



C A P Í T U L O 9

ASSOCIAÇÃO ENTRE O DIABETES DESCONTROLADO E AS COMPLICAÇÕES DA FERIDA OPERATÓRIA

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.622152518129>

Conrado Domingues Dionizio Simão

Fundação Educacional do Município de Assis (FEMA)
Assis, São Paulo
<https://orcid.org/0009-0001-1001-4866>

Nicoly Vitoria de Souza Coelho

Universidade Nove de Julho (UNINOVE)
São Bernardo do Campo- SP
<https://orcid.org/0009-0000-7277-6148>

Eduardo Ferreira da Silva

Universidade Federal de Catalão (UFCat)
Catalão, Goiás
<https://orcid.org/0009-0002-9703-6327>

Cylo Fernandes dos Santos

Universidade Federal de Catalão (UFCat)
Catalão, Goiás
<https://orcid.org/0009-0002-6473-8648>

Pedro Lucas Mendes Silva

Universidade Federal de Catalão (UFCat)
Catalão, Goiás
<https://orcid.org/0009-0007-9041-4301>

Pedro Augusto Portela de Moura e Souza

Universidade Federal de Catalão (UFCat)
Catalão, Goiás
<https://orcid.org/0009-0006-9028-2700>

André Matheus Gava

Fundação Educacional do Município de Assis (FEMA)
Assis, São Paulo
<https://orcid.org/0009-0005-7087-9123>

Tainá Taveira Fernandes
Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP)
Ribeirão Preto, São Paulo
<https://orcid.org/0009-0008-3833-6227>

Sheylla Karine Medeiros
Faculdade de Medicina de Petrópolis/ Hospital Alcides Carneiro
Petrópolis, Rio de Janeiro
<https://orcid.org/0009-0005-3481-5907>

Cauê Scatolon Oliveira
Faculdade de medicina de Dracena - Unifadra
Dracena, São Paulo
<https://orcid.org/0009-0000-8654-7258>

Kadichari Ferreira Moessa
Universidade Federal de Catalão (UFCat)
Catalão, Goiás
<https://orcid.org/0009-0005-3522-6821>

Amanda Peres Matheus
Fundação Educacional do Município de Assis (FEMA)
Assis, São Paulo
<https://orcid.org/0009-0003-8219-7053>

RESUMO: O Diabetes Mellitus é uma condição muito prevalente entre pacientes submetidos a procedimentos cirúrgicos, incluindo cirurgias eletivas ou de urgência. Além dos indivíduos previamente diagnosticados, uma quantidade significativa apresenta diabetes não identificado ou hiperglicemia de estresse no perioperatório, tornando o controle glicêmico um elemento essencial da prática cirúrgica e anestésica. Evidências crescentes demonstram que a falta de controle da glicemia está associada à maior morbidade pós-operatória, aumento das taxas de reinternação e elevação dos custos hospitalares. Do ponto de vista fisiopatológico, a hiperglicemia compromete etapas essenciais do processo de cicatrização, ao interferir na resposta imunológica, na microcirculação, na oxigenação tecidual e na qualidade do colágeno formado. Este estudo teve como objetivo analisar a associação entre diabetes descontrolado e complicações da ferida operatória, com ênfase na infecção do sítio cirúrgico, deiscência e retardar da cicatrização, bem como discutir o papel da hiperglicemia perioperatória e da hemoglobina glicada como marcadores prognósticos de risco cirúrgico. Foi realizada uma revisão sistemática da literatura, com busca estruturada em bases de dados da área da saúde, utilizando descritores controlados e combinações booleanas relacionadas a Diabetes Mellitus, hiperglicemia e complicações cirúrgicas. Inicialmente, foram identificados 323 estudos, dos quais 19 atenderam integralmente aos critérios de inclusão após triagem por títulos, resumos e leitura na íntegra. Os

estudos incluídos demonstraram que o diabetes descontrolado constitui fator independente de risco para complicações da ferida operatória, mesmo após ajuste para variáveis clínicas e cirúrgicas confundidoras. A infecção do sítio cirúrgico foi o desfecho mais frequentemente relatado, seguida por maior incidência de deiscência e atraso da cicatrização, especialmente em pacientes com hiperglicemia pós-operatória persistente e níveis elevados de hemoglobina glicada. Evidências indicam que protocolos de controle glicêmico rigoroso no perioperatório contribuem para a redução de complicações e melhoram os desfechos clínicos. Portanto, conclui-se que o diabetes descontrolado exerce impacto significativo e consistente sobre a cicatrização cirúrgica, reforçando a importância da avaliação metabólica pré-operatória, do monitoramento glicêmico contínuo e da adoção de estratégias terapêuticas individualizadas para a redução da morbidade pós-operatória.

PALAVRAS-CHAVE: Diabetes mellitus; Hiperglicemia; Ferida operatória; Infecção do sítio cirúrgico; Deiscência; Cicatrização.

INTRODUÇÃO

A relevância clínica do diabetes descontrolado no contexto cirúrgico é elevada, considerando a alta prevalência de Diabetes Mellitus entre pacientes submetidos a procedimentos cirúrgicos, tanto eletivos quanto de urgência (SHAHRIARI et al., 2022; PROVENZANO et al., 2021; KENNEDY et al., 2025; ZHAO et al., 2025). Além dos indivíduos previamente diagnosticados, há um contingente significativo de pacientes com diabetes não reconhecido ou que desenvolvem hiperglicemia de estresse no período perioperatório (SHAHRIARI et al., 2022; PROVENZANO et al., 2021). Essa realidade torna o controle glicêmico um componente central da prática cirúrgica e anestésica, exigindo vigilância sistemática e protocolos padronizados para identificação e manejo da hiperglicemia antes, durante e após a cirurgia (SHAHRIARI et al., 2022; PROVENZANO et al., 2021).

O impacto do diabetes descontrolado reflete-se diretamente no aumento da morbidade pós-operatória, das taxas de reinternação e dos custos hospitalares (SHAHRIARI et al., 2022; PROVENZANO et al., 2021). Pacientes com controle glicêmico inadequado apresentam maior risco de infecções, eventos cardiovasculares, disfunção renal e atraso na recuperação global (SHAHRIARI et al., 2022; PROVENZANO et al., 2021). Essas complicações frequentemente resultam em prolongamento do tempo de internação, necessidade de terapias mais complexas, reoperações e reinternações precoces, gerando sobrecarga significativa ao sistema de saúde e impacto negativo na qualidade de vida do paciente (SHAHRIARI et al., 2022; PROVENZANO et al., 2021).

Do ponto de vista fisiopatológico, a cicatrização de feridas é um processo dinâmico dividido em três fases — inflamatória, proliferativa e de remodelação —

todas profundamente afetadas pela hiperglicemia (KAVAK et al., 2023; HAMAD et al., 2024; BEDNARSKI et al., 2025). Na fase inflamatória, ocorre prejuízo na resposta imune inicial; na fase proliferativa, há comprometimento da formação de tecido de granulação, da angiogênese e da síntese de colágeno; já na fase de remodelação, o colágeno formado apresenta menor qualidade estrutural e resistência mecânica (KAVAK et al., 2023; HAMAD et al., 2024; BEDNARSKI et al., 2025). Essas alterações culminam em uma cicatriz mais frágil e suscetível a falhas (KAVAK et al., 2023; HAMAD et al., 2024; BEDNARSKI et al., 2025).

Os mecanismos envolvidos no diabetes descontrolado explicam essas alterações (KAVAK et al., 2023; HAMAD et al., 2024; BEDNARSKI et al., 2025). A hiperglicemia persistente compromete a função de neutrófilos e macrófagos, reduzindo a quimiotaxia e a fagocitose, o que enfraquece a defesa contra microrganismos (KAVAK et al., 2023; HAMAD et al., 2024; BEDNARSKI et al., 2025). Além disso, há inibição da angiogênese por redução da ação de fatores de crescimento, levando a isquemia relativa do sítio cirúrgico (KAVAK et al., 2023; HAMAD et al., 2024; BEDNARSKI et al., 2025). A glicação não enzimática do colágeno altera sua organização e resistência, enquanto o excesso de glicose no meio tecidual cria um ambiente propício à proliferação bacteriana (KAVAK et al., 2023; HAMAD et al., 2024; BEDNARSKI et al., 2025).

Como consequência direta desses mecanismos, surgem complicações cirúrgicas relevantes, sendo a infecção do sítio cirúrgico a mais frequente e temida (KAVAK et al., 2023; HAMAD et al., 2024; BEDNARSKI et al., 2025). Associam-se ainda a deiscência de ferida, decorrente da baixa força tênsil do tecido cicatricial, o retardamento da cicatrização e, em casos mais graves, necrose tecidual e falha de sutura (KAVAK et al., 2023; HAMAD et al., 2024; BEDNARSKI et al., 2025). Essas complicações não apenas atrasam a recuperação, mas também aumentam a morbimortalidade e a complexidade do cuidado pós-operatório (KAVAK et al., 2023; HAMAD et al., 2024; BEDNARSKI et al., 2025).

Diante desse cenário, justifica-se a realização de estudos que forneçam evidências sólidas para a elaboração de protocolos perioperatórios baseados em controle glicêmico rigoroso (KAVAK et al., 2023; HAMAD et al., 2024; BEDNARSKI et al., 2025). A padronização de metas glicêmicas, estratégias terapêuticas e duração do controle é fundamental para reduzir complicações (KAVAK et al., 2023; HAMAD et al., 2024; BEDNARSKI et al., 2025). Além disso, tais evidências são essenciais para orientar a atuação integrada de cirurgiões, anestesiologistas, endocrinologistas, enfermeiros e nutricionistas, reforçando a importância do cuidado multiprofissional na otimização dos desfechos cirúrgicos em pacientes com diabetes descontrolado (KAVAK et al., 2023; HAMAD et al., 2024; BEDNARSKI et al., 2025).

OBJETIVOS

O presente estudo tem como objetivo principal analisar, de forma sistematizada e fundamentada em evidências científicas, o impacto do diabetes descontrolado como fator independente de risco para complicações da ferida operatória (MALKOC et al., 2023). Busca-se compreender sua influência específica sobre desfechos clínicos relevantes, como infecção do sítio cirúrgico, deiscência de ferida e retardo da cicatrização, considerando a persistência desses riscos mesmo após o controle de variáveis clínicas e cirúrgicas potencialmente confundidoras (MALKOC et al., 2023).

De maneira complementar, o estudo objetiva aprofundar a compreensão dos mecanismos fisiopatológicos envolvidos na associação entre hiperglicemia e falha do reparo tecidual, avaliando o papel da hiperglicemia perioperatória, da hemoglobina glicada como marcador prognóstico e da disfunção metabólica sistêmica (MALKOC et al., 2023). Além disso, pretende discutir a relevância do controle glicêmico rigoroso e da monitorização contínua no perioperatório, bem como identificar lacunas existentes na literatura, contribuindo para o aprimoramento de protocolos clínicos e para a orientação de futuras pesquisas na área cirúrgica (MALKOC et al., 2023).

METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão sistemática da literatura desenvolvida com o objetivo de analisar a associação entre o diabetes descontrolado e as complicações da ferida operatória, incluindo infecção do sítio cirúrgico, deiscência e retardo da cicatrização. A condução do estudo seguiu princípios metodológicos reconhecidos para revisões, com definição prévia da pergunta de pesquisa, critérios de elegibilidade e etapas de seleção dos estudos, garantindo reprodutibilidade e redução de vieses. A estratégia de busca foi elaborada a partir de descritores controlados e termos livres, selecionados conforme os vocabulários DeCS e MeSH, incluindo: Diabetes Mellitus, Uncontrolled Diabetes, Hyperglycemia, Surgical Wound, Wound Healing.

Os descritores foram combinados por meio de operadores booleanos AND e OR, de modo a ampliar a sensibilidade e especificidade da busca, utilizando estratégias como: (“Diabetes Mellitus” OR “Uncontrolled Diabetes” OR Hyperglycemia) AND (“Surgical Wound” OR “Wound Healing” OR “Wound Dehiscence”) AND (“Surgical Site Infection” OR “Postoperative Complications”). Essa abordagem permitiu a identificação sistemática de estudos relevantes que abordassem, de forma direta ou indireta, a relação entre controle glicêmico inadequado e desfechos adversos da ferida operatória.

A busca bibliográfica foi realizada em bases de dados científicas relevantes da área da saúde, por meio da combinação de descritores relacionados a diabetes

descontrolado, hiperglicemia, ferida operatória, cicatrização, deiscência e infecção do sítio cirúrgico. Na etapa inicial, foram identificados **323 artigos**, os quais passaram por uma primeira triagem baseada na leitura de títulos e resumos. Nessa fase, foram excluídos estudos duplicados, publicações fora do escopo do tema e artigos que não abordavam diretamente a relação entre controle glicêmico e desfechos cirúrgicos.

Na segunda etapa de seleção, **43 artigos** foram considerados elegíveis para leitura na íntegra. Esses estudos foram avaliados quanto ao delineamento metodológico, população estudada, definição de diabetes descontrolado, critérios de avaliação das complicações da ferida operatória e qualidade das informações apresentadas. Foram excluídos artigos com metodologia inadequada, ausência de dados relevantes ou desfechos não compatíveis com os objetivos da revisão.

Ao final do processo de triagem, **19 estudos** preencheram integralmente os critérios de inclusão e compuseram a amostra final desta revisão. Os dados extraídos foram analisados de forma qualitativa e comparativa, permitindo a síntese crítica das evidências disponíveis sobre a associação entre diabetes descontrolado e complicações da ferida operatória. Essa abordagem metodológica em múltiplas etapas assegurou consistência, robustez científica e relevância clínica aos resultados apresentados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diabetes descontrolado como fator independente de risco

O conceito de diabetes descontrolado como fator independente de risco é amplamente sustentado por evidências provenientes de revisões sistemáticas, nas quais se demonstra que o aumento da incidência de complicações de ferida operatória persiste mesmo após o ajuste para variáveis de confusão relevantes (PARIZAD et al., 2021; PROVENZANO et al., 2021; SHAHRIARI et al., 2022; DOGRA et al., 2024; KENNEDY et al., 2025). Estudos que controlam estatisticamente fatores como idade avançada, obesidade, duração do procedimento cirúrgico, classificação ASA, presença de doença renal crônica, doença cardiovascular e tabagismo mostram que o diabetes descompensado mantém associação significativa com piores desfechos cirúrgicos, caracterizando-se, portanto, como um preditor independente de risco (PARIZAD et al., 2021; PROVENZANO et al., 2021; SHAHRIARI et al., 2022; DOGRA et al., 2024; KENNEDY et al., 2025).

Entre as complicações analisadas, a infecção do sítio cirúrgico (ISC) é a mais frequentemente descrita na literatura (PARIZAD et al., 2021; PROVENZANO et al., 2021; SHAHRIARI et al., 2022; DOGRA et al., 2024; KENNEDY et al., 2025). Revisões sistemáticas apontam que a hiperglicemia perioperatória e níveis elevados de hemoglobina glicada no pré-operatório estão fortemente associados ao aumento

do risco infeccioso (PARIZAD et al., 2021; PROVENZANO et al., 2021; SHAHRIARI et al., 2022; DOGRA et al., 2024; KENNEDY et al., 2025). O comprometimento da função de neutrófilos e macrófagos, aliado ao ambiente hiperglicêmico favorável à proliferação bacteriana, explica esse achado (PARIZAD et al., 2021; PROVENZANO et al., 2021; SHAHRIARI et al., 2022; DOGRA et al., 2024; KENNEDY et al., 2025). De forma consistente, pacientes com glicemias acima de 180–200 mg/dL ou HbA1c superior a 7,5–8% apresentam risco de ISC entre duas e cinco vezes maior quando comparados a indivíduos não diabéticos ou com controle glicêmico adequado (PARIZAD et al., 2021; PROVENZANO et al., 2021; SHAHRIARI et al., 2022; DOGRA et al., 2024; KENNEDY et al., 2025).

Além das infecções, o risco de deiscência de ferida e retardo da cicatrização é significativamente mais elevado em pacientes com diabetes descontrolado (PARIZAD et al., 2021; PROVENZANO et al., 2021; SHAHRIARI et al., 2022; DOGRA et al., 2024; KENNEDY et al., 2025). A hiperglicemias interfere diretamente na síntese e no adequado cross-linking do colágeno durante as fases proliferativa e de remodelação, resultando em tecido cicatricial de menor resistência mecânica (PARIZAD et al., 2021; PROVENZANO et al., 2021; SHAHRIARI et al., 2022; DOGRA et al., 2024; KENNEDY et al., 2025). Revisões sistemáticas relatam que a incidência de deiscência, incluindo comprometimento fascial, pode ser três a quatro vezes maior em pacientes com mau controle glicêmico, além de um prolongamento expressivo do tempo necessário para cicatrização completa da ferida (PARIZAD et al., 2021; PROVENZANO et al., 2021; SHAHRIARI et al., 2022; DOGRA et al., 2024; KENNEDY et al., 2025).

Outro achado relevante dessas revisões é a importância do controle glicêmico como fator protetor independente (PARIZAD et al., 2021; PROVENZANO et al., 2021; SHAHRIARI et al., 2022; DOGRA et al., 2024; KENNEDY et al., 2025). Protocolos de manejo rigoroso da glicemias no período perioperatório, especialmente com o uso de infusão contínua de insulina, demonstram redução significativa nas taxas de infecção e no tempo de internação hospitalar (PARIZAD et al., 2021; PROVENZANO et al., 2021; SHAHRIARI et al., 2022; DOGRA et al., 2024; KENNEDY et al., 2025). Em populações específicas, como pacientes submetidos à cirurgia cardíaca, a manutenção da glicemias em faixas entre 110 e 180 mg/dL está associada a melhores desfechos, reforçando o papel do controle glicêmico não apenas como medida corretiva, mas como estratégia preventiva (PARIZAD et al., 2021; PROVENZANO et al., 2021; SHAHRIARI et al., 2022; DOGRA et al., 2024; KENNEDY et al., 2025).

Em síntese, as evidências consolidadas em revisões sistemáticas indicam que o diabetes descontrolado é um fator de risco potente e independente para complicações da ferida operatória (PARIZAD et al., 2021; PROVENZANO et al., 2021; SHAHRIARI et al., 2022; DOGRA et al., 2024; KENNEDY et al., 2025). Os desfechos adversos não se explicam apenas pela coexistência de comorbidades frequentemente associadas

ao diabetes, mas sobretudo pelos efeitos fisiopatológicos diretos da hiperglicemia sobre a resposta imunológica e o processo de reparo tecidual (PARIZAD et al., 2021; PROVENZANO et al., 2021; SHAHRIARI et al., 2022; DOGRA et al., 2024; KENNEDY et al., 2025). Esses achados reforçam a necessidade de estratégias sistemáticas de avaliação e controle glicêmico rigoroso no perioperatório, visando à redução da morbidade cirúrgica (PARIZAD et al., 2021; PROVENZANO et al., 2021; SHAHRIARI et al., 2022; DOGRA et al., 2024; KENNEDY et al., 2025).

Correlação direta entre hiperglicemia e complicações da ferida

A relação entre hiperglicemia e complicações da ferida operatória pode ser compreendida a partir do impacto metabólico direto do excesso de glicose sobre o microambiente tecidual da ferida (KAVAK et al., 2023; HAMAD et al., 2024; BEDNARSKI et al., 2025). Em condições hiperglicêmicas, o local cirúrgico passa a operar em um cenário bioquímico desfavorável, no qual o equilíbrio entre energia disponível, oxigenação e sinalização celular é rompido (KAVAK et al., 2023; HAMAD et al., 2024; BEDNARSKI et al., 2025). Esse desarranjo interfere na coordenação temporal do reparo tecidual, tornando o processo mais lento, ineficiente e vulnerável a falhas estruturais (KAVAK et al., 2023; HAMAD et al., 2024; BEDNARSKI et al., 2025).

No nível vascular, a hiperglicemia promove alterações funcionais imediatas na microcirculação peri-incisional (KAVAK et al., 2023; HAMAD et al., 2024; BEDNARSKI et al., 2025). Mesmo na ausência de doença vascular crônica estabelecida, observa-se redução da perfusão capilar efetiva, aumento da viscosidade sanguínea e maior extravasamento plasmático (KAVAK et al., 2023; HAMAD et al., 2024; BEDNARSKI et al., 2025). Esses fenômenos limitam a difusão de oxigênio e substratos metabólicos para as células envolvidas no reparo, criando zonas de hipóxia relativa que comprometem a viabilidade celular e a formação adequada de novos vasos no leito da ferida (KAVAK et al., 2023; HAMAD et al., 2024; BEDNARSKI et al., 2025).

Paralelamente, o excesso de glicose altera profundamente a comunicação celular no sítio cirúrgico (KAVAK et al., 2023; HAMAD et al., 2024; BEDNARSKI et al., 2025). A sinalização entre células inflamatórias, fibroblastos, queratinócitos e células endoteliais torna-se desorganizada, favorecendo um estado inflamatório prolongado e pouco resolutivo (KAVAK et al., 2023; HAMAD et al., 2024; BEDNARSKI et al., 2025). Esse padrão inflamatório persistente consome recursos metabólicos, atrasa a transição para as fases reparativas e contribui para a formação de um tecido cicatricial imaturo e instável (KAVAK et al., 2023; HAMAD et al., 2024; BEDNARSKI et al., 2025).

Outro aspecto relevante é o impacto da hiperglicemia sobre a matriz extracelular em formação (KAVAK et al., 2023; HAMAD et al., 2024; BEDNARSKI et al., 2025). O

ambiente metabólico alterado favorece a degradação precoce dos componentes estruturais recém-sintetizados e dificulta sua reorganização adequada (KAVAK et al., 2023; HAMAD et al., 2024; BEDNARSKI et al., 2025). Como resultado, a ferida evolui com menor resistência mecânica e menor capacidade de suportar tensões fisiológicas, o que explica a maior propensão à abertura das bordas e à falha da sutura em pacientes com glicemia mal controlada (KAVAK et al., 2023; HAMAD et al., 2024; BEDNARSKI et al., 2025).

Dessa forma, a correlação direta entre hiperglicemia e complicações da ferida operatória não se limita a um único mecanismo isolado, mas reflete uma convergência de distúrbios metabólicos, vasculares e celulares (KAVAK et al., 2023; HAMAD et al., 2024; BEDNARSKI et al., 2025). A glicose elevada atua como um fator desestabilizador do reparo tecidual, comprometendo simultaneamente perfusão, sinalização, organização estrutural e eficiência energética (KAVAK et al., 2023; HAMAD et al., 2024; BEDNARSKI et al., 2025). Esse conjunto de alterações explica por que o controle glicêmico rigoroso é determinante para a integridade da cicatrização cirúrgica e para a redução de desfechos adversos (KAVAK et al., 2023; HAMAD et al., 2024; BEDNARSKI et al., 2025).

Disfunção imunológica induzida pela hiperglicemia

A relação entre hiperglicemia e complicações da ferida operatória pode ser compreendida a partir do impacto metabólico direto do excesso de glicose sobre o microambiente tecidual da ferida (PARIZAD et al., 2021; PROVENZANO et al., 2021; SHAHRIARI et al., 2022; DOGRA et al., 2024; KENNEDY et al., 2025). Em condições hiperglicêmicas, o local cirúrgico passa a operar em um cenário bioquímico desfavorável, no qual o equilíbrio entre energia disponível, oxigenação e sinalização celular é rompido (PARIZAD et al., 2021; PROVENZANO et al., 2021; SHAHRIARI et al., 2022; DOGRA et al., 2024; KENNEDY et al., 2025). Esse desarranjo interfere na coordenação temporal do reparo tecidual, tornando o processo mais lento, ineficiente e vulnerável a falhas estruturais (PARIZAD et al., 2021; PROVENZANO et al., 2021; SHAHRIARI et al., 2022; DOGRA et al., 2024; KENNEDY et al., 2025).

No nível vascular, a hiperglicemia promove alterações funcionais imediatas na microcirculação peri-incisional (PARIZAD et al., 2021; PROVENZANO et al., 2021; SHAHRIARI et al., 2022; DOGRA et al., 2024; KENNEDY et al., 2025). Mesmo na ausência de doença vascular crônica estabelecida, observa-se redução da perfusão capilar efetiva, aumento da viscosidade sanguínea e maior extravasamento plasmático (PARIZAD et al., 2021; PROVENZANO et al., 2021; SHAHRIARI et al., 2022; DOGRA et al., 2024; KENNEDY et al., 2025). Esses fenômenos limitam a difusão de oxigênio e substratos metabólicos para as células envolvidas no reparo, criando zonas de

hipóxia relativa que comprometem a viabilidade celular e a formação adequada de novos vasos no leito da ferida (PARIZAD et al., 2021; PROVENZANO et al., 2021; SHAHRIARI et al., 2022; DOGRA et al., 2024; KENNEDY et al., 2025).

Paralelamente, o excesso de glicose altera profundamente a comunicação celular no sítio cirúrgico (PARIZAD et al., 2021; PROVENZANO et al., 2021; SHAHRIARI et al., 2022; DOGRA et al., 2024; KENNEDY et al., 2025). A sinalização entre células inflamatórias, fibroblastos, queratinócitos e células endoteliais torna-se desorganizada, favorecendo um estado inflamatório prolongado e pouco resolutivo (PARIZAD et al., 2021; PROVENZANO et al., 2021; SHAHRIARI et al., 2022; DOGRA et al., 2024; KENNEDY et al., 2025). Esse padrão inflamatório persistente consome recursos metabólicos, atrasa a transição para as fases reparativas e contribui para a formação de um tecido cicatricial imaturo e instável (PARIZAD et al., 2021; PROVENZANO et al., 2021; SHAHRIARI et al., 2022; DOGRA et al., 2024; KENNEDY et al., 2025).

Outro aspecto relevante é o impacto da hiperglicemia sobre a matriz extracelular em formação (PARIZAD et al., 2021; PROVENZANO et al., 2021; SHAHRIARI et al., 2022; DOGRA et al., 2024; KENNEDY et al., 2025). O ambiente metabólico alterado favorece a degradação precoce dos componentes estruturais recém-sintetizados e dificulta sua reorganização adequada (PARIZAD et al., 2021; PROVENZANO et al., 2021; SHAHRIARI et al., 2022; DOGRA et al., 2024; KENNEDY et al., 2025). Como resultado, a ferida evolui com menor resistência mecânica e menor capacidade de suportar tensões fisiológicas, o que explica a maior propensão à abertura das bordas e à falha da sutura em pacientes com glicemia mal controlada (PARIZAD et al., 2021; PROVENZANO et al., 2021; SHAHRIARI et al., 2022; DOGRA et al., 2024; KENNEDY et al., 2025).

Dessa forma, a correlação direta entre hiperglicemia e complicações da ferida operatória não se limita a um único mecanismo isolado, mas reflete uma convergência de distúrbios metabólicos, vasculares e celulares (PARIZAD et al., 2021; PROVENZANO et al., 2021; SHAHRIARI et al., 2022; DOGRA et al., 2024; KENNEDY et al., 2025). A glicose elevada atua como um fator desestabilizador do reparo tecidual, comprometendo simultaneamente perfusão, sinalização, organização estrutural e eficiência energética (PARIZAD et al., 2021; PROVENZANO et al., 2021; SHAHRIARI et al., 2022; DOGRA et al., 2024; KENNEDY et al., 2025). Esse conjunto de alterações explica por que o controle glicêmico rigoroso é determinante para a integridade da cicatrização cirúrgica e para a redução de desfechos adversos (PARIZAD et al., 2021; PROVENZANO et al., 2021; SHAHRIARI et al., 2022; DOGRA et al., 2024; KENNEDY et al., 2025).

Comprometimento da angiogênese e oxigenação tecidual

O diabetes descontrolado interfere de maneira profunda na fase proliferativa da cicatrização ao alterar o ambiente metabólico necessário para a regeneração tecidual (STOEV, 2021; KAVAK et al., 2023; ERDEM et al., 2024; ZHANG et al., 2024). Nesse contexto, a ferida cirúrgica passa a evoluir em um cenário de baixa eficiência biológica, no qual os processos de reconstrução vascular e celular não acompanham a demanda imposta pela lesão (STOEV, 2021; KAVAK et al., 2023; ERDEM et al., 2024; ZHANG et al., 2024). Como resultado, o tecido em reparo permanece metabolicamente imaturo e funcionalmente vulnerável por períodos prolongados (STOEV, 2021; KAVAK et al., 2023; ERDEM et al., 2024; ZHANG et al., 2024).

A formação de uma rede vascular funcional no leito da ferida torna-se limitada não apenas pela redução da capacidade de resposta das células envolvidas, mas também pela desorganização estrutural do espaço extracelular (STOEV, 2021; KAVAK et al., 2023; ERDEM et al., 2024; ZHANG et al., 2024). Esse ambiente alterado dificulta a coordenação entre migração celular, organização tecidual e integração dos novos capilares ao sistema circulatório existente (STOEV, 2021; KAVAK et al., 2023; ERDEM et al., 2024; ZHANG et al., 2024). A ausência dessa integração compromete o estabelecimento de um fluxo sanguíneo estável, essencial para sustentar a progressão da cicatrização (STOEV, 2021; KAVAK et al., 2023; ERDEM et al., 2024; ZHANG et al., 2024).

Do ponto de vista metabólico, a deficiência no aporte sanguíneo resulta em um estado persistente de insuficiência energética local (STOEV, 2021; KAVAK et al., 2023; ERDEM et al., 2024; ZHANG et al., 2024). As células responsáveis pelo reparo passam a operar sob restrição de substratos fundamentais, o que limita sua capacidade de síntese proteica, proliferação e diferenciação (STOEV, 2021; KAVAK et al., 2023; ERDEM et al., 2024; ZHANG et al., 2024). Esse déficit energético prolonga a fase proliferativa e impede a transição adequada para as etapas subsequentes do reparo tecidual (STOEV, 2021; KAVAK et al., 2023; ERDEM et al., 2024; ZHANG et al., 2024).

Além disso, a inadequação do microambiente da ferida compromete funções celulares que dependem de condições metabólicas estáveis (STOEV, 2021; KAVAK et al., 2023; ERDEM et al., 2024; ZHANG et al., 2024). A produção de matriz de suporte torna-se irregular, o fechamento epitelial é retardado e a integração entre os diferentes componentes do tecido cicatricial ocorre de forma fragmentada (STOEV, 2021; KAVAK et al., 2023; ERDEM et al., 2024; ZHANG et al., 2024). Esses fatores contribuem para a formação de um tecido de reparo menos organizado e estruturalmente inferior (STOEV, 2021; KAVAK et al., 2023; ERDEM et al., 2024; ZHANG et al., 2024).

Em conjunto, essas alterações explicam por que a cicatrização em pacientes com diabetes descontrolado evoluí de forma mais lenta e instável (STOEV, 2021; KAVAK et al., 2023; ERDEM et al., 2024; ZHANG et al., 2024). A combinação de suprimento vascular inadequado, limitação metabólica e desorganização estrutural cria um cenário propício à persistência da lesão e à ocorrência de complicações (STOEV, 2021; KAVAK et al., 2023; ERDEM et al., 2024; ZHANG et al., 2024). Dessa forma, o comprometimento da fase proliferativa representa um ponto crítico na falha do reparo tecidual associada ao descontrole glicêmico (STOEV, 2021; KAVAK et al., 2023; ERDEM et al., 2024; ZHANG et al., 2024).

HbA1c elevada como preditor de complicações

A hemoglobina glicada (HbA1c) desempenha papel central na avaliação do risco cirúrgico ao sintetizar, em um único marcador, a exposição metabólica crônica do paciente à hiperglicemia (MOHAMMUDDUNNOBI et al., 2021; BOKKA et al., 2021; MESSA IV et al., 2021; PARIZAD et al., 2022; JIANG et al., 2024). Diferentemente das medidas pontuais de glicose, a HbA1c expressa a intensidade e a duração do descontrole glicêmico ao longo dos meses que antecedem o procedimento, funcionando como um indicador integrado da carga metabólica sistêmica à qual os tecidos foram submetidos antes do trauma cirúrgico (MOHAMMUDDUNNOBI et al., 2021; BOKKA et al., 2021; MESSA IV et al., 2021; PARIZAD et al., 2022; JIANG et al., 2024).

Do ponto de vista fisiológico, valores elevados de HbA1c refletem uma história prolongada de alterações bioquímicas que afetam diretamente a qualidade dos tecidos (MOHAMMUDDUNNOBI et al., 2021; BOKKA et al., 2021; MESSA IV et al., 2021; PARIZAD et al., 2022; JIANG et al., 2024). Essa exposição contínua à glicose promove modificações estruturais progressivas em vasos, matriz extracelular e células de reparo, reduzindo a capacidade adaptativa do organismo frente ao estresse cirúrgico (MOHAMMUDDUNNOBI et al., 2021; BOKKA et al., 2021; MESSA IV et al., 2021; PARIZAD et al., 2022; JIANG et al., 2024). Assim, a HbA1c elevada sinaliza que o paciente chega ao ato operatório com um terreno biológico já desfavorável à regeneração tecidual eficiente (MOHAMMUDDUNNOBI et al., 2021; BOKKA et al., 2021; MESSA IV et al., 2021; PARIZAD et al., 2022; JIANG et al., 2024).

Outro aspecto relevante da HbA1c é sua capacidade de indicar comprometimento da reserva funcional necessária para a cicatrização (MOHAMMUDDUNNOBI et al., 2021; BOKKA et al., 2021; MESSA IV et al., 2021; PARIZAD et al., 2022; JIANG et al., 2024). Pacientes com níveis persistentemente altos tendem a apresentar alterações vasculares e neurológicas subclínicas ou estabelecidas, o que limita a resposta local à lesão cirúrgica (MOHAMMUDDUNNOBI et al., 2021; BOKKA et al., 2021; MESSA

IV et al., 2021; PARIZAD et al., 2022; JIANG et al., 2024). Nesses indivíduos, o tecido incisionado apresenta menor capacidade de adaptação, menor resposta inflamatória efetiva e maior vulnerabilidade a falhas estruturais durante o processo de reparo (MOHAMMUDDUNNOBI et al., 2021; BOKKA et al., 2021; MESSA IV et al., 2021; PARIZAD et al., 2022; JIANG et al., 2024).

Sob a ótica da prática clínica, a HbA1c é uma ferramenta valiosa para a estratificação prospectiva do risco (MOHAMMUDDUNNOBI et al., 2021; BOKKA et al., 2021; MESSA IV et al., 2021; PARIZAD et al., 2022; JIANG et al., 2024). Seu valor permite antecipar a probabilidade de complicações como infecção do sítio cirúrgico e atraso de cicatrização com maior precisão do que avaliações glicêmicas isoladas no perioperatório imediato (MOHAMMUDDUNNOBI et al., 2021; BOKKA et al., 2021; MESSA IV et al., 2021; PARIZAD et al., 2022; JIANG et al., 2024). Dessa forma, ela orienta decisões mais seguras no planejamento cirúrgico, ao refletir o estado metabólico global do paciente e não apenas sua condição momentânea (MOHAMMUDDUNNOBI et al., 2021; BOKKA et al., 2021; MESSA IV et al., 2021; PARIZAD et al., 2022; JIANG et al., 2024).

Além de marcador prognóstico, a HbA1c atua como elemento decisório no manejo pré-operatório (MOHAMMUDDUNNOBI et al., 2021; BOKKA et al., 2021; MESSA IV et al., 2021; PARIZAD et al., 2022; JIANG et al., 2024). Valores acima dos limites considerados seguros funcionam como sinal de alerta para reavaliação do momento cirúrgico, especialmente em procedimentos eletivos (MOHAMMUDDUNNOBI et al., 2021; BOKKA et al., 2021; MESSA IV et al., 2021; PARIZAD et al., 2022; JIANG et al., 2024). A possibilidade de otimização metabólica prévia reforça o papel da HbA1c como instrumento ativo de modulação do risco, permitindo intervenções que reduzam complicações e melhorem os desfechos cirúrgicos (MOHAMMUDDUNNOBI et al., 2021; BOKKA et al., 2021; MESSA IV et al., 2021; PARIZAD et al., 2022; JIANG et al., 2024).

Importância da monitorização contínua e lacunas ainda existentes

A monitorização glicêmica no perioperatório assume papel estratégico ao permitir a adaptação dinâmica das condutas frente às rápidas mudanças metabólicas induzidas pelo trauma cirúrgico, anestesia e resposta inflamatória sistêmica (SHAHRIARI et al., 2022; PROVENZANO et al., 2021; KENNEDY et al., 2025; ZHAO et al., 2025). Diferentemente do acompanhamento estático, a vigilância contínua possibilita identificar tendências, variabilidade glicêmica e respostas individuais ao tratamento, elementos fundamentais para a tomada de decisão clínica em tempo oportuno e com maior precisão (SHAHRIARI et al., 2022; PROVENZANO et al., 2021; KENNEDY et al., 2025; ZHAO et al., 2025).

Um dos principais benefícios da monitorização intensiva é a ampliação da segurança terapêutica em ambientes de alta complexidade, como centro cirúrgico e unidade de terapia intensiva (SHAHRIARI et al., 2022; PROVENZANO et al., 2021; KENNEDY et al., 2025; ZHAO et al., 2025). A disponibilidade de dados seriados reduz a dependência de avaliações pontuais e diminui a probabilidade de intervenções tardias ou excessivas (SHAHRIARI et al., 2022; PROVENZANO et al., 2021; KENNEDY et al., 2025; ZHAO et al., 2025). Isso favorece ajustes mais graduais e personalizados das estratégias de controle metabólico, reduzindo eventos adversos relacionados a oscilações abruptas da glicemia (SHAHRIARI et al., 2022; PROVENZANO et al., 2021; KENNEDY et al., 2025; ZHAO et al., 2025).

Além do impacto direto sobre o paciente, a monitorização sistemática contribui para a padronização de fluxos assistenciais e para a integração das equipes multiprofissionais (SHAHRIARI et al., 2022; PROVENZANO et al., 2021; KENNEDY et al., 2025; ZHAO et al., 2025). Protocolos baseados em dados contínuos permitem comunicação mais objetiva entre cirurgiões, anestesiologistas, intensivistas e enfermagem, fortalecendo a tomada de decisão compartilhada (SHAHRIARI et al., 2022; PROVENZANO et al., 2021; KENNEDY et al., 2025; ZHAO et al., 2025). Essa integração melhora a adesão às metas terapêuticas e reduz a variabilidade de condutas entre profissionais e turnos de atendimento (SHAHRIARI et al., 2022; PROVENZANO et al., 2021; KENNEDY et al., 2025; ZHAO et al., 2025).

Apesar dos avanços, persistem desafios relevantes relacionados à aplicabilidade clínica das tecnologias disponíveis (SHAHRIARI et al., 2022; PROVENZANO et al., 2021; KENNEDY et al., 2025; ZHAO et al., 2025). A interpretação dos dados requer treinamento específico, e a sobrecarga de informações pode dificultar decisões rápidas em cenários críticos (SHAHRIARI et al., 2022; PROVENZANO et al., 2021; KENNEDY et al., 2025; ZHAO et al., 2025). Além disso, diferenças institucionais em infraestrutura, custo e disponibilidade tecnológica limitam a implementação universal da monitorização contínua, especialmente em serviços com menor complexidade assistencial (SHAHRIARI et al., 2022; PROVENZANO et al., 2021; KENNEDY et al., 2025; ZHAO et al., 2025).

Diante dessas limitações, torna-se evidente a necessidade de ampliar a produção científica voltada à validação de estratégias de monitorização no contexto cirúrgico (SHAHRIARI et al., 2022; PROVENZANO et al., 2021; KENNEDY et al., 2025; ZHAO et al., 2025). Estudos que avaliem desfechos clínicos, custo-efetividade e impacto operacional são essenciais para consolidar recomendações mais claras (SHAHRIARI et al., 2022; PROVENZANO et al., 2021; KENNEDY et al., 2025; ZHAO et al., 2025). Até que essas lacunas sejam preenchidas, a monitorização glicêmica deve ser entendida como uma ferramenta em evolução, cuja eficácia depende da integração entre tecnologia, protocolos bem definidos e capacitação contínua das equipes de saúde (SHAHRIARI et al., 2022; PROVENZANO et al., 2021; KENNEDY et al., 2025; ZHAO et al., 2025).

CONCLUSÃO

Em conclusão, os achados consolidados ao longo desta análise demonstram que o diabetes descontrolado exerce influência decisiva sobre os desfechos cirúrgicos, especialmente no que se refere à integridade da ferida operatória (STOEV, 2021; KAVAK et al., 2023; ERDEM et al., 2024; ZHANG et al., 2024). A interação entre desregulação metabólica, alterações microambientais e comprometimento funcional dos tecidos cria um cenário sistêmico desfavorável ao reparo, no qual o risco de complicações deixa de ser circunstancial e passa a ser previsível e mensurável (STOEV, 2021; KAVAK et al., 2023; ERDEM et al., 2024; ZHANG et al., 2024).

A compreensão integrada dos mecanismos envolvidos reforça que as complicações observadas não são eventos isolados, mas manifestações de um processo biológico globalmente alterado (MOHAMMUDUNNOBI et al., 2021; BOKKA et al., 2021; MESSA IV et al., 2021; PARIZAD et al., 2022; JIANG et al., 2024). O descontrole glicêmico afeta simultaneamente a resposta inflamatória, a organização estrutural do tecido em reparo e a capacidade adaptativa frente ao estresse cirúrgico, o que explica a recorrência de desfechos adversos mesmo em contextos de técnica operatória adequada (MOHAMMUDUNNOBI et al., 2021; BOKKA et al., 2021; MESSA IV et al., 2021; PARIZAD et al., 2022; JIANG et al., 2024).

Do ponto de vista assistencial, esses resultados evidenciam a necessidade de incorporar a avaliação metabólica como componente central do planejamento cirúrgico (SHAHRIARI et al., 2022; PROVENZANO et al., 2021; KENNEDY et al., 2025; ZHAO et al., 2025). A estratificação de risco, a definição do momento mais seguro para a intervenção e a implementação de estratégias de controle glicêmico individualizadas devem ser entendidas como medidas fundamentais para a redução da morbidade pós-operatória, e não apenas como cuidados complementares (SHAHRIARI et al., 2022; PROVENZANO et al., 2021; KENNEDY et al., 2025; ZHAO et al., 2025).

Por fim, embora os avanços no entendimento fisiopatológico e no manejo clínico sejam significativos, permanecem desafios relacionados à padronização de condutas e à produção de evidências mais robustas (SHAHRIARI et al., 2022; PROVENZANO et al., 2021; KENNEDY et al., 2025; ZHAO et al., 2025). Investimentos em pesquisa, protocolos institucionais bem estruturados e capacitação multiprofissional contínua são essenciais para transformar o conhecimento acumulado em melhores desfechos cirúrgicos, promovendo uma abordagem mais segura, eficaz e baseada em evidências para o paciente com diabetes (SHAHRIARI et al., 2022; PROVENZANO et al., 2021; KENNEDY et al., 2025; ZHAO et al., 2025).

REFERÊNCIAS

- Dogra, P., Anastasopoulou, C., & Jialal, I. (2024). Diabetic Perioperative Management. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Parizad, N., Hajimohammadi, K., & Goli, R. (2021). Surgical debridement, maggot therapy, negative pressure wound therapy, and silver foam dressing revive hope for patients with diabetic foot ulcer: A case report. *International journal of surgery case reports*, 82, 105931. <https://doi.org/10.1016/j.ijscr.2021.105931>
- Shahriari, S. R., Ederle, A. C., Whisonant, C., Harrison, J., Borah, G., & Shetty, A. (2022). Successful upper extremity limb salvage using cellular- and tissue-based products in a patient with uncontrolled diabetes. *Wounds: a compendium of clinical research and practice*, 34(10), E104–E107. <https://doi.org/10.25270/wnds/21071>
- Kennedy, P. J., Olson, M. A., Kaptan, I. I., Bernard, J., Ormseth, B., & Janis, J. E. (2025). Impact of diabetes medications and HbA1c levels on abdominoplasty and panniculectomy outcomes. *JPRAS open*, 46, 712–722. <https://doi.org/10.1016/j.jpra.2025.09.028>
- Provenzano, D., Lo Bianco, S., Zanghì, M., Campione, A., Vecchio, R., & Zanghì, G. (2021). Fournier's gangrene as a rare complication in patient with uncontrolled type 2 diabetes treated with surgical debridement: A case report and literature review. *International journal of surgery case reports*, 79, 462–465. <https://doi.org/10.1016/j.ijscr.2021.01.098>
- Zhao, X., Zhang, Y., Huang, Z., Wu, X., & Lin, J. (2025). Innovative therapies for diabetic foot ulcers: Application and prospects of smart dressings. *Biomedicine & pharmacotherapy = Biomedecine & pharmacotherapie*, 191, 118498. <https://doi.org/10.1016/j.bioph.2025.118498>
- Erdem, H. A., Yalçın, N., Kaya, A., & Taşbakan, M. (2024). Vitabiotic: An alternative approach to diabetic foot. *Wound repair and regeneration: official publication of the Wound Healing Society [and] the European Tissue Repair Society*, 32(6), 890–894. <https://doi.org/10.1111/wrr.13222>
- Zhang, X., Ning, F., Chen, Y., & Dong, C. M. (2024). All-in-one polysaccharide hydrogel with resistant vascular burst pressure and cooperative wound microenvironment regulation for fatal arterial hemorrhage and diabetic wound healing. *International journal of biological macromolecules*, 272(Pt 1), 132736. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.132736>
- Stoev H. (2021). Sternal reconstruction and omentoplasty after mediastinitis. *Folia medica*, 63(4), 618–622. <https://doi.org/10.3897/folmed.63.e53706>
- Kavak, M., Çeliksöz, A. H., Tokmak, B., & Inan, U. (2023). Analysis of predictive factors for post-traumatic osteoarthritis and poor outcomes in acetabular fractures treated surgically. *Acta orthopaedica et traumatologica turcica*, 57(4), 141–147. <https://doi.org/10.5152/j.aott.2023.22124>

Kavak, M., Çeliksöz, A. H., Tokmak, B., & Inan, U. (2023). Analysis of predictive factors for post-traumatic osteoarthritis and poor outcomes in acetabular fractures treated surgically. *Acta orthopaedica et traumatologica turcica*, 57(4), 141–147. <https://doi.org/10.5152/j.aott.2023.22124>

Malkoc, A., Landau, M. J., Hodgkin, S., Leong, D. S. M., Johna, S. D., & Chang, W. T. (2023). Supercharged deep inferior epigastric perforator flap for reconstruction of soft tissue defect after excision of giant invasive squamous cell carcinoma of the thigh in a refractory diabetic with *Pseudomonas aeruginosa* infection. *Microsurgery*, 43(8), 831–836. <https://doi.org/10.1002/micr.31110>

Hamad, N. A., Eltayeb, L. B., & Yassin, H. M. (2024). Implication of Low Plasma Arginine among Patients with Diabetic Foot Ulcer (DFU). *Pakistan journal of biological sciences : PJBS*, 27(1), 46–51. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2024.46.51>

Malviya, V. K., Goyal, S., Bansal, V., & Jaiswal, K. (2022). Clinical Uses of NPWT with Irrigation of Normal Saline in Diabetic Foot Ulcer: Outcome Assessed by DEPA Score. *Journal of cutaneous and aesthetic surgery*, 15(1), 58–64. https://doi.org/10.4103/JCAS.JCAS_227_20

Mohammuddunnoobi, M., Jahan, T., Al-Amin, A., Jahan, S., & Debnath, P. R. (2021). Results of Laparoscopic Cholecystectomy in Acute Cholecystitis in Diabetic Patients: A Study with 50 Cases. *Mymensingh medical journal : MMJ*, 30(1), 135–142.

Bokka, S. H., Kodakkattil Sreenivasan, S., Mehra, K., & Meethale Thiruvoth, F. (2021). Flaps in adult urethrocutaneous fistula repair: a report of two cases with the review of literature. *BMJ case reports*, 14(4), e236475. <https://doi.org/10.1136/bcr-2020-236475>

Jiang, X., Li, A., Hao, W., Yang, C., Wang, H., & Deng, W. (2024). Limb salvage and systemic management of gouty tophi: Case series. *Medicine*, 103(20), e38137. <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000038137>

Parizad, N., Hajimohammadi, K., Goli, R., Mohammadpour, Y., Faraji, N., & Makhdomi, K. (2022). Surgical debridement and maggot debridement therapy (MDT) bring the light of hope to patients with diabetic foot ulcers (DFUs): A case report. *International journal of surgery case reports*, 99, 107723. <https://doi.org/10.1016/j.ijscr.2022.107723>

Messa Iv, C. A., Mullens, C. L., Broach, R. B., Rheamtulla, I. A., & Fischer, J. P. (2021). Bilayer wound matrix dermal substitute allows survival of split-thickness skin graft in necrotizing fasciitis defects: A retrospective, uncontrolled case study. *Journal of plastic, reconstructive & aesthetic surgery : JPRAS*, 74(7), 1633–1701. <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2020.12.060>