minuto, atribuída ao relaxamento viscoelástico do tecido. Esses achados reforçam a tendência de sobrecarga no ponto inicial e demonstram que o comportamento mecânico da pele humana segue um padrão semelhante ao descrito em modelos sintéticos, como os utilizados por Lear et al. ^(3, 4).

Para facilitar a visualização comparativa, a tabela abaixo resume as principais características biomecânicas e complicações associadas às técnicas analisadas:

Tabela 1 – Comparação entre técnicas de sutura quanto à força aplicada e complicações associadas

Técnica de Sutura	Tipo de Ferida e Tecido	Força Necessária	Distribuição da Tensão	Principais Complicações	Fonte
Sutura Simples	Linear simulada, modelo sintético e pele suína	Moderada	Concentrada nos pontos	Tensão localizada, risco de deiscência	Marsidi et al., 2020
Sutura Simples (Regra das metades implícita)	Excisional elíptica, pele humana	1,1-3,2 ponto central com redução de 20% em 30 segundos	Concentrada no ponto central, com relaxamento subsequente	Risco sobrecarga no ponto inicial, isco cheese wiring e falha na aproximação	Capek et al., 2011
Sutura em Donatti	Linear simulada, modelo sintético e pele suína	Alta	Elevada tensão pontual	Isquemia tecidual, necrose marginal	Marsidi et al., 2020

Sutura em "U"	Linear simulada, modelo sintético e pele suína	Moderada a Alta	Relativamente uniforme	Compressão excessiva, perfusão comprometida	Marsidi et al., 2020
Sutura em Polia	Linear simulada, modelo sintético e pele suína	Baixa a Moderada	Distribuição longitudinal	Menor risco de deiscência	Marsidi et al., 2020
Sutura em Polia Modificada	Linear simulada, modelo sintético e pele suína	Baixa	Distribuição otimizada	Mínima isquemia, melhor aproximação	Marsidi et al., 2020
Regra das Metades	Excisional elíptica, modelo sintético e pele suína	Alta no ponto central	Desigual	Cheese wiring, deiscência no ponto médio	Lear et al., 2020
ARSD (dispositivo adesivo)	Excisional elíptica, pele humana	Reduzida com o dispositivo	Tensão redistribuída	Melhora da perfusão, menos isquemia	Stoecker et al., 2021

As técnicas de sutura simples, amplamente utilizadas por sua facilidade de execução, concentram a força de tração em pontos isolados. Esse padrão de distribuição favorece o aumento de tensão localizada, podendo evoluir para isquemia e necrose tecidual. Como consequência, há maior risco de deiscência, especialmente em regiões com maior mobilidade ou tensão cutânea. Técnicas como o Donatti e ponto em "U" oferecem fixação mais estável, mas também exigem maior força para aproximação das bordas, o que pode comprometer a perfusão local e favorecer a necrose marginal, sobretudo na ausência de medidas para alívio de tensão ⁽¹⁾.

Em contraste, as técnicas em polia, com destaque para a variação modificada, mostraram-se mais eficazes na redistribuição das forças ao longo do eixo da ferida. A menor força de tração exigida reduz significativamente o risco de trauma mecânico tecidual e contribui para uma cicatrização mais equilibrada. Esse padrão é especialmente vantajoso em regiões onde a elasticidade da pele está diminuída ou em áreas anatomicamente sujeitas a maior tensão. O efeito progressivo da tração permite uma adaptação mais uniforme das bordas, minimizando o risco de ruptura por excesso de tensão ⁽¹⁾.

A técnica da regra das metades, embora tradicionalmente empregada por facilitar o alinhamento simétrico das bordas da ferida, apresenta limitações biomecânicas que merecem atenção. Em modelos sintéticos, Lear et al. 2020 identificou que o primeiro ponto central, comumente o inicial na aplicação da técnica, exige uma carga de tração substancialmente superior aos pontos seguintes, podendo chegar a valores seis vezes maiores. Esse acúmulo de tensão no centro da ferida representa um risco importante de cheese wiring, situação na qual o fio rompe ou corta o tecido por excesso de força, elevando o risco de falhas no fechamento ⁽³⁾. Da mesma forma, Capek et al. 2011 realizou ensaios em pacientes humanos e demonstraram que esse mesmo ponto central, quando utilizado como início do fechamento em feridas elípticas, é também o que exige a maior força de tração.

Os dados indicam que a carga aplicada pode variar conforme a tensão natural da pele do paciente, e que parte dessa força se dissipa nos minutos iniciais após a sutura, devido ao comportamento viscoelástico do tecido. Esse fenômeno de relaxamento, embora esperado, não elimina o risco biomecânico imediato do ponto inicial, que permanece sendo a região de maior exigência estrutural durante o fechamento da ferida ⁽⁴⁾.

O uso de dispositivos auxiliares como o ARSD (Adhesive Retention Suture Device) representa um avanço relevante ao permitir redistribuição da força para áreas maiores da pele, reduzindo a tensão localizada e favorecendo o aumento da perfusão tecidual. Os resultados clínicos demonstraram que o ARSD não apenas facilita o fechamento de feridas sob alta tensão, mas também proporciona melhores desfechos estéticos e menor incidência de necrose isquêmica, além de não ter o risco de cheese wiring. Essa tecnologia se mostra especialmente útil em feridas extensas ou localizadas em regiões de difícil aproximação primária, podendo inclusive complementar técnicas que concentram força em pontos únicos, como nos modelos e técnicas utilizadas em Lear et al. 2020 e Capek et al. 2011 ⁽²⁾.

Assim, a análise comparativa reforça que a escolha da técnica de sutura deve ser pautada na avaliação da tensão local, da qualidade do tecido e da complexidade anatômica envolvida. Métodos que distribuem a carga de forma equilibrada, como a polia modificada ou o uso do ARSD, estão associados a menor incidência de complicações. Já técnicas que concentram a força em regiões específicas devem ser aplicadas com cautela, idealmente associadas a estratégias de alívio mecânico que preservem a viabilidade tecidual e favoreçam a cicatrização.

5. CONCLUSÃO

A análise das técnicas de sutura demonstrou que a escolha do método de fechamento tem impacto direto na distribuição de forças sobre a ferida e na ocorrência de complicações como isquemia, deiscência e necrose tecidual. Técnicas que promovem uma melhor distribuição da tensão, como a sutura em polia modificada e o uso de dispositivos adesivos de retenção, apresentam vantagens biomecânicas e clínicas em relação às abordagens que concentram força em pontos específicos, como Donatti e a regra das metades. Assim, a compreensão das características mecânicas de cada técnica é fundamental para a tomada de decisão durante o ato cirúrgico, contribuindo para melhores resultados funcionais e estéticos na cicatrização de feridas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MARSIDI, N.; VERMEULEN, S. A. M.; HOREMAN, T.; GENDERS, R. E. Measuring forces in suture techniques for wound closure. **Journal of Surgical Research**, v. 255, p. 135-143, nov. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2020.05.033>.

STOECKER, A. et al. Enhanced perfusion of elliptical wound closures using a novel adhesive suture retention device. **Health Science Reports**, v. 4, n. 3, e364, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1002/hsr2.364>.

LEAR, W.; ROYBAL, L. L.; KRIZIC, J. J. Forces on sutures when closing excisional wounds using the rule of halves. **Clinical Biomechanics**, v. 72, p. 161-163, fev. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2019.12.018>.

CAPEK, L. et al. The analysis of forces needed for the suturing of elliptical skin wounds. **Medical & Biological Engineering & Computing**, v. 50, n. 2, p. 193-198, fev. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11517-011-0857-5>.