

Mini Revisão

Além do IMC: a Disfunção Metabólica como o Verdadeiro Determinante do Risco Cirúrgico

Luis Fernando Rosati Rocha ^{1,2,*}, Ana Paula Miranda Rosati ^{3,4}, Luis Eduardo Miranda Rosati Rocha ⁵,
Filipe Moll de Souza Rocha ⁵, Ana Luiza Rosati ²

¹ Departamento de Cirurgia Geral, Faculdade de Medicina, Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil.

² Hospital Municipal Dr. Ernesto Che Guevara, Maricá, Rio de Janeiro, Brasil.

³ Departamento de Radiologia, Faculdade de Medicina, Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil.

⁴ Instituto Fleury, Rio de Janeiro, Brasil.

⁵ Instituto de Educação Médica (IDOMED), Rio de Janeiro, Brasil.

* Correspondência: lfrosati@yahoo.com.br.

Resumo: O índice de massa corporal (IMC) permanece como uma das variáveis mais utilizadas na avaliação do risco perioperatório; contudo, sua capacidade de representar a complexidade biológica da obesidade tem sido cada vez mais questionada. Pacientes cirúrgicos contemporâneos frequentemente apresentam não apenas excesso de peso corporal, mas também diferentes graus de resistência à insulina, inflamação crônica, disfunção endotelial e resposta imunológica comprometida. Esta perspectiva argumenta que a vulnerabilidade cirúrgica é explicada de forma mais precisa pela disfunção metabólica do que pela adiposidade isoladamente. Propomos o conceito de fenótipo de risco metabólico, integrando variáveis antropométricas e bioquímicas, como IMC e hemoglobina glicada (HbA1c), em uma estrutura unificada para estratificação do risco perioperatório. Ao ultrapassar o IMC como marcador isolado, essa abordagem pode melhorar a identificação de pacientes de alto risco, refinar a otimização pré-operatória e apoiar uma tomada de decisão cirúrgica mais personalizada.

Palavras-chave: Obesidade; IMC; Hemoglobina A Glicosilada; Complicações Pós-operatórias; Desfechos Cirúrgicos; Risco Metabólico.

Citação Rocha LFR, Rosati APM, Rocha LEMR, Rocha FMS, Rosati AL. Além do IMC: a Disfunção Metabólica como o Verdadeiro Determinante do Risco Cirúrgico. Brazilian Journal of Clinical Medicine and Review. 2026; Jan-Dec; 04(1):bjcmr65.

<https://doi.org/10.52600/2763-583X.bjcmr.2026.4.1.bjcmr65>

Recebido: 11 Abril 2026

Aceito: 7 Maio 2026

Publicado: 11 Maio 2026



Copyright: This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0).

1. Introdução

A avaliação do risco cirúrgico historicamente baseou-se em métricas simplificadas e facilmente reproduzíveis, com o índice de massa corporal (IMC) ocupando um papel central na estratificação perioperatória. Essa dependência reflete o apelo prático do IMC como uma medida padronizada e universalmente acessível. Entretanto, na prática cirúrgica contemporânea, marcada pela crescente prevalência de obesidade, síndrome metabólica, estados inflamatórios crônicos e reserva fisiológica heterogênea, o uso contínuo do IMC como principal determinante do risco cirúrgico merece uma reavaliação crítica [1-4]. Embora o IMC permaneça útil como descritor do hábito corporal, ele não mede os processos biológicos que influenciam diretamente a recuperação pós-operatória. Competência imunológica, integridade endotelial, perfusão tecidual, carga inflamatória e capacidade de cicatrização não são capturadas por um índice puramente antropométrico. Como resultado, pacientes com valores semelhantes de IMC podem diferir substancial-

mente em seu estado metabólico e, conseqüentemente, apresentar trajetórias perioperatórias marcadamente distintas.

A obesidade em si não pode mais ser considerada uma entidade uniforme definida exclusivamente pelo excesso de adiposidade. Ela é cada vez mais reconhecida como uma condição metabólica heterogênea e complexa, caracterizada por diferentes graus de resistência à insulina, inflamação crônica de baixo grau, disfunção endotelial e resposta imunológica alterada [1,2,5]. É importante destacar que indivíduos com valores idênticos de IMC podem apresentar perfis metabólicos profundamente distintos, variando desde obesidade metabolicamente saudável até desregulação metabólica grave, o que desafia a suposição de que o IMC isoladamente reflita adequadamente o risco biológico.

Ao mesmo tempo, a população cirúrgica moderna passou por uma importante transição epidemiológica. Cirurgiões frequentemente se deparam com pacientes cuja vulnerabilidade perioperatória é determinada não apenas por fatores anatômicos ou procedimentais, mas também por distúrbios metabólicos subjacentes. Essa transição ajuda a explicar por que modelos centrados no IMC têm produzido achados inconsistentes na literatura, incluindo associações neutras e observações paradoxais nas quais pacientes com sobrepeso ou obesidade moderada apresentam desfechos comparáveis, ou ocasionalmente melhores, do que aqueles com peso normal [3,11,14,18].

Em contraste, evidências emergentes sugerem que a disfunção metabólica, e não apenas a adiposidade isolada, pode representar o principal determinante da vulnerabilidade perioperatória. Marcadores como hemoglobina glicada (HbA1c), hiperglicemia perioperatória e uma carga inflamatória metabólica mais ampla demonstraram associações mais consistentes com infecção do sítio cirúrgico, cicatrização prejudicada, prolongamento da hospitalização e morbidade geral do que o IMC isoladamente [5-10]. Essas observações sustentam uma mudança da classificação baseada no tamanho corporal para uma avaliação perioperatória fundamentada biologicamente.

Esta perspectiva, portanto, sustenta um argumento central: o IMC permanece um marcador substituto grosseiro e frequentemente enganoso da saúde metabólica, e o futuro da avaliação do risco cirúrgico reside em uma estrutura mais integrada, capaz de incorporar tanto as dimensões antropométricas quanto as bioquímicas da vulnerabilidade do paciente. Nesse contexto, propomos o conceito de fenótipo de risco metabólico como um modelo mais clinicamente relevante e biologicamente fundamentado para prever complicações pós-operatórias.

2. As limitações do IMC na avaliação do risco cirúrgico

Embora o IMC elevado esteja há muito tempo associado à morbidade pós-operatória, a força e a consistência dessa associação permanecem variáveis. Alguns estudos demonstraram maiores taxas de complicações de ferida operatória, eventos pulmonares, doença tromboembólica e prolongamento do tempo operatório entre pacientes obesos [1,2,11,12,18]. Entretanto, outras investigações produziram achados neutros ou paradoxais, incluindo o chamado paradoxo da obesidade, no qual pacientes com sobrepeso ou obesidade moderada apresentam desfechos comparáveis, ou ocasionalmente melhores, do que aqueles com peso normal [3,11,14,18]. Essas discrepâncias não são triviais. Pelo contrário, elas revelam uma limitação fundamental do IMC como marcador de risco: sua incapacidade de distinguir entre diferentes fenótipos biológicos. O IMC não diferencia massa magra de massa gorda, nem considera adiposidade visceral, deposição ectópica de gordura ou a atividade inflamatória e endócrina do tecido adiposo. Assim, o IMC pode classificar dois pacientes como equivalentes apesar de profundas diferenças em sua saúde metabólica.

Modelos centrados no IMC não são apenas incompletos; eles são cada vez mais insuficientes para sustentar a tomada de decisão perioperatória moderna em populações caracterizadas por heterogeneidade metabólica. O IMC mede tamanho corporal, mas falha em medir os processos biológicos que, em última instância, determinam a resiliência cirúrgica. Essa limitação fundamental explica o desempenho preditivo inconsistente

do IMC em populações metabolicamente heterogêneas. Essa limitação é particularmente relevante na cirurgia, na qual perfusão tecidual, competência imunológica, integridade endotelial e capacidade de cicatrização são determinantes centrais da recuperação pós-operatória. Um paciente com IMC elevado, mas com saúde metabólica preservada, pode não apresentar o mesmo risco que um paciente com obesidade apenas moderada, porém acompanhada de resistência insulínica grave e controle glicêmico inadequado. Consequentemente, o IMC isoladamente pode tanto superestimar quanto subestimar o risco, dependendo do contexto clínico.

A contínua dependência do IMC como principal determinante da vulnerabilidade perioperatória levanta, portanto, uma questão importante: uma medida incapaz de capturar a complexidade biológica deveria continuar ocupando posição tão central na tomada de decisão cirúrgica? A crescente inconsistência da literatura sugere que a resposta é, cada vez mais, negativa. Considerando essas limitações, a atenção tem progressivamente se deslocado para os determinantes metabólicos do risco cirúrgico, particularmente aqueles que refletem exposição glicêmica crônica, inflamação sistêmica e disfunção endotelial, fatores que influenciam diretamente a resiliência tecidual e a recuperação pós-operatória. Essa inconsistência não é incidental; ao contrário, ela reflete uma incompatibilidade fundamental entre a classificação antropométrica e os determinantes biológicos subjacentes dos desfechos pós-operatórios. Modelos de risco cirúrgico centrados no IMC não são apenas limitados, mas estão cada vez mais desalinhados com os determinantes biológicos dos desfechos pós-operatórios observados nas populações cirúrgicas contemporâneas.

3. Disfunção metabólica como determinante central das complicações pós-operatórias

Em contraste com o IMC, marcadores de disfunção metabólica têm demonstrado associações mais robustas e biologicamente plausíveis com desfechos pós-operatórios adversos. A hemoglobina glicada (HbA1c) elevada, há muito reconhecida como um indicador de exposição glicêmica crônica, tem sido consistentemente associada ao aumento das taxas de infecção do sítio cirúrgico, prejuízo da cicatrização, prolongamento da internação hospitalar e maiores taxas gerais de complicações em múltiplos cenários cirúrgicos [5-10,13,16,17]. A HbA1c pode ser influenciada por condições como anemia, hemoglobinopatias e estresse fisiológico agudo, fatores que devem ser considerados ao interpretar seu papel na avaliação do risco perioperatório.

A HbA1c permanece particularmente atrativa porque captura a exposição glicêmica crônica, em vez de flutuações perioperatórias isoladas. Ainda assim, sua interpretação deve permanecer clinicamente contextualizada. Em pacientes com anemia, hemoglobinopatias, doença renal crônica avançada, transfusão recente ou estresse fisiológico agudo, a HbA1c pode subestimar ou superestimar a carga metabólica. Nesses cenários, os cirurgiões devem complementar a HbA1c com glicemia plasmática de jejum, tendências glicêmicas perioperatórias e, quando disponíveis, marcadores de curto prazo, como frutosemina, evitando assim dependência excessiva de um único valor laboratorial.

É importante destacar que essas observações não implicam que a disfunção metabólica seja apenas um marcador substituto de fragilidade geral. Embora confundimento residual seja inevitável em uma literatura predominantemente observacional, existe forte plausibilidade mecanística para causalidade: a hiperglicemia compromete diretamente a quimiotaxia leucocitária, a capacidade fagocítica, a síntese de colágeno, a angiogênese e a função microvascular [5,7,9,10]. Portanto, é mais preciso considerar a disfunção metabólica tanto como um marcador de vulnerabilidade quanto como um fator biologicamente ativo na gênese das complicações pós-operatórias. A base fisiopatológica dessas associações é multifatorial. A hiperglicemia crônica promove estresse oxidativo, acúmulo de produtos finais de glicação avançada, disfunção endotelial e lesão microvascular. Esses mecanismos comprometem a síntese de colágeno, a angiogênese, a quimiotaxia leucocitária e a capacidade fagocítica, prejudicando tanto o reparo tecidual quanto a defesa do hospedeiro [5,7,9,10].

Importante ressaltar que esses efeitos não se restringem a pacientes com diagnóstico formal de diabetes. Diversos estudos sugerem que níveis elevados de HbA1c em indivíduos não diabéticos também se correlacionam com piores desfechos pós-operatórios, reforçando o conceito de que a desregulação glicêmica existe ao longo de um contínuo, e não como um estado binário categórico [6,8]. Essa distinção é relevante. Se a disfunção metabólica é o verdadeiro fator biológico determinante da vulnerabilidade pós-operatória, então modelos de risco cirúrgico centrados apenas no IMC falham em capturar o mecanismo mais diretamente relacionado às complicações. Essa falha não é meramente acadêmica; ela possui consequências práticas para o aconselhamento pré-operatório, estratégias de otimização e timing operatório. A mensagem cumulativa da literatura, portanto, torna-se cada vez mais clara: a disfunção metabólica parece ser um determinante mais confiável e clinicamente relevante dos desfechos cirúrgicos do que o tamanho corporal isoladamente.

4. Convergência fisiopatológica entre obesidade e disfunção glicêmica

Obesidade e disfunção metabólica são condições profundamente interconectadas que convergem por meio de vias biológicas compartilhadas. O tecido adiposo não é um depósito inerte de armazenamento, mas um órgão endócrino ativo que libera mediadores pró-inflamatórios, como fator de necrose tumoral alfa, interleucina-6 e adipocinas capazes de alterar a homeostase vascular, imunológica e metabólica [1,2,9]. Esse ambiente inflamatório crônico de baixo grau contribui para resistência à insulina, disfunção endotelial, alteração da sinalização do óxido nítrico e prejuízo da microcirculação. No contexto perioperatório, essas alterações possuem implicações importantes: a redução da oxigenação tecidual compromete a cicatrização, enquanto a desregulação imunológica aumenta a suscetibilidade à infecção. Quando combinadas à hiperglicemia crônica, o resultado é um estado agravado de estresse biológico caracterizado por baixo potencial de cicatrização e capacidade reduzida de responder ao trauma cirúrgico [5,7-10,13,15]. Essas alterações são particularmente relevantes no cenário cirúrgico, no qual mesmo comprometimentos sutis da função microcirculatória podem influenciar criticamente a integridade de anastomoses, a dinâmica da cicatrização e a suscetibilidade à infecção pós-operatória.

A importância dessa convergência reside em sua expressão clínica. Pacientes com obesidade associada a controle glicêmico inadequado frequentemente apresentam uma carga desproporcional de complicações em comparação àqueles que possuem apenas um desses fatores. Isso sugere que sua interação não é meramente aditiva, mas sinérgica. Em outras palavras, a coexistência de excesso de adiposidade e disfunção metabólica pode criar um estado distinto de vulnerabilidade perioperatória, qualitativamente diferente de qualquer uma dessas condições isoladamente. Tal convergência sustenta fortemente a necessidade de uma mudança conceitual. Se os mecanismos que impulsionam as complicações surgem da interseção entre obesidade, inflamação, resistência à insulina e carga glicêmica, então a avaliação do risco cirúrgico deve evoluir de forma correspondente.

Como essa convergência é fundamentalmente inflamatória, além de glicêmica, biomarcadores complementares merecem consideração. A proteína C-reativa (PCR), por exemplo, pode auxiliar na identificação de pacientes nos quais a ativação inflamatória sistêmica é desproporcional à aparência antropométrica ou aos níveis de HbA1c isoladamente. Entretanto, a PCR não possui a especificidade metabólica crônica da HbA1c e, portanto, deve ser interpretada como um marcador adjuvante, e não substitutivo, dentro do modelo de fenótipo proposto.

5. Em direção a um fenótipo de risco metabólico

Considerando as limitações do IMC e a crescente importância da disfunção metabólica, propomos o conceito de fenótipo de risco metabólico como uma estrutura mais abrangente para estratificação perioperatória. Esse conceito integra dimensões antropomo-

métricas e bioquímicas em um modelo unificado de vulnerabilidade cirúrgica. O fenótipo de risco metabólico reconhece que a obesidade é biologicamente heterogênea. Pacientes com valores semelhantes de IMC podem apresentar perfis inflamatórios e metabólicos drasticamente diferentes e, conseqüentemente, riscos operatórios distintos. Dentro dessa estrutura, um paciente com IMC elevado e HbA1c mal controlada seria considerado um fenótipo metabólico de alto risco, enquanto outro com IMC semelhante, porém com estado metabólico preservado, poderia ocupar uma categoria de menor risco.

Para aplicação clínica prática, essa estrutura pode ainda ser estratificada em três categorias: fenótipo de baixo risco (IMC <30 kg/m² e HbA1c <5,7%), fenótipo de risco intermediário (IMC ≥30 kg/m² e/ou HbA1c entre 5,7% e 6,9%) e fenótipo de alto risco (IMC ≥30 kg/m² combinado com HbA1c ≥7%). Essa classificação permite tradução imediata para a tomada de decisão perioperatória, ao mesmo tempo em que reconhece que o risco se distribui ao longo de um contínuo. Esses limiares não são propostos como pontos de corte rígidos ou universalmente aplicáveis, mas como referências clínicas pragmáticas. O IMC ≥30 kg/m² corresponde à definição convencional de obesidade, enquanto HbA1c ≥7% identifica um nível de disglícemia crônica repetidamente associado a desfechos pós-operatórios adversos e frequentemente utilizado como alvo no manejo do diabetes [5,8,10,13,15]. Seu valor reside menos em rotulações binárias do que na estruturação do julgamento perioperatório em torno de uma carga biologicamente significativa.

O grupo de risco intermediário merece atenção especial. Pacientes com pré-diabetes ou obesidade isolada não devem automaticamente ter cirurgias eletivas adiadas; ao contrário, as decisões devem equilibrar urgência procedimental, progressão esperada da doença e viabilidade de otimização em curto prazo. Em casos eletivos, uma janela focada de pré-habilitação de aproximadamente 2 a 8 semanas pode permitir melhora do controle glicêmico, do estado nutricional e do perfil inflamatório, mesmo que a normalização metabólica completa seja irrealista nesse intervalo de tempo.

Essa estratificação pode informar diretamente o timing cirúrgico, orientar estratégias de otimização metabólica pré-operatória e determinar a intensidade da monitorização pós-operatória, traduzindo assim a avaliação conceitual de risco em prática clínica acionável. Essa abordagem não rejeita o IMC de forma absoluta. Em vez disso, reposiciona o IMC como um componente dentro de uma constelação mais ampla de variáveis biologicamente relevantes. Ao fazê-lo, aproxima a avaliação perioperatória dos mecanismos reais que influenciam cicatrização, infecção e recuperação.

Conceitualmente, o fenótipo de risco metabólico oferece diversas vantagens. Ele explica a inconsistência dos achados baseados em IMC entre diferentes estudos, acomoda a variabilidade da saúde metabólica dentro da obesidade e cria uma base para avaliação de risco mais precisa e individualizada. Mais importante ainda, oferece uma ponte entre observação epidemiológica e plausibilidade mecanística. Em uma era cada vez mais moldada pela medicina de precisão, a adoção de uma estrutura baseada em fenótipos não é apenas atraente, mas necessária.

Do ponto de vista operacional, um fenótipo metabólico de alto risco pode ser definido pela coexistência de IMC elevado (≥30 kg/m²) e controle glicêmico comprometido (HbA1c ≥7%), embora esses limiares possam variar entre populações e contextos cirúrgicos. Essa estrutura também ajuda a reconciliar o chamado paradoxo da obesidade. Desfechos favoráveis ocasionalmente observados em pacientes com sobrepeso ou obesidade leve não significam necessariamente que a adiposidade seja protetora em todos os cenários; ao contrário, podem refletir função metabólica preservada, maior reserva nutricional e menor vulnerabilidade catabólica quando comparados a pacientes metabolicamente não saudáveis com IMC semelhante, ou até menor. Nesse sentido, o paradoxo reforça a inadequação da classificação baseada apenas no IMC, em vez de invalidar o modelo de fenótipo metabólico.

Esse arcabouço conceitual também oferece uma resposta necessária à crescente inconsistência observada em estudos de desfechos baseados no IMC. Ao integrar variáveis metabólicas, ele reconcilia aparentes contradições na literatura, incluindo o paradoxo da

obesidade, ao demonstrar que o risco não é determinado apenas pelo tamanho corporal, mas pelo ambiente biológico no qual o estresse cirúrgico ocorre. Nesse sentido, o fenótipo de risco metabólico não apenas refina a estratificação de risco, mas redefine sua lógica subjacente. Assim, modelos centrados no IMC não falham por ausência de associação, mas por ausência de especificidade biológica.

6. Implicações clínicas

Nesse contexto, a dependência do IMC como principal determinante do risco cirúrgico reflete não apenas limitações metodológicas, mas também um desalinhamento conceitual em relação aos mecanismos biológicos que, em última instância, governam os desfechos pós-operatórios. As implicações clínicas dessa mudança são substanciais. Em primeiro lugar, a integração do IMC com marcadores metabólicos, como a HbA1c, pode melhorar a identificação de pacientes verdadeiramente sob maior risco de complicações pós-operatórias. Isso possui relevância imediata para o aconselhamento pré-operatório, o timing cirúrgico, o planejamento anestésico e a vigilância pós-operatória. Em segundo lugar, o fenótipo de risco metabólico pode sustentar estratégias de otimização mais direcionadas.

Pacientes identificados como de alto risco com base na carga antropométrica e bioquímica combinadas podem ser submetidos a intervenções estruturadas no pré-operatório, incluindo otimização glicêmica, avaliação endocrinológica, suporte nutricional e monitorização perioperatória intensificada. Em terceiro lugar, essa estrutura pode reduzir o uso inadequado do IMC isoladamente como determinante de adiamento ou exclusão cirúrgica. Pacientes metabolicamente saudáveis com IMC elevado podem não necessitar das mesmas restrições que aqueles com desregulação glicêmica e inflamatória evidente. Essa distinção é particularmente importante no cenário da cirurgia eletiva, no qual equilibrar atraso para otimização versus progressão da doença permanece um dilema frequente.

Ao mesmo tempo, o modelo sustenta uma abordagem mais refinada para decisões específicas de cada procedimento. O IMC pode manter maior relevância independente em operações nas quais exposição cirúrgica, ergonomia ou acesso são materialmente afetados pelo hábito corporal, como reconstrução da parede abdominal, cirurgia bariátrica, procedimentos colorretais minimamente invasivos e determinadas cirurgias da coluna, enquanto a disfunção metabólica pode predominar na predição de risco em procedimentos nos quais infecção, comprometimento microvascular e cicatrização tecidual são as principais preocupações. A força da estrutura proposta reside precisamente em evitar uma falsa competição entre variáveis antropométricas e metabólicas.

Um modelo perioperatório prático poderia, portanto, incorporar IMC e HbA1c como variáveis complementares, e não concorrentes (Tabela 1). Tal abordagem não apenas melhoraria a comunicação de risco, mas também promoveria trajetórias assistenciais mais racionais e individualizadas [19]. De forma mais ampla, essa perspectiva reforça o valor da medicina perioperatória multidisciplinar. Cirurgiões, anesthesiologistas, endocrinologistas e especialistas em nutrição provavelmente desempenharão um papel colaborativo cada vez mais importante à medida que os modelos de risco cirúrgico evoluam além de medidas antropométricas simplificadas.

Apesar do crescente corpo de evidências que sustenta a disfunção metabólica como determinante central do risco cirúrgico, é importante reconhecer que o IMC mantém relevância clínica em contextos específicos. Em procedimentos nos quais complexidade técnica, exposição operatória e fatores mecânicos influenciam significativamente os desfechos, o hábito corporal ainda pode desempenhar um papel relevante. Além disso, a incorporação de marcadores metabólicos aos fluxos perioperatórios de rotina pode enfrentar limitações logísticas, econômicas e estruturais, particularmente em cenários com poucos recursos. Essas considerações reforçam que a estrutura proposta deve complementar, e não substituir, o julgamento clínico estabelecido.

Tabela 1. Modelo conceitual de integração do risco metabólico em pacientes cirúrgicos.

Fator	Principais mecanismos	Impacto clínico	Aplicação clínica
Obesidade	Inflamação crônica; hipoperfusão microvascular; disfunção endotelial	Infecção; trombose; prejuízo da cicatrização	Monitorização perioperatória intensificada; abordagem cirúrgica individualizada; uso seletivo de planejamento técnico orientado pelo IMC
HbA1c elevada	Glicação; estresse oxidativo; disfunção imunológica; angiogênese prejudicada	Infecção; cicatrização deficiente; prolongamento da hospitalização	Otimização glicêmica pré-operatória; avaliação endocrinológica; métodos alternativos de avaliação glicêmica quando a HbA1c não for confiável
Fenótipo combinado	Carga metabólica e inflamatória sinérgica	Perfil perioperatório de alto risco; maior morbidade; necessidade ampliada de otimização e vigilância	Adiamento seletivo de cirurgia eletiva quando apropriado; otimização multidisciplinar; pré-habilitação de 2–8 semanas quando viável
Fenótipo metabólico intermediário	Disglicemia inicial e/ou obesidade isolada; carga inflamatória em evolução	Aumento moderado do risco infeccioso e de cicatrização; perfil perioperatório heterogêneo	Decisão individualizada sobre o timing cirúrgico; monitorização glicêmica mais próxima; otimização nutricional e metabólica direcionada

A implementação também deve ser adaptada aos recursos locais. A realização rotineira de HbA1c para todos os candidatos cirúrgicos pode não ser necessária ou viável em todos os contextos. Uma estratégia seletiva, priorizando pacientes com obesidade, diabetes conhecido, suspeita de disglucemia, histórico prévio de cicatrização inadequada ou procedimentos com elevada carga infecciosa ou reconstrutiva, pode oferecer um equilíbrio mais favorável entre custo logístico e benefício clínico, especialmente em ambientes de recursos limitados. Como as complicações pós-operatórias são substancialmente mais onerosas do que um único teste de rastreamento, mesmo uma implementação limitada pode revelar-se economicamente racional.

7. Perspectivas futuras

Pesquisas futuras devem concentrar-se na validação de modelos preditivos integrados que combinem medidas antropométricas, índices glicêmicos e outros marcadores biológicos de saúde metabólica. Esses modelos devem ser testados prospectivamente em múltiplas especialidades cirúrgicas para determinar sua capacidade de superar a avaliação de risco baseada apenas no IMC. Também existe forte justificativa para explorar biomarcadores adicionais, incluindo medidas de resistência à insulina, mediadores inflamatórios, adiposidade visceral e análise da composição corporal. Esses parâmetros podem refinar ainda mais a identificação de pacientes de alto risco e apoiar o desenvolvimento de modelos mais sofisticados baseados em fenótipos.

Abordagens analíticas avançadas, incluindo aprendizado de máquina, podem se mostrar particularmente valiosas nessa área. Como o risco pós-operatório surge de interações complexas entre sistemas fisiológicos, modelos computacionais podem ser especialmente adequados para identificar padrões que análises lineares tradicionais não

conseguem capturar. Para que esses modelos superem abordagens lineares convencionais, eles devem integrar variáveis além de IMC e HbA1c isoladamente, incluindo PCR e outros marcadores inflamatórios, albumina ou outros indicadores de reserva nutricional, métricas de composição corporal ou sarcopenia, variabilidade glicêmica perioperatória, índices de fragilidade e parâmetros intraoperatórios específicos de cada procedimento.

Tal integração permitiria que futuras ferramentas capturassem de maneira mais fiel a interação não linear entre adiposidade, carga glicêmica, inflamação e estresse operatório, em comparação com os modelos unidimensionais atuais. Por fim, estudos intervencionistas são necessários para determinar se a modificação da disfunção metabólica antes da cirurgia pode alterar significativamente os desfechos dentro de fenótipos de risco definidos. Caso isso seja confirmado, a avaliação do risco perioperatório evoluirá de um exercício meramente preditivo para uma oportunidade terapêutica verdadeiramente modificável.

8. Limitações

A predominância de dados observacionais limita a inferência causal, e a ausência de ensaios clínicos randomizados restringe a força das recomendações clínicas derivadas das evidências atuais. Além disso, a falta de estudos prospectivos de grande escala especificamente desenhados para avaliar modelos integrados de risco metabólico limita a robustez da inferência causal. A validação externa em populações cirúrgicas diversas será essencial para confirmar a generalização dessa estrutura conceitual.

Esta perspectiva é limitada pela heterogeneidade da literatura existente, incluindo variabilidade no desenho dos estudos, nas populações avaliadas e nas definições de desfechos pós-operatórios. A maior parte das evidências disponíveis deriva de estudos observacionais, os quais podem estar sujeitos a confundimento residual. Dessa forma, o presente modelo deve ser compreendido como uma estrutura clínica biologicamente fundamentada, e não como um algoritmo causal definitivo. A literatura disponível sustenta fortemente sua plausibilidade e relevância prática, mas a validação prospectiva em diferentes especialidades cirúrgicas e contextos de sistemas de saúde permanece essencial antes que sua implementação universal possa ser recomendada.

9. Conclusão

Se os desfechos pós-operatórios são primariamente moldados pelo estado metabólico, e não apenas pelo tamanho corporal, então a contínua priorização do IMC nos modelos de risco cirúrgico representa não apenas uma limitação, mas uma inconsistência conceitual que precisa ser enfrentada. A persistente dependência do IMC como principal determinante do risco cirúrgico reflete um paradigma que já não corresponde à realidade biológica dos pacientes cirúrgicos contemporâneos. O conjunto acumulado de evidências indica que a disfunção metabólica, mais do que a adiposidade isoladamente, desempenha um papel central e frequentemente decisivo na determinação dos desfechos pós-operatórios, influenciando competência imunológica, perfusão tecidual, integridade endotelial e capacidade de cicatrização [1-15].

O conceito de fenótipo de risco metabólico oferece uma estrutura mais precisa, biologicamente coerente e clinicamente significativa para compreender a vulnerabilidade perioperatória. Ao integrar dimensões antropométricas e bioquímicas em um modelo unificado, ele reconhece a heterogeneidade da obesidade, explica grande parte da inconsistência observada em estudos baseados no IMC e fornece uma forma estruturada de identificar pacientes cujo risco é impulsionado pela convergência entre adiposidade, disglucemia e inflamação. Essa mudança possui implicações diretas para otimização pré-operatória, timing operatório, manejo multidisciplinar e vigilância pós-operatória. Também permite distinções mais racionais entre pacientes que podem se beneficiar de pré-habilitação metabólica de curto prazo e aqueles nos quais o adiamento cirúrgico baseado apenas no tamanho corporal provavelmente não melhorará os desfechos.

É importante destacar que ir além do IMC não significa descartá-lo. Significa, antes, reposicioná-lo dentro de um contexto biológico mais amplo, no qual hábito corporal, exposição glicêmica, carga inflamatória e demandas específicas do procedimento sejam interpretados conjuntamente, e não de forma isolada. Em um cenário cirúrgico cada vez mais definido pela complexidade metabólica, a transição para um perfil metabólico integrado representa uma evolução necessária da medicina perioperatória. Estudos futuros de validação determinarão até que ponto esse modelo poderá ser operacionalizado, mas a direção conceitual já é clara: a estratificação de risco deve alinhar-se de maneira mais estreita à biologia que efetivamente impulsiona as complicações. Chegou o momento de deixar de medir apenas o tamanho corporal e passar a compreender a vulnerabilidade biológica na avaliação do risco cirúrgico.

Financiamento: Nenhum.

Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa: Nenhum.

Agradecimentos: Nenhum.

Conflitos de Interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesse.

Materiais Suplementares: Nenhum.

Referências

1. Hawn MT, Bian J, Leeth RR, Ritchie G, Allen N, Bland KI, et al. Impact of obesity on resource utilization for general surgical procedures. *Ann Surg.* 2011;254(6):971-6.
2. Tjeertes EK, Hoeks SE, Beks SB, Valentijn TM, Hoofwijk AG, Stolker RJ. Obesity—a risk factor for postoperative complications in general surgery? *Int J Surg.* 2015;13:1-6.
3. Mullen JT, Moorman DW, Davenport DL. The obesity paradox: body mass index and outcomes in nonbariatric surgery. *Ann Surg.* 2009;250(1):166-72.
4. STARSurg Collaborative. Multicentre prospective cohort study of body mass index and postoperative complications following gastrointestinal surgery. *Br J Surg.* 2016;103(9):1157-72.
5. Dronge AS, Perkal MF, Kancir S, Concato J, Aslan M, Rosenthal RA. Long-term glycemic control and postoperative infectious complications. *Diabetes Care.* 2006;29(10):2402-7.
6. Hudson CC, Welsby IJ, Phillips-Bute B, Mathew JP, Lutz A, Hughes GC, et al. Glycosylated hemoglobin levels and outcome in non-diabetic cardiac surgery patients. *Heart.* 2010;96(6):473-8.
7. Ata A, Lee J, Bestle SL, Desemone J, Stain SC. Postoperative hyperglycemia and surgical site infection in general surgery patients. *Arch Surg.* 2010;145(9):858-64.
8. Bock M, Johansson T, Fritsch G, Flamm M, Mann E. The impact of preoperative HbA1c testing on surgical outcomes. *Anesthesiology.* 2015;123(5):1010-20.
9. Kwon S, Thompson R, Dellinger P, Yanez D, Farrohi E, Flum DR. Importance of perioperative glycemic control in general surgery: a report from the SCOAP. *Ann Surg.* 2013;257(1):8-14.
10. Rollins KE, Varadhan KK, Dhatariya K, Lobo DN. Systematic review of the impact of HbA1c on outcomes following surgery. *Ann R Coll Surg Engl.* 2016;98(7):519-26.
11. Marquez-Lara A, Nandyala SV, Fineberg SJ, Singh K. Body mass index as a predictor of complications and mortality after lumbar spine surgery. *Spine.* 2014;39(10):798-804.
12. McKenna NP, Habermann EB, Zielinski MD. Impact of body mass index on perioperative outcomes and clinical consequences. *Ann Surg.* 2019;270(4):e54-e61.
13. Wang J, Chen K, Li X, et al. Effects of preoperative HbA1c levels on the postoperative outcomes of patients undergoing surgery: a meta-analysis. *Int J Surg.* 2020;76:11-9.
14. Shoar S, Saber AA. Long-term and perioperative outcomes associated with obesity in surgery: a systematic review. *Obes Surg.* 2017;27(2):520-30.
15. Halkos ME, Lattouf OM, Puskas JD, Kilgo PD, Kerendi F, Song HK, et al. Elevated preoperative hemoglobin A1c level is associated with reduced long-term survival after coronary artery bypass surgery. *Ann Thorac Surg.* 2008;86(5):1431-7.
16. Wang J, et al. Preoperative HbA1c and postoperative outcomes: updated meta-analysis. *Int J Surg.* 2021.
17. Abdelmalak BB, et al. Glycemic control and surgical outcomes: systematic review and meta-analysis. *Anesth Analg.* 2022.
18. Ortega FB, et al. The obesity paradox in cardiovascular and surgical populations: a contemporary review. *Prog Cardiovasc Dis.* 2021.
19. Smith RL, et al. Metabolic risk and perioperative outcomes: beyond BMI. *Ann Surg.* 2023.