

FATORES DE RISCO E ESTRATÉGIAS DE PREVENÇÃO NA INFECÇÃO DE SÍTIO CIRÚRGICO: UMA REVISÃO NARRATIVA DA LITERATURA

RISK FACTORS AND PREVENTION STRATEGIES FOR SURGICAL SITE INFECTION: A NARRATIVE LITERATURE REVIEW

FACTORES DE RIESGO Y ESTRATEGIAS DE PREVENCIÓN EN LA INFECCIÓN DEL SITIO QUIRÚRGICO: UNA REVISIÓN NARRATIVA DE LA LITERATURA

RESUMO

A infecção de sítio cirúrgico (ISC) é uma complicação relevante no pós-operatório, associada ao aumento da morbidade e dos custos hospitalares. Seu desenvolvimento está relacionado a fatores como condições clínicas do paciente, características do procedimento e adequação de medidas profiláticas. A investigação de fatores de risco e estratégias de prevenção é essencial para reduzir sua incidência. Trata-se de uma revisão narrativa baseada em artigos publicados nos últimos dez anos nas bases PubMed, Embase e Cochrane. Foram incluídos estudos clínicos, randomizados e observacionais que analisaram fatores de risco, intervenções e estratégias de prevenção. A ISC é mais prevalente em países de baixo IDH. Fatores de risco incluem obesidade, diabetes, imunossupressão, idade avançada, tabagismo e técnicas inadequadas. Os principais agentes etiológicos são bactérias gram-negativas como *Escherichia coli* e *Pseudomonas aeruginosa*. A profilaxia antibiótica, combinando vias oral e intravenosa, reduziu a taxa de ISC de 14,4% para 3,4%. Tecnologias como terapia com pressão negativa e protetores de borda de ferida, além de higiene rigorosa e abordagem multidisciplinar, demonstraram eficácia. A profilaxia antimicrobiana, preparação pré-operatória e adesão a protocolos estruturados são essenciais para prevenir ISCs, destacando-se a importância de novas tecnologias e estratégias integradas.

Palavras-chave: Fatores de risco, infecção de ferida cirúrgica, prevenção de doenças, antibiocopprofilaxia, tratamento de ferimentos com pressão negativa.

Maria Eugennia Andrade Magalhães¹

Aluisio D'Lucas Alves Gomes²

Sandrielle Maria Brito do Nascimento³

Yane Vitória de Lima Cavalcante⁴

José Jordan de Menezes Magalhães⁵

Francisco Gabriel Sampaio Pereira⁶

1 Residência de Cirurgia Geral (SCMS), Ceará, Brasil. E-mail: eugennia@outlook.com ORCID: 0009-0007-2087-8434

2 Universidade Federal do Ceará, Ceará, Brasil. E-mail: aluisiodlucas@gmail.com ORCID: 09-0009-1445-8964

3 Universidade Federal do Ceará, Ceará, Brasil. E-mail: britosandrielle@gmail.com ORCID: 009-0001-1564-6184

4 Universidade Federal do Ceará, Ceará, Brasil. E-mail: yanevitoria@alu.ufc.br ORCID: 009-0001-6999-8548

5 Universidade Federal do Ceará, Ceará, Brasil. E-mail: josejordan@alu.ufc.br ORCID: 009-0006-6393-1963

6 Universidade Federal do Ceará, Ceará, Brasil. E-mail: gabrielsamp@alu.ufc.br ORCID: 009-0005-4706-4671

ABSTRACT

Surgical site infection (SSI) is a significant postoperative complication associated with increased morbidity and hospital costs. Its development is linked to factors such as the patient's clinical condition, procedural characteristics, and the adequacy of prophylactic measures. Investigating risk factors and prevention strategies are essential to reduce its incidence. This is a narrative review based on articles published in the last ten years in the PubMed, Embase, and Cochrane databases. Clinical, randomized, and observational studies analyzing risk factors, interventions, and prevention strategies were included. SSI is more prevalent in low-HDI countries. Risk factors include obesity, diabetes, immunosuppression, advanced age, smoking, and inadequate surgical techniques. The main etiological agents are gram-negative bacteria such as *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa*. Antibiotic prophylaxis, combining oral and intravenous routes, reduced SSI rates from 14.4% to 3.4%. Technologies such as negative pressure therapy, wound edge protectors, strict surgical room hygiene, and a multidisciplinary approach have proven effective. Antimicrobial prophylaxis, preoperative preparation, and adherence to structured protocols are essential to prevent SSIs, highlighting the importance of new technologies and integrated strategies.

Keywords: Antibiotic prophylaxis, negative pressure wound therapy, disease prevention, risk factors, surgical wound infection.

RESUMEN

La infección del sitio quirúrgico (ISQ) es una complicación posoperatoria significativa, asociada con mayor morbilidad y costos hospitalarios. Su desarrollo está vinculado a factores como las condiciones clínicas del paciente, las características del procedimiento y la adecuación de medidas profilácticas. La investigación de factores de riesgo y estrategias de prevención es clave para reducir su incidencia. Se realizó una revisión narrativa basada en artículos de los últimos 10 años en PubMed, Embase y Cochrane. Se incluyeron estudios clínicos, aleatorizados y observacionales que analizaron factores de riesgo, intervenciones y estrategias preventivas. La ISQ es más frecuente en países de bajo IDH. Factores de riesgo incluyen obesidad, diabetes, inmunosupresión, edad avanzada, tabaquismo y técnicas quirúrgicas deficientes. Los principales agentes etiológicos son bacterias gramnegativas como *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa*. La profilaxis antibiótica combinada (vías oral e intravenosa) redujo la tasa de ISQ del 14,4% al 3,4%. Tecnologías como terapia de presión negativa, protectores de bordes de heridas, higiene estricta en quirófanos y enfoques multidisciplinarios mostraron eficacia. La profilaxis antimicrobiana, la preparación preoperatoria y el cumplimiento de protocolos estructurados son esenciales para prevenir ISQ. Las nuevas tecnologías y estrategias integradas han demostrado ser prometedoras en la reducción de estas infecciones.

Palabras clave: Factores de riesgo, infección de la herida quirúrgica, prevención de enfermedades, profilaxis antibiótica, terapia de presión negativa para heridas.

INTRODUÇÃO

As infecções do sítio cirúrgico (ISCs) representam um problema de saúde pública global com impacto sobre a morbidade, mortalidade e custos financeiros. Essas complicações estão associadas ao aumento do tempo de internação hospitalar, à necessidade de readmissão no hospital, ao comprometimento da qualidade de vida dos pacien-

tes e à necessidade de cuidados intensivos^{1,2}. As ISCs são particularmente prevalentes no campo da cirurgia geral, resultando em consequências como maior risco de óbito e ônus financeiro elevado devido ao tratamento prolongado e à gestão de complicações.^{3,4}

As ISCs estão associadas a fatores clínicos e contextuais, como condições subjacentes dos

pacientes, técnicas cirúrgicas utilizadas e limitações estruturais em ambientes de saúde, especialmente em países com menor Índice de Desenvolvimento Humano (IDH).⁵ Essas infecções impõem desafios para os pacientes e equipes de saúde, ressaltando a necessidade de intervenções eficazes e baseadas em evidências que possam mitigar esses impactos.⁶ Compreender os fatores de risco associados às ISCs é fundamental para a identificação precoce de condições que predisõem o seu desenvolvimento, além de guiar a implementação de estratégias preventivas e terapêuticas personalizadas.

Apesar de sua importância, é possível observar na literatura uma lacuna significativa de estudos abrangentes que explorem a incidência, os fatores de risco e as estratégias de prevenção para ISCs na área da cirurgia geral, que compreende uma vasta gama de procedimentos e pacientes. A produção científica sobre o tema frequentemente privilegia subespecialidades, como cirurgia colorretal e vascular, negligenciando a cirurgia geral.

Este estudo, portanto, surge da necessidade de ampliar o entendimento sobre as infecções no sítio cirúrgico (ISCs) no contexto da cirurgia geral, abordando a incidência dessas infecções, os principais fatores de risco envolvidos, as medidas preventivas adotadas e os microrganismos prevalentes. Ao considerar esses aspectos, busca-se contribuir para o desenvolvimento de métodos mais eficazes na redução das ISCs e de suas consequências, fortalecendo a prática cirúrgica baseada em evidências e melhorando os desfechos clínicos dos pacientes.

Diante desse contexto, o objetivo deste estudo é avaliar a incidência, os fatores de risco e as estratégias de prevenção das ISCs em cirurgia geral, proporcionando subsídios para a otimização das práticas assistenciais e minimizar os impactos dessas infecções.

METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa bibliográfica narrativa, descritiva e exploratória, cujo objetivo é descrever fatores de risco e estratégias de prevenção na ISC. A pesquisa narrativa permite a síntese qualitativa do conhecimento disponível sobre o

tema, sem a necessidade de critérios sistemáticos para inclusão de estudos. A abordagem descritiva visa apresentar e analisar os achados de forma detalhada, enquanto a natureza exploratória busca identificar lacunas no conhecimento e possíveis direções para estudos futuros.

Foi conduzida uma busca na literatura nas bases de dados PubMed, Embase e *Cochrane Central Register of Controlled Trials* (CENTRAL) para identificar estudos publicados nos últimos dez anos, no período de 2015 a 2024, em janeiro de 2025. Os termos de busca foram “fatores de risco”, “determinantes de risco”, “avaliação de risco”, “risco pré-operatório”, “risco cirúrgico”, “infecção de sítio cirúrgico”, “ISC”, “infecção pós-operatória”, “infecção de ferida”, “complicação de ferida”, “infecção de ferida cirúrgica”, “prevenção”, “medidas preventivas”, “profilaxia”, “controle de infecção”, “profilaxia antibiótica”, “antisepsia cirúrgica”, “procedimentos cirúrgicos”, “cuidados pós-operatórios”, “cicatrização de ferida cirúrgica”, “desfechos clínicos”, com uso de operadores Booleanos “AND” e “OR” em combinações variadas. A busca foi restrita a estudos realizados em humanos, publicados em inglês.

Foram incluídos na revisão estudos que relataram dados sobre fatores de risco para infecção de sítio cirúrgico e estratégias de prevenção em intervenções cirúrgicas, bem como estudos que detalham desfechos clínicos e observacionais, incluindo ensaios clínicos randomizados (ECRs) e séries de casos que abordaram o tema.

Foram excluídos editoriais, comentários, perspectivas, artigos de opinião, estudos focados em outros tipos de infecções pós-operatórias, publicações em idiomas que não o inglês, revisões sistemáticas, estudos experimentais em animais e estudos publicados há mais de dez anos.

A extração dos dados foi realizada por seis revisores, utilizando um formulário padronizado. Os dados extraídos incluíram características dos estudos, populações envolvidas, fatores de risco identificados, estratégias de prevenção implementadas, modalidades terapêuticas e desfechos clínicos observados. Qualquer discrepância na extração de dados foi resolvida por consenso entre os revisores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Critérios de definição e diagnóstico das Infecções de Sítio Cirúrgico

A revisão evidenciou que as ISCs são complicações frequentes no período pós-operatório, definidas como infecções que ocorrem até 30 dias após o procedimento cirúrgico ou, em casos de pacientes com implantes, até um ano após a cirurgia, comprometendo a incisão ou os tecidos profundos no local da operação⁷.

O diagnóstico e os critérios para definição de ISC apresentam variações, mas geralmente incluem avaliação clínica pelo médico, presença de secreção purulenta, isolamento de microrganismos em cultura microbiológica ou sinais clássicos de inflamação, como eritema, dor, calor e edema. Além disso, indicadores objetivos, como exsudato seroso, separação de tecidos profundos, duração prolongada da internação hospitalar e outras alterações locais, também são considerados no diagnóstico^{8,9}.

Incidência de Infecção do Sítio Cirúrgico

A incidência de ISCs varia amplamente em função de fatores regionais e econômicos. Uma análise com 12.539 pacientes de diferentes países, foi observado que 12,3% desenvolveram ISC em até 30 dias após a cirurgia. Essa taxa foi influenciada pelo IDH, com uma incidência de 9,4% em países de alto IDH, 14,0% em países de médio IDH e 23,2% em países de baixo IDH. A contaminação intraoperatória foi classificada com mais frequência como “suja” em países de baixo IDH (14,1%), comparada a países de médio (6,0%) e alto IDH (7,8%). Esses achados destacam a relevância de adaptações regionais nas estratégias preventivas¹⁰.

A heterogeneidade das taxas de ISC dentro de categorias amplas de procedimentos cirúrgicos também é evidente. Por exemplo, cirurgias colorretais apresentam taxas particularmente altas, variando conforme o tipo de abordagem. Colectomias abertas tiveram uma taxa de ISC de 15,7%, enquanto procedimentos adicionais, como laparotomia exploratória e colostomia, aumentaram a taxa para 52,5%. Em contrapartida, colectomias laparoscópicas apresentaram taxas significativamente menores (7,6%), refletindo o impacto da

técnica cirúrgica minimamente invasiva na redução do risco de ISC¹¹.

Fatores de Risco para Infecção do Sítio Cirúrgico

A infecção do sítio cirúrgico (ISC) é uma das complicações mais frequentes no contexto cirúrgico, contribuindo para aumento de morbidade, prolongamento da hospitalização e elevação dos custos de saúde. Diversos fatores de risco têm sido investigados, abrangendo características do paciente, aspectos relacionados ao procedimento e a adequação de medidas profiláticas.

As condições clínicas do paciente exercem papel determinante no risco de ISC. Fatores como diabetes mellitus, obesidade, imunossupressão, idade avançada e tabagismo estão amplamente associados ao desenvolvimento de infecções. Em um estudo abrangendo 387.919 pacientes, foi identificado que o aumento progressivo do índice de massa corporal (IMC) está relacionado a um risco crescente de ISC, com obesidade mórbida associada a um risco até 7,8 vezes maior de infecções profundas em próteses totais de quadril^{12,13}. A cicatrização prejudicada e o comprometimento imunológico nos pacientes diabéticos, especialmente aqueles com controle glicêmico inadequado, destacam a importância do manejo clínico otimizado no período perioperatório para minimizar riscos^{14,15}.

Entre os fatores relacionados ao procedimento cirúrgico, a duração da operação, a classe da ferida e a técnica cirúrgica são determinantes críticos. Cirurgias prolongadas, emergenciais ou realizadas em feridas contaminadas apresentam maior risco de ISC. Um estudo com 30.579 procedimentos cirúrgicos demonstrou que o status ASA >2, o tabagismo e a classe de ferida 4 são significativamente associados ao aumento do risco de infecção¹⁶. Além disso, intervenções cirúrgicas em áreas específicas, como procedimentos no cólon esquerdo, apresentam maior probabilidade de complicações infecciosas, possivelmente devido à maior carga bacteriana e à manipulação extensa de tecidos¹⁷.

A profilaxia antimicrobiana inadequada é um dos principais fatores modificáveis associados ao aumento do risco de ISC. Pacientes com alergia relatada a antibióticos beta-lactâmicos (BL) fre-

quentemente recebem alternativas menos eficazes, como clindamicina e gentamicina, o que resulta em um aumento significativo nas taxas de ISC. Em uma análise com 2.676 procedimentos, a taxa de ISC no grupo com alergia a BL foi de 3,1%, comparada a 1,5% no grupo sem alergia (razão de chances: 2,015; IC 95%: 1,090–3,724; $P = 0,023$)¹⁸. A substituição inadequada de cefazolina por alternativas também foi destacada em outro estudo com 3.589 procedimentos, onde o uso de antibióticos alternativos foi associado a um risco aumentado de ISC (aOR: 1,68; IC 95%: 1,17–2,34; $P = 0,005$)¹⁹.

Aspectos específicos do controle intraoperatório e do ambiente hospitalar também influenciam significativamente o risco de ISC. Práticas inadequadas de esterilização, preparo pré-operatório insuficiente e técnicas cirúrgicas ineficazes são fatores frequentemente relacionados a maior incidência de infecções. A aderência de microrganismos à superfície de instrumentos cirúrgicos e a contaminação por microrganismos multirresistentes constituem desafios adicionais, especialmente em procedimentos contaminados [14, 17]. Estratégias de controle, como programas de educação continuada e implementação de protocolos rígidos, têm demonstrado reduzir as taxas de ISC em instituições hospitalares²⁰.

Outras complicações pós-operatórias, como pneumonia, também devem ser consideradas no contexto cirúrgico, uma vez que compartilham fatores de risco semelhantes. A identificação precoce de condições como aspiração documentada, uso prolongado de sedativos e cirurgias pode auxiliar na prevenção dessas complicações²⁰.

Fatores de Proteção para Infecção do Sítio Cirúrgico

A ISC é uma complicação associada a desfechos clínicos desfavoráveis. Os fatores de proteção desempenham um papel crucial na redução da incidência de ISC.

A análise multivariada de um estudo prospectivo multicêntrico conduzido na China destacou diversos fatores protetores associados à redução da ISC em procedimentos gastrointestinais. Entre os achados, identificou-se que um índice de massa corporal (IMC) dentro da faixa normal, níveis normais de glicemia, pontuação baixa no

índice de risco de vigilância de infecção nosocomial nacional (NNIS) e a realização de cirurgia não colônica estiveram relacionados a menores taxas de ISC. Especificamente, a preparação intestinal mecânica e o uso de técnicas minimamente invasivas, como cirurgia laparoscópica ou robótica, emergiram como fatores de proteção relevantes. Para procedimentos colorretais, a preparação mecânica do intestino mostrou-se particularmente benéfica, enquanto a cirurgia laparoscópica ou robótica foi um fator protetor destacado em procedimentos não colorretais²¹.

Patógenos Associados à Infecção do Sítio Cirúrgico

Os principais agentes etiológicos das ISC são bactérias gram-negativas, sendo as enterobactérias, particularmente *Escherichia coli*, responsáveis por 39,56% a 53,84% dos casos relatados. Além disso, *Pseudomonas aeruginosa* e *Acinetobacter baumannii* figuram entre os patógenos frequentemente isolados, ao lado de gram-positivas como *Staphylococcus aureus*, *estafilococos coagulase-negativos* e *Enterococcus spp*²²⁻²⁴.

Em um estudo que investigou a incidência de resistência aos antimicrobianos, observou-se que apenas 23% das bactérias isoladas em ISC eram sensíveis aos antibióticos profiláticos administrados previamente, indicando a necessidade urgente de revisão das práticas profiláticas²³. O papel de bactérias produtoras de β -lactamases de espectro estendido (ESBL) tem sido amplamente destacado, com mais de um terço das infecções de feridas em cirurgias colorretais atribuídas a esses patógenos resistentes, o que reforça a necessidade de triagem pré-operatória para indivíduos de alto risco²⁵.

Fatores de risco relacionados à ocorrência de ISC incluem características do paciente, como IMC elevado, hipoalbuminemia, tabagismo, comorbidades e condições cirúrgicas específicas, como duração prolongada da operação e grau de contaminação da ferida^{22, 24}. A colonização entérica por enterobactérias produtoras de ESBL tem sido identificada como um preditor independente de ISC intra-abdominais, especialmente em cirurgias classificadas como contaminadas ou sujas²⁴. Em um estudo realizado em Medellín, Colômbia, que analisou 546 prontuários, a incidência geral de

ISC foi de 12%, sendo mais prevalente após laparotomias (36%), colectomias (20%) e apendicectomias (19%). Os patógenos predominantes nesses casos foram *E. coli* e *S. aureus*, o que reforça a importância da profilaxia dirigida e do controle rigoroso do ambiente cirúrgico ²⁶.

A profilaxia antibiótica desempenha um papel crucial na prevenção das ISC. Dados indicam que o uso combinado de antibióticos orais e intravenosos (OIVA) reduz significativamente as taxas de ISC em comparação com o uso isolado de antibióticos intravenosos (IVA). Um estudo revelou taxas de infecção de 3,4% no grupo OIVA, em contraste com 14,4% no grupo IVA (OR 0,21; $p = 0,019$), evidenciando o benefício de estratégias combinadas ²⁸. Adicionalmente, estudos mostram que regimes profiláticos mais curtos, como a administração de uma única dose pré-operatória, são tão eficazes quanto a profilaxia estendida por 24 horas, reduzindo a exposição desnecessária a antimicrobianos e, conseqüentemente, o risco de resistência microbiana ²⁷.

A antibioticoterapia de curta duração também se mostrou eficaz em infecções intra-abdominais complicadas após o controle adequado da fonte cirúrgica, sem benefícios adicionais associados ao prolongamento do tratamento ²⁹.

A introdução de abordagens complementares de prevenção tem mostrado impacto significativo na redução das taxas de ISC. A preparação mecânica e antibiótica do cólon, por exemplo, foi associada à diminuição de complicações como vazamento anastomótico (RR 0,73; $p = 0,021$) e infecção profunda de órgãos (RR 0,68; $p < 0,001$), além de redução na necessidade de ostomia, na duração da internação hospitalar e na incidência de íleo paraltico. Esses achados reforçam a eficácia de estratégias combinadas para otimizar os desfechos cirúrgicos, particularmente em pacientes submetidos à colectomia eletiva ³¹.

Outra intervenção relevante é a imersão subcutânea de gluconato de clorexidina, que demonstrou reduzir a incidência de ISC incisional em cirurgias gastroenterológicas de 19,2% para 9,4% (RR 0,49; $p = 0,008$), sem eventos adversos relatados ³⁰.

A administração de profilaxia antibiótica adequada antes de procedimentos específicos, como

o reparo de hérnia inguinal com tela, também tem se mostrado benéfica. Pacientes que receberam uma única dose de cefuroxima intravenosa apresentaram uma redução significativa na taxa de ISC, de 9,4% para 2,8% ($p = 0,001$), destacando a importância do tempo correto de administração ³³. Por outro lado, a ausência de drenagem pós-operatória foi associada a uma menor incidência de ISC, reforçando a necessidade de avaliar criticamente o uso de drenos em cirurgias eletivas ³².

Um estudo que avaliou 127 procedimentos cirúrgicos encontrou uma prevalência de ISC de 16,5%, sendo esta associada à duração da cirurgia e ao tempo de internação hospitalar. Observou-se que pacientes que receberam antibióticos pré-operatórios tiveram menor probabilidade de necessitar de SAP prolongada por mais de 24 horas, destacando o papel da administração adequada de antibióticos na prevenção de complicações ³⁴.

Por fim, o uso inadequado de antibióticos, tanto no contexto profilático quanto terapêutico, contribui para o aumento da resistência microbiana e pode impactar negativamente a recuperação pós-operatória. A implementação de diretrizes baseadas em evidências, combinada com a triagem pré-operatória de pacientes de risco, o uso racional de antimicrobianos e intervenções preventivas eficazes, são essenciais para minimizar as complicações associadas às ISC e melhorar os desfechos clínicos. Dessa forma, um manejo integrado, considerando fatores de risco específicos e o perfil microbiológico predominante, é fundamental para garantir maior segurança e eficácia no cuidado perioperatório.

Medidas Protetoras para Prevenção de Infecções do Sítio Cirúrgico

A redução das ISCs é uma prioridade clínica, não apenas pela preservação do bem-estar do paciente, mas também pela minimização do impacto das infecções nos sistemas de saúde. Nesse contexto, intervenções baseadas em evidências desempenham um papel crucial na redução de sua incidência, por meio de estratégias que abrangem as fases pré-operatória, intraoperatória e pós-operatória.

A profilaxia antibiótica é amplamente reconhecida como uma das intervenções mais eficazes para prevenir ISCs, especialmente em cirurgias colorretais, onde o risco de contaminação é elevado devido à manipulação do trato gastrointestinal. Estudos multicêntricos têm demonstrado que o uso de antibióticos orais reduz significativamente a incidência de infecções por patógenos, incluindo aquelas como *Pseudomonas aeruginosa*. Em uma análise envolvendo 3.701 pacientes submetidos a cirurgias colorretais, verificou-se uma taxa de infecção de 9,3% entre os 669 casos de ISC, com uma redução atribuída à administração pré-operatória de antibióticos orais³⁵. De maneira semelhante, a adesão a diretrizes que preconizam a combinação de cefazolina e metronidazol, associada à preparação oral com antibióticos, foi associada a uma queda significativa nas taxas de ISC após colectomia eletiva, de 6,7% para 3,9% ($P = 0,012$)³⁶.

O uso de terapia com pressão negativa (Negative Pressure Wound Therapy – NPWT) em incisões fechadas tem emergido como uma ferramenta valiosa na redução de ISCs. Estudos retrospectivos e prospectivos demonstraram sua eficácia em diversos contextos cirúrgicos. Em pacientes submetidos à cirurgia de Whipple, o NPWT reduziu a taxa de ISC de forma significativa (12% vs. 41%; $P = 0,01$) e ainda contribuiu para a redução do tempo de internação hospitalar³⁷.

A relevância do NPWT se estende a procedimentos de reversão de estoma, onde, embora não tenha reduzido a incidência de ISC, promoveu benefícios secundários, como melhor cicatrização, redução da dor e resultados estéticos superiores³⁸. Além disso, em um estudo randomizado prospectivo, o NPWT foi associado a uma redução significativa na taxa de ISC, comparado com o uso de curativos de gaze (3,0% vs. 23,7%; $P = 0,031$). As incisões maiores que 20 cm, por outro lado, mostraram-se um fator de risco significativo para ISC, com um odds ratio de 15,576 ($P = 0,004$)³⁹.

Entre os sistemas de terapia com pressão negativa, destaca-se o PREVENA™, especialmente em pacientes de alto risco submetidos a ressecção colorretal. Em um estudo envolvendo 21 pacientes com fatores de risco como obesidade, diabetes e

imunossupressão, 86% apresentaram cicatrização completa na primeira inspeção clínica, com resultados satisfatórios mantidos ao longo de oito semanas⁴⁰. Esses achados reforçam a importância de selecionar dispositivos profiláticos adequados para populações cirúrgicas de maior vulnerabilidade.

As medidas intraoperatórias desempenham um papel essencial na mitigação do risco de ISCs, destacando-se a suplementação de oxigênio, o uso de protetores de borda de ferida e o manejo meticuloso dos tecidos. Em um estudo com 5.749 procedimentos colorretais, a administração de oxigênio suplementar a 80% resultou em uma redução nas ISCs superficiais (5,2% vs. 6,4%; $P = 0,047$), embora não tenha demonstrado impacto na mortalidade ou complicações compostas⁴¹.

Resultados semelhantes foram observados em outro estudo que comparou oxigênio a 80% com 30%, com redução na taxa de infecção no grupo suplementado com 80% de oxigênio (5,3% vs. 11%; $P = 0,02$), evidenciando a importância do manejo adequado da oxigenação perioperatória⁴².

Os protetores de borda de ferida (Wound Edge Protectors – WEP) também se mostraram eficazes na redução de ISCs. Em cirurgias colorretais abertas, o uso de WEP reduziu significativamente a incidência de ISC (16% vs. 36%; $P = 0,021$) e foi identificado como fator protetor independente na análise multivariada ($P = 0,012$)⁴³. Essas ferramentas, que atuam como barreiras físicas contra a contaminação, são particularmente úteis em procedimentos prolongados ou realizados em ambientes de maior risco de contaminação.

A antisepsia cutânea com clorexidina associada ao álcool (CA) é uma das práticas mais eficazes na prevenção de ISCs. Estudos comparando CA com álcool isolado (PA) mostraram menores taxas de infecção no grupo tratado com CA (6,6% vs. 12,3%; $P = 0,038$), sendo esse um fator protetor independente⁴⁴.

Adicionalmente, a implementação de pacotes de cuidados estruturados, incluindo profilaxia antibiótica, normotermia perioperatória e higiene rigorosa na sala cirúrgica, tem demonstrado impacto substancial. Em uma análise de 217.489 cirurgias, a conformidade com essas diretrizes reduziu o risco de ISC em até 37%⁴⁵. Esses pacotes de cuidados

promovem uma abordagem multidisciplinar, envolvendo cirurgiões, anestesistas, enfermeiros e outros profissionais de saúde na execução coordenada de intervenções baseadas em evidências.

A resistência bacteriana é um desafio crescente, exigindo a implementação de programas de administração antimicrobiana. Esses programas têm demonstrado redução no uso de antibiótico-terapia pós-operatória para infecções intra-abdominais, além de promover a transição de antibióticos de amplo espectro para opções mais específicas, sem comprometer os desfechos clínicos⁴⁶. Essa abordagem racionaliza o uso de antimicrobianos, reduzindo o risco de resistência e otimizando os resultados terapêuticos.

Novas terapias associadas à Infecção de Sítio Cirúrgico

Avanços tecnológicos têm contribuído para o desenvolvimento de novas abordagens na prevenção de ISCs. Uma dessas inovações é o D-PLEX100, uma matriz polímero-lipídica eluidora de antibióticos que libera altas concentrações locais de doxiciclina. Estudos clínicos demonstraram que o D-PLEX100 reduz em 64% o risco relativo de ISC, em comparação com o cuidado padrão isolado ($P = 0,0115$), sem aumento significativo nos eventos adversos ($P = 0,5442$). Essa abordagem pode ser particularmente útil em procedimentos de alto risco³⁴.

A terapia NPWT tem sido amplamente utilizada para prevenir ISCs, especialmente em incisões fechadas. Estudos indicam que o NPWT reduz a incidência de ISCs em diversas situações clínicas, como na cirurgia de Whipple, onde a taxa de ISC caiu de 41% para 12% ($P = 0,01$). Além disso, a aplicação de NPWT em pacientes de alto risco submetidos a ressecções colorretais apresentou resultados positivos, com 86% dos pacientes demonstrando cicatrização completa e satisfatória durante o acompanhamento^{38, 47}.

CONCLUSÃO

A prevenção das ISCs é um desafio contínuo na prática cirúrgica, demandando uma abordagem integrada e baseada em evidências. Os dados apresentados nesta revisão ressaltam que as taxas de ISC são influenciadas por fatores socioe-

conômicos, regionais e pela complexidade do procedimento cirúrgico. Pacientes de países com baixo IDH apresentam maior vulnerabilidade, o que destaca a necessidade de estratégias que considerem as disparidades globais.

Intervenções clássicas, como a profilaxia antibiótica (SAP), continuam sendo pilares essenciais na prevenção de ISCs. Estudos demonstraram que a administração pré-operatória de antibióticos, de forma adequada e restrita ao período recomendado, reduz significativamente a incidência de complicações infecciosas sem prolongar desnecessariamente a exposição a antimicrobianos, evitando, assim, a resistência bacteriana. A implementação de programas de gerenciamento antimicrobiano também mostrou impacto positivo na racionalização do uso de antibióticos, otimizando os desfechos sem aumentar as taxas de infecção.

Os avanços tecnológicos têm se mostrado eficazes na redução de ISCs, especialmente em pacientes de alto risco e procedimentos de alta complexidade. Esses dispositivos não só diminuem as taxas de infecção, mas também promovem melhores resultados funcionais e estéticos, contribuindo para a redução do tempo de internação e dos custos hospitalares. Intervenções intraoperatórias também desempenham um papel importante na redução do risco de contaminação e no estímulo à cicatrização tecidual. Essas medidas, associadas ao uso de materiais de alta tecnologia e diversos tipos de procedimentos cirúrgicos minimamente invasivos, têm contribuído para a melhoria dos resultados em diferentes tipos de cirurgia.

A implementação de pacotes de cuidados estruturados, que combinam profilaxia antibiótica, adesão a técnicas assépticas e higiene rigorosa, tem demonstrado reduções consistentes nas taxas de ISC, especialmente em centros que priorizam a conformidade com diretrizes baseadas em evidências.

Dessa forma, a prevenção de ISCs requer uma abordagem multifacetada que integre estratégias tradicionais, inovações tecnológicas e medidas personalizadas para diferentes populações e contextos. A educação contínua das equipes cirúrgicas, a adesão a protocolos baseados em evidências e o investimento em tecnologias promissoras são essenciais para alcançar melhores

desfechos clínicos e reduzir o impacto das ISCs na prática cirúrgica moderna.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Maria Eugennia Andrade Magalhães contribuiu com o delineamento e a realização da pesquisa, a análise e interpretação dos dados, a redação do manuscrito e revisão crítica do manuscrito quanto ao seu conteúdo intelectual relevante. **Aluisio D'Lucas Alves Gomes** contribuiu com o delineamento e a realização da pesquisa, a análise e interpretação dos dados, e a redação do manuscrito. **Sandrielle Maria Brito do Nascimento** contribuiu com a coleta de dados, a análise e interpretação dos dados, e a redação do manuscrito. **Yane Vitória De Lima Cavalcante** contribuiu com a coleta de dados, a análise e interpretação dos dados, e a redação do manuscrito. **José Jordan de Menezes Magalhães** contribuiu com a coleta de dados, a análise e interpretação dos dados, e a redação do manuscrito. **Francisco Gabriel Sampaio Pereira** contribuiu com a coleta de dados, a análise e interpretação dos dados, e a redação do manuscrito.

REFERÊNCIAS

1. Badia J, Casey A, Petrosillo N, Hudson P, Mitchell S, Crosby C. Impact of surgical site infection on healthcare costs and patient outcomes: a systematic review in six European countries. *J Hosp Infect.* 2017;96(1):1-15. doi:10.1016/j.jhin.2017.03.004.
2. Monahan M, Jowett S, Pinkney T, Brocklehurst P, Morton D, Abdali Z, Roberts T. Surgical site infection and costs in low- and middle-income countries: A systematic review of the economic burden. *PLoS ONE.* 2020;15(5):e0232960. doi:10.1371/journal.pone.0232960.
3. G M, H E, R M, L R, W R, L S, et al. World-wide incidence of surgical site infections in general surgical patients: A systematic review and meta-analysis. *Int J Surg.* 2021;106:136. doi:10.1016/j.ijsu.2021.106136.
4. Owens C, Stoessel K. Surgical site infections: epidemiology, microbiology and prevention. *J*

Hosp Infect. 2008;70 Suppl 2:3-10. doi:10.1016/S0195-6701(08)60017-1.

5. Fi T, Lim S. Surgical site infection after gastrointestinal surgery in children: an international, multicentre, prospective cohort study. *BMJ Glob Health.* 2020;5:e003429. doi:10.1136/bmjgh-2020-003429.

6. Liu Z, Dumville J, Norman G, Westby M, Blazeby J, McFarlane E, et al. Intraoperative interventions for preventing surgical site infection: an overview of Cochrane Reviews. *Cochrane Database Syst Rev.* 2017;2:CD012653. doi:10.1002/14651858.CD012653.pub2.

7. Owens C, Stoessel K. Surgical site infections: epidemiology, microbiology and prevention. *J Hosp Infect.* 2008;70 Suppl 2:3-10. doi:10.1016/S0195-6701(08)60017-1.

8. Henriksen N, Meyhoff C, Wetterslev J, Wille-Jørgensen P, Rasmussen L, Jørgensen L. Clinical relevance of surgical site infection as defined by the criteria of the Centers for Disease Control and Prevention. *J Hosp Infect.* 2010;75(3):173-7. doi:10.1016/j.jhin.2009.12.022.

9. Hedrick T, Harrigan A, Sawyer R, Turrentine F, Stukenborg G, Umapathi B, et al. Defining Surgical Site Infection in Colorectal Surgery: An Objective Analysis Using Serial Photographic Documentation. *Dis Colon Rectum.* 2015;58(10):1070-1077. doi:10.1097/DCR.0000000000000466.

10. Bhangu A, Ademuyiwa AO, Aguilera ML, Alexander P, Al-Saqqa SW, Borda-Luque G, et al. Surgical site infection after gastrointestinal surgery in high-income, middle-income, and low-income countries: a prospective, international, multicentre cohort study. *Lancet Infect Dis.* 2018;18(5):516-25. doi:10.1016/S1473-3099(18)30101-4.

11. Saeed MJ, Dubberke ER, Fraser VJ, Olsen MA. Procedure-specific surgical site infection incidence varies widely within certain National Healthcare Safety Network surgery groups. *Am J Infect Control.* 2015;43(6):617-23. doi:10.1016/j.ajic.2015.02.021.

12. Silvestri M, Dobrinja C, Scomersi S, Giudici F, Turollo A, Princic E, et al. Modifiable and

non-modifiable risk factors for surgical site infection after colorectal surgery: a single-center experience. *Surg Today*. 2018;48(3):338-345. doi:10.1007/s00595-017-1590-y.

13. Meijs AP, Koek MBG, Vos MC, Geerlings SE, Vogely HC, de Greeff SC. The effect of body mass index on the risk of surgical site infection. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2019;40(9):991-6. doi:10.1017/ice.2019.175.

14. Al-Hajri A, Ghabisha S, Ahmed F, Al-Wageeh S, Badheeb M, Alyhari Q, et al. Identification of predictive factors for surgical site infections in gastrointestinal surgeries: A retrospective cross-sectional study in a resource-limited setting. *F1000Res*. 2024;12:733. doi:10.12688/f1000research.129042.1.

15. Akhter MSJ, Verma R, Madhukar KP, Vaishampayan AR, Unadkat PC. Incidence of surgical site infection in postoperative patients at a tertiary care centre in India. *J Wound Care*. 2016;25(4):210-7. doi:10.12968/jowc.2016.25.4.210.

16. Ely S, Rothenberg KA, Beattie G, Gologorsky RC, Huyser MR, Chang CK. Modern elective laparoscopic cholecystectomy carries extremely low postoperative infection risk. *J Surg Res*. 2020;246:506-511. doi:10.1016/j.jss.2019.09.038.

17. Tserenpuntsag B, Haley V, Antwerpen CV, Doughty D, Gase KA, Hazamy PA, et al. Surgical site infection risk factors identified for patients undergoing colon procedures, New York State 2009-2010. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2014;35(8):1006-12. doi:10.1086/677634.

18. Wilhelm NB, Bonsall TJ, Miller CL. The effect of beta-lactam allergy status on the rate of surgical site infections. *Ann Surg*. 2020;Publish Ahead of Print. doi:10.1097/SLA.0000000000003898.

19. Lam PW, Tarighi P, Elligsen M, Gunaratne K, Nathens AB, Tarshis J, Leis JA. Self-reported beta-lactam allergy and the risk of surgical site infection: a retrospective cohort study. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2020;41(4):438-443. doi:10.1017/ice.2019.374.

20. Messer N, Melland MS, Miller BT, Krpata DM, Lucas RA, Beffa J, Zheng X, et al. Evaluating the im-

pact of lifting mandatory smoking cessation prior to elective abdominal wall reconstruction: A single-center experience. *Am J Surg*. 2024;229:52-6. doi:10.1016/j.amjsurg.2023.09.015.

21. Wang Z, Chen J, Wang P, Jie Z, Jin W, Wang G, et al. Surgical site infection after gastrointestinal surgery in China: a multicenter prospective study. *Am J Surg*. 2019;240:206-18. doi:10.1016/j.amjsurg.2019.02.023.

22. O'Brien WJ, Gupta K, Itani KMF. Association of postoperative infection with risk of long-term infection and mortality. *JAMA Surg*. 2020;155(1):61. doi:10.1001/jamasurg.2019.4686.

23. Alkaaki A, Al-Radi OO, Khoja A, Alnawawi A, Maghrabi A, et al. Surgical site infection following abdominal surgery: a prospective cohort study. *Can J Surg*. 2019;62(2):111-7. doi:10.1503/cjs.004818.

24. Apisarnthanarak A, Kondo S, Mingmalairak C, Mahawongkajit P, Juntong J, Limpavitayaporn P, et al. Outcomes of extended-spectrum beta-lactamases producing Enterobacteriaceae colonization among patients undergoing abdominal surgery. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2019;40(11):1290-3. doi:10.1017/ice.2019.280.

25. Kalakouti E, Simillis C, Pellino G, Mughal N, Warren O, Mills S, et al. Characteristics of surgical site infection following colorectal surgery in a tertiary center: Extended-spectrum β -lactamase-producing bacteria culprits in disease. *Wounds*. 2017;30(4):108-13.

26. Vallejo M, Cuesta D, Florez LE. Development of a surgical site infection at a tertiary hospital in Colombia: a clinical and microbiological profile. *Open Forum Infect Dis*. 2019;6(Supplement_2):S450. doi:10.1093/ofid/ofz360.1184.

27. Dornfeld M, Lovely JK, Huebner M, Larson DW. Surgical site infection in colorectal surgery: A study in antibiotic duration. *Dis Colon Rectum*. 2017;60(9):971-8. doi:10.1097/DCR.0000000000000886.

28. Arezzo A, Mistrangelo M, Bonino MA, Salusso P, Forcignanò E, Vettoretto N, et al. Oral neomycin and bacitracin are effective in preventing surgical

site infections in elective colorectal surgery: A multicentre, randomized, parallel, single-blinded trial (COLORAL-1). *Updates Surg.* 2021;73(5):1775–86. doi:10.1007/s13304-021-00961-7.

29. Surat G, Meyer-Sautter P, Rüschi J, Braun-Feldweg J, Germer CT, Lock JF. Retrospective cohort analysis of the effect of antimicrobial stewardship on postoperative antibiotic therapy in complicated intra-abdominal infections: Short-course therapy does not compromise patients' safety. *Antibiotics.* 2022;11(1):120. doi:10.3390/antibiotics11010120.

30. Ito Y, Nojiri S, Iwanaga N, Kawano S, Noro T, Machida M, et al. Incisional surgical site infections by subcutaneous soaking of wound with aqueous 0.05% chlorhexidine gluconate in gastroenterological surgery: A randomized controlled trial. *Surgery.* 2024;176(3):803–9. doi:10.1016/j.surg.2024.02.004.

31. Callado GY, de Almeida Leite RM, Eduardo S, Barchi LC, Seddiq W, Correa IP, et al. Bowel preparation for elective colectomy in Crohn's disease: Results from a global cohort study using the NSQIP database. *Colorectal Dis.* 2024;26(4):709–15. doi:10.1111/codi.16812.

32. Barbadoro P, Marmorale C, Recanatini C, Mazzarini G, Pellegrini I, D'Errico MM, et al. May the drain be a way in for microbes in surgical infections? *Am J Infect Control.* 2016;44(3):283–8. doi:10.1016/j.ajic.2015.10.002.

33. Jamali DM, Rahman IU, Ijazulhaq HM, Manzoor J, Liaqat K, Naz F. Effect of supplemental oxygen on risk of surgical wound infection. *J Pak Med Assoc.* 2022;16(9):804–6.

34. Surat G, Vogel U, Wiegering A, Germer CT, Lock JF. Defining the scope of antimicrobial stewardship interventions on the prescription quality of antibiotics for surgical intra-abdominal infections. *Antibiotics.* 2021;10(1):73. doi:10.3390/antibiotics10010073.

35. Gomila A, Carratalà J, Badia JM, Camprubí D, Piriz M, Shaw E, et al. Preoperative oral antibiotic prophylaxis reduces *Pseudomonas aeruginosa* surgical site infections after elective colorectal surgery: A multicenter prospective cohort stu-

dy. *BMC Infect Dis.* 2018;18(1):1–10. doi:10.1186/s12879-018-3381-y.

36. Vu JV, Collins SD, Seese E, Hendren S, Englesbe MJ, Campbell DA, et al. Evidence that a regional surgical collaborative can transform care: Surgical site infection prevention practices for colectomy in Michigan. *J Am Coll Surg.* 2018;226(1):91–99. doi:10.1016/j.jamcollsurg.2017.10.013.

37. Gupta R, Darby GC, Imagawa DK. Efficacy of negative pressure wound treatment in preventing surgical site infections after Whipple procedures. *Am Surg.* 2017;83(10):1166–1169. PMID:29391117.

38. Carrano FM, Maroli A, Carvello M, Foppa C, Sacchi M, Crippa J, et al. Negative-pressure wound therapy after stoma reversal in colorectal surgery: A randomized controlled trial. *BJS Open.* 2021;5(6). doi:10.1093/bjsopen/zrab081.

39. Li PY, Yang D, Liu D, Sun SJ, Zhang LY. Reducing surgical site infection with negative-pressure wound therapy after open abdominal surgery: A prospective randomized controlled study. *Scand J Surg.* 2017;106(3):189–95. doi:10.1177/1457496916664586.

40. Atkins BZ, Wooten MK, Kistler J, Hurley K, Hughes GC, Wolfe WG. Does negative pressure wound therapy have a role in preventing poststernotomy wound complications? *Surg Innov.* 2009;16(2):140–6. doi:10.1177/1553350609337001.

41. Kurz A, Kopyeva T, Suliman I, Podolyak A, You J, Lewis B, et al. Supplemental oxygen and surgical-site infections: an alternating intervention controlled trial. *Br J Anaesth.* 2018;120(1):117–26. doi:10.1016/j.bja.2017.10.003.

42. Jamali DM, Ur Rahman I, Ijazulhaq HM, Manzoor J, Liaqat K, Naz F. Effect of Supplemental Oxygen on Risk of Surgical Wound Infection. *Pak J Med Health Sci.* 2022;16(09):804. doi:10.53350/pjmhs22169804

43 Kobayashi H, Uetake H, Yasuno M, Sugihara K. Effectiveness of wound-edge protectors for preventing surgical site infections after open surgery for colorectal disease: A prospective cohort

study with two parallel study groups. *Dig Surg.* 2018;36(1):83–8. doi:10.1159/000488527.

44. Harnoss JC, Assadian O, Kramer A, Probst P, Müller-Lantzsch C, Scheerer L, et al. Comparison of chlorhexidine-isopropanol with isopropanol skin antisepsis for prevention of surgical-site infection after abdominal surgery. *Br J Surg.* 2018;105(7):893–9. doi:10.1002/bjs.10793.

45. Koek MBG, Hopmans TEM, Soetens LC, Wille JC, Geerlings SE, Vos MC, et al. Adhering to a national surgical care bundle reduces the risk of surgical site infections. *PLoS ONE.* 2017;12(9):e0184200. doi:10.1371/journal.pone.0184200.

46. Zammari NF, Abubakar U, Che Alhadi S, Khan FU. Use of surgical antibiotic prophylaxis and the prevalence and risk factors associated with surgical site infection in a tertiary hospital in Malaysia. *Drugs Ther Perspect.* 2022;38(5):235–42. doi:10.1007/s40267-022-00891-w.

47. Gupta R, Darby GC, Imagawa DK. Efficacy of negative pressure wound treatment in preventing surgical site infections after Whipple procedures. *Am Surg.* 2017;83(10):1166–1169. PMID:29391117.

