



Fatores associados à infecção em sítio cirúrgico em neonatologia

Factors associated with surgical site infection in neonatology

Factores asociados a la infección del sitio quirúrgico en neonatología

Chrystianne da Silva Oliveira¹, Nikaela Gomes da Silva², Nathalia Wanderley Costa³, Danielle de Melo Gonçalves³, Áurea de Fátima Farias Silva⁴, Danubia de Paula Lima da Silva², Aryele de Melo Gonçalves da Silva³, José William Araújo do Nascimento⁵.

RESUMO

Objetivo: Identificar os principais fatores associados à infecção de sítio cirúrgico (ISC) em neonatologia. **Métodos:** Trata-se de uma revisão integrativa, realizada nas bases de dados EMBASE, OVID, PubMed, Scopus e Web of Science, por meio dos seguintes descritores: "Neonate", "Neonatal", "Newborn", "Surgery", "Surgical site infection" e "Surgical wound infection". Foram incluídos estudos publicados entre 2014 a 2024 que incluíam neonatos com menos de 44 semanas de idade gestacional internados na UTIN. **Resultados:** A amostra final consistiu em 08 artigos, com uma concentração mais elevada de publicações nos anos de 2016 e 2021. A maioria dos estudos foi conduzida no EUA, e os designs de pesquisa predominantes foram estudos de coorte. Verificou-se que fatores como baixo peso ao nascer, múltiplas intervenções cirúrgicas, uso de cateter venoso central e colonização por MRSA estiveram fortemente associados à incidência de ISC. **Considerações finais:** Esta revisão destaca a importância de intervenções preventivas focadas e monitoramento contínuo para mitigar o risco de ISC em neonatos. Estratégias como vigilância aprimorada das práticas de assepsia e uso criterioso de antibióticos são cruciais para melhorar os desfechos clínicos.

Palavras-chave: Controle de infecções, Infecção da ferida cirúrgica, Neonatologia.

ABSTRACT

Objective: To identify the main factors associated with surgical site infection (SSI) in neonatology. **Methods:** This is an integrative review, conducted using the EMBASE, OVID, PubMed, Scopus, and Web of Science databases, with the following descriptors: "Neonate", "Neonatal", "Newborn", "Surgery", "Surgical site infection", and "Surgical wound infection". Studies published between 2014 and 2024 that included neonates with less than 44 weeks of gestational age admitted to NICUs were included. **Results:** The final sample consisted of 08 articles, with a higher concentration of publications in the years 2016 and 2021. Most studies were conducted in the USA, and the predominant research designs were cohort studies. Factors such as low birth weight, multiple surgical interventions, use of central venous catheters, and colonization by MRSA were strongly associated with the incidence of SSI. **Final considerations:** This review highlights the importance of targeted preventive interventions and continuous monitoring to mitigate the risk of SSI in neonates. Strategies such as enhanced surveillance of aseptic practices and judicious use of antibiotics are crucial for improving clinical outcomes.

Keywords: Infection control, Surgical wound infection, Neonatology.

¹ Albert Einstein Instituto Israelita de Ensino e Pesquisa, São Paulo - SP.

² Universidade Estácio, Recife - PE.

³ Centro Universitário Maurício de Nassau, Recife - PE.

⁴ Faculdade de Ciências de Timbaúba, Timbaúba - PE.

⁵ Universidade Federal de Pernambuco (Cin-UFPE), Recife - PE.

RESUMEN

Objetivo: Identificar los principales factores asociados con la infección del sitio quirúrgico (ISQ) en neonatología. **Métodos:** Se trata de una revisión integrativa, realizada en las bases de datos EMBASE, OVID, PubMed, Scopus y Web of Science, utilizando los siguientes descriptores: "Neonate", "Neonatal", "Newborn", "Surgery", "Surgical site infection" y "Surgical wound infection". Se incluyeron estudios publicados entre 2014 y 2024 que involucraban neonatos con menos de 44 semanas de edad gestacional internados en unidades de cuidados intensivos neonatales. **Resultados:** La muestra final consistió en 08 artículos, con una mayor concentración de publicaciones en los años 2016 y 2021. La mayoría de los estudios se realizaron en EE. UU., y los diseños de investigación predominantes fueron estudios de cohortes. Factores como el bajo peso al nacer, múltiples intervenciones quirúrgicas, uso de catéteres venosos centrales y colonización por MRSA estuvieron fuertemente asociados con la incidencia de ISQ. **Consideraciones finales:** Esta revisión resalta la importancia de intervenciones preventivas focalizadas y monitoreo continuo para mitigar el riesgo de ISQ en neonatos. Estrategias como la vigilancia mejorada de las prácticas asépticas y el uso juicioso de antibióticos son cruciales para mejorar los resultados clínicos.

Palabras clave: Control de infecciones, Infección de la herida quirúrgica, Neonatología.

INTRODUÇÃO

As infecções de sítio cirúrgico (ISC) são complicações pós-operatórias graves que ocorrem na incisão criada por um procedimento cirúrgico invasivo, sendo responsáveis por aproximadamente 20% de todas as infecções associadas aos cuidados de saúde. Estas infecções não apenas prolongam o tempo de hospitalização como também dobram o risco de mortalidade, especialmente em neonatos (VU LT, et al., 2014; ROSA R, et al., 2023). Os fatores de risco para ISC em adultos incluem comorbidades, idade avançada, índices de risco, fragilidade do paciente e a complexidade do procedimento cirúrgico. Em recém-nascidos e crianças, apesar de menos estudados, os riscos são frequentemente associados a feridas classificadas como contaminadas, aumento da duração da internação e do procedimento cirúrgico, bem como a especialidades como cirurgia cardiovascular, geral, neurocirúrgica e ortopédica, além de idade gestacional e peso ao nascer (MEOLI A, et al., 2022).

As ISC podem ser classificadas segundo diversos critérios: o tempo de ocorrência pós-cirurgia, a localização da infecção e o tipo de microrganismo causador. As infecções de início precoce surgem nos primeiros 30 dias após o procedimento, enquanto as de início tardio ocorrem após esse período. Quanto à localização, as ISC podem ser superficiais, afetando apenas a pele e tecido subcutâneo; profundas, envolvendo músculos e fáscia; ou de órgão/espaco, afetando órgãos específicos ou espaços anatômicos. O diagnóstico rigoroso exige a análise detalhada dos achados clínicos e laboratoriais, demonstrando a complexidade das ISC e a importância de abordagens específicas para diferentes grupos de pacientes (ROSA R, et al., 2023).

Embora a incidência de ISC seja documentada em 2–5% dos pacientes adultos submetidos a cirurgias hospitalares, a taxa varia de 2,5 a 5,4% entre recém-nascidos e crianças (KOROL E, et al., 2013; BAN KA, et al., 2017). O impacto das ISC em neonatos estende-se além das consequências clínicas imediatas, afetando significativamente as famílias e o sistema de saúde. As infecções não só aumentam o período de recuperação e a carga de cuidados intensivos, como também impõem estresse emocional e financeiro às famílias, que frequentemente enfrentam incertezas sobre os resultados de saúde de seus filhos e o aumento dos custos médicos. Além disso, os casos de ISC em neonatos podem diminuir a confiança no sistema de saúde, comprometendo a percepção do cuidado hospitalar e potencialmente impactando as decisões de tratamento futuro para essa população vulnerável (KATHERINE H, et al., 2023). Um desafio adicional na gestão das ISC em neonatos é a crescente resistência aos antibióticos.

Com o uso extensivo de antimicrobianos em ambientes hospitalares, há uma emergência notável de cepas resistentes, o que complica o tratamento de infecções pós-cirúrgicas e exige alternativas terapêuticas mais complexas e custosas (WU Y, et al., 2016). Este cenário destaca a necessidade urgente de estudos focados em estratégias de prevenção e manejo de ISC adaptadas para neonatos. Portanto, diferentemente dos adultos, para os quais diretrizes de manejo de ISC são bem estabelecidas, a literatura sobre o manejo de ISC em populações neonatais ainda é escassa. Isso ressalta a necessidade de uma investigação mais

aprofundada sobre as especificidades das ISC nesta faixa etária vulnerável. Assim, este estudo tem como objetivo identificar os principais fatores associados à ISC em neonatologia.

MÉTODOS

Neste estudo, optou-se pela realização de uma revisão integrativa da literatura como método para síntese do conhecimento. Este enfoque permite uma compreensão ampla e aprofundada sobre o tema investigado, integrando resultados de pesquisas primárias e oferecendo informações valiosas sobre áreas ainda não plenamente exploradas. A escolha da revisão integrativa é fundamental para a construção de uma base sólida que sustenta tanto o avanço do conhecimento acadêmico quanto a implementação de práticas baseadas em evidências científicas consolidadas (TAKO KV, et al., 2018).

A metodologia adotada para a condução da revisão integrativa seguiu um protocolo metodológico detalhado e rigoroso, dividido nas seguintes etapas: 1) Formulação da questão norteadora e definição dos objetivos específicos do estudo; 2) Estabelecimento dos critérios de inclusão para a seleção dos estudos; 3) Realização de uma busca sistemática e abrangente em bases de dados e repositórios relevantes; 4) Triagem, avaliação crítica e agrupamento das informações extraídas; 5) Análise detalhada e interpretação dos dados coletados; 6) Formulação das conclusões com base nas evidências encontradas e discussão de suas implicações (SOUZA MT, et al., 2010).

Para orientar este estudo, foi selecionada a estrutura metodológica PICOC, adaptada especificamente aos objetivos da pesquisa. O "P" (População) foca em neonatos submetidos a cirurgias cervicais, torácicas, abdominais ou neurológicas, todos internados em Unidades de Terapia Intensiva Neonatal (UTIN). Este grupo foi escolhido devido à sua alta suscetibilidade a complicações e ao elevado risco de desenvolver infecções de sítio cirúrgico (ISC). O "I" (Intervenção) não se aplica diretamente, uma vez que o estudo se concentra na identificação de fatores associados às ISC, e não em intervenções específicas. No entanto, as práticas de manejo de feridas e os cuidados pós-operatórios serão considerados na análise. O "C" (Comparação) também não é diretamente aplicável, visto que o objetivo do estudo é identificar e analisar fatores associados, e não realizar comparações entre diferentes intervenções.

O "O" (Outcomes) aborda a identificação dos principais fatores associados ao desenvolvimento de ISC em neonatos. Isso inclui práticas de assepsia, técnicas cirúrgicas, duração da cirurgia, uso de antibióticos e outras condições médicas que possam influenciar a incidência de ISC. Finalmente, o "C" (Contexto) examina os cenários em que o estudo é realizado, baseando-se em dados coletados de hospitais que realizam cirurgias neonatais. Serão consideradas variáveis institucionais como padrões de atendimento, protocolos de higiene e qualificação da equipe médica, que podem influenciar os resultados do estudo.

Com base nessa estruturação, a pergunta de pesquisa central foi definida como: "Quais são os principais fatores associados às infecções de sítio cirúrgico em neonatos por meio de evidências na literatura científica?". Assim, os critérios de inclusão estabelecidos foram: artigos completos disponíveis em qualquer idioma, estudos publicados entre janeiro de 2014 e março de 2024, focados em neonatos com menos de 44 semanas de idade gestacional internados na UTIN após cirurgia cervical, torácica, abdominal ou neurológica. Essa escolha se justifica pela relevância clínica e pela necessidade de entender as práticas que maximizam o cuidado e minimizam os riscos de ISC em um grupo tão vulnerável e delicado. Por sua vez, foram excluídos relatos de casos e séries de casos com menos de 10 pacientes, estudos em animais, artigos de opinião, estudos duplicados nas bases de dados, revisões de literatura (narrativas, scoping, integrativas, sistemáticas e meta-análises), artigos editoriais, dissertações, teses e quaisquer publicações que não estivessem diretamente alinhadas com o objetivo principal desta investigação.

Para a busca dos estudos primários foram selecionadas cinco bases de dados, relevantes para a área médica, a saber: National Institute of Medicine (NIH-PubMed), EMBASE, Scopus, Web of Science e Ovid. O levantamento abrangeu os meses de fevereiro a março de 2024. Os quatro componentes descritos da sigla PICOC foram utilizados em diferentes combinações de descritores controlados, empregando-se termos específicos derivados do Medical Subject Headings (MeSH). Os descritores adotados foram: "Neonate",

“Neonatal”, “Newborn”, “Surgery”, “Surgical site infection” e “Surgical wound infection”. Para aprimorar e detalhar a estratégia de busca, foi fundamental a utilização dos operadores booleanos “AND” e “OR”. A aplicação desses descritores foi cuidadosamente ajustada para corresponder às características de cada base de dados utilizada, garantindo assim uma cobertura abrangente e específica. Os detalhes dessas combinações estão ilustrados no (Quadro 1).

Quadro 1 - Estratégias de busca nas bases de dados.

Base de dados (artigos recuperados)	Estratégia de busca
PubMed (565)	(((((("Neonate") OR ("Neonatal") OR ("Newborn") AND ("Surgery") OR ("Surgical") AND ("Surgical wound infection") OR ("Surgical site infection"))
Scopus (124)	(((((("Neonate") OR ("Neonatal") AND ("Surgery") AND ("Surgical wound infection") OR ("Surgical site infection"))
Web of Science (51)	(((((("Neonate") OR ("Neonatal") OR ("Newborn") AND ("Surgery") OR ("Surgical") AND ("Surgical wound infection") OR ("Surgical site infection"))
Embase (50)	(((((("Neonate") OR ("Newborn") AND ("Surgical") AND ("Surgical wound infection") OR ("Surgical site infection"))
OVID (34)	(((((("Neonate") OR ("Newborn") AND ("Surgical") AND ("Surgical wound infection") OR ("Surgical site infection"))

Fonte: Oliveira CS, et al., 2024.

A seleção dos estudos incluídos nesta revisão foi realizada por avaliadores independentes, seguindo os critérios definidos anteriormente. Inicialmente, esses avaliadores examinaram os títulos e resumos dos artigos em uma fase preliminar de triagem, registrando suas decisões iniciais por meio de uma plataforma digital específica. A concordância entre os avaliadores foi calculada utilizando o coeficiente Kappa, que atingiu um valor de 0,89, indicando uma concordância significativa e validando a confiabilidade do processo de seleção adotado (MCHUGH ML, 2012).

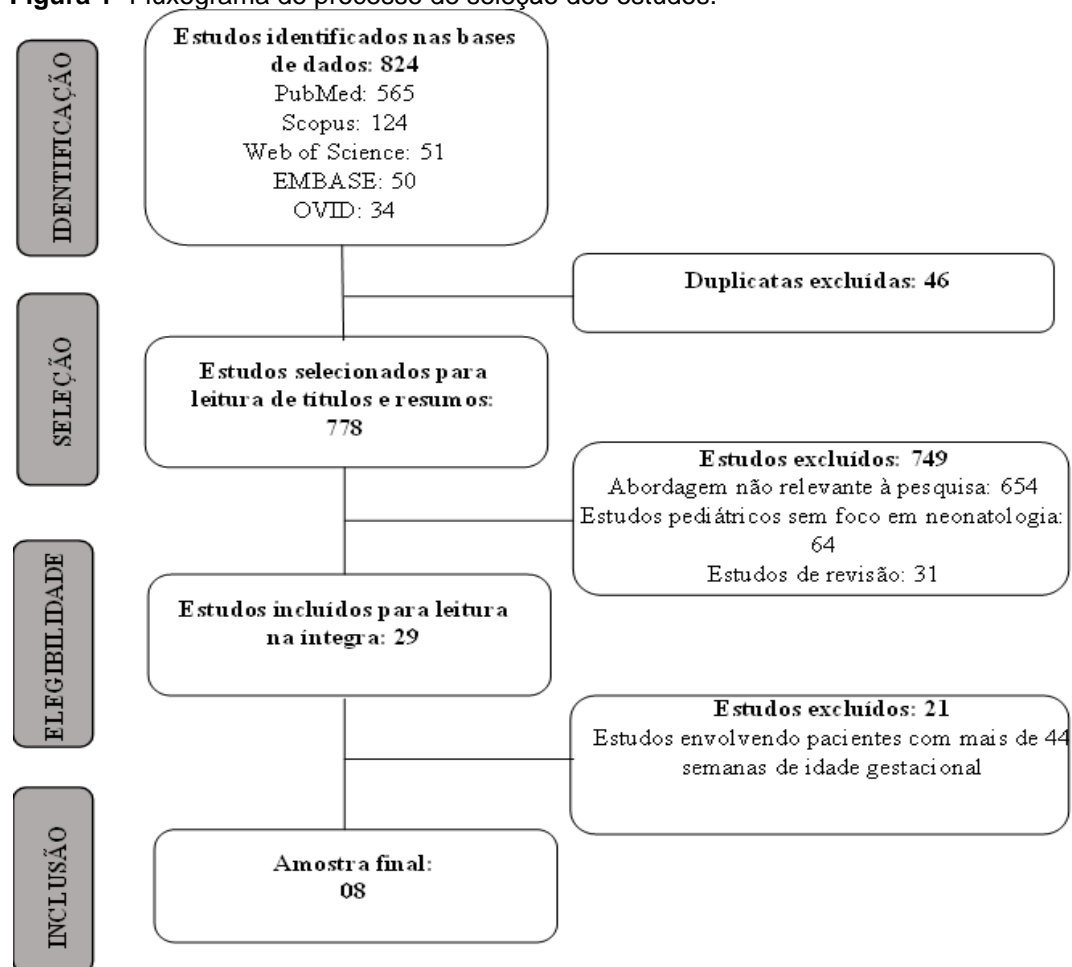
As divergências observadas nas avaliações preliminares foram resolvidas em reuniões conjuntas até que se alcançasse um consenso. Posteriormente, os estudos finalmente selecionados foram sistematizados e arquivados utilizando o software de gerenciamento de referências EndNote (versão XII - Desktop), o que facilitou a organização e o acesso às referências durante a revisão. Para garantir uma coleta e análise meticulosa dos dados relevantes, foi estabelecido um procedimento estruturado para compilar as informações.

Os critérios de seleção para os artigos incluíam a identificação detalhada do estudo (título, autores, periódico, ano de publicação, país de origem, classificação de impacto segundo o Journal Citation Reports – JCR, posição no ranking Qualis Capes para o período 2017-2020 e a base de dados em que o estudo foi encontrado), características metodológicas (tipo de estudo, nível de evidência), número de participantes, idade na cirurgia (dias), os tipos de procedimentos cirúrgicos, duração da internação (dias) e os fatores de risco identificados.

Durante a pesquisa inicial nas bases de dados designadas, foram identificados 824 artigos científicos. Desses, 46 estavam duplicados e foram considerados apenas uma vez, resultando em 778 artigos para uma avaliação inicial baseada em títulos e resumos. Após essa análise preliminar, 654 artigos foram excluídos por não corresponderem estritamente ao tema central da pesquisa. Além disso, 64 foram excluídos por serem focados em pediatria sem especificação para neonatologia, e 31 estudos foram excluídos por se enquadrarem como algum tipo de revisão literária.

Dessa seleção, 29 publicações foram submetidas a uma avaliação mais aprofundada do texto integral. Entretanto, deste grupo, 21 foram descartados por envolverem apenas pacientes que tiveram mais de 44 semanas de idade gestacional. Assim, um total de 8 artigos foi definitivamente incluído nesta revisão integrativa. O processo de seleção e exclusão dos artigos é detalhado no fluxograma desenvolvido conforme as diretrizes do Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses (PRISMA), adaptado para revisões integrativas, apresentado na (Figura 1).

Figura 1- Fluxograma do processo de seleção dos estudos.



Fonte: Oliveira CS, et al., 2024.

A seleção de estudos para esta revisão foi guiada pelo modelo da Hierarquia de Evidências, uma estratégia para avaliar a solidez e a confiabilidade das pesquisas incluídas. Este método assegura que os dados selecionados sejam de alta relevância e qualidade para usos práticos e acadêmicos (STILLWELL S, et al., 2010). Durante a análise, foi dada prioridade aos estudos nos níveis I e II da hierarquia, que compreendem ensaios clínicos controlados e randomizados e meta-análises de estudos rigorosos.

Tais estudos são fundamentais para fortalecer práticas clínicas apoiadas por evidências sólidas e confiáveis. Enquanto isso, estudos dos níveis III e IV, como os de coorte e caso-controle, embora ofereçam dados valiosos, possuem um nível de controle menos rigoroso que pode afetar a generalização dos achados (STILLWELL S, et al., 2010). Estudos classificados nas categorias V a VII da hierarquia, que incluem relatos de casos, opiniões de especialistas e estudos descritivos, também são considerados valiosos por oferecerem informações únicas e ajudarem a completar as lacunas no conhecimento científico existente (STILLWELL S, et al., 2010). No entanto, é crucial que essas formas de evidência sejam cuidadosamente avaliadas em conjunto com informações mais robustas ao formular recomendações práticas.

Além disso, nesta revisão, a adesão rigorosa aos princípios éticos foi uma prioridade. Esforços significativos foram dedicados para assegurar o reconhecimento adequado dos autores dos trabalhos analisados, bem como para manter a conformidade com normas internacionais de direitos autorais e as práticas recomendadas em pesquisa, refletindo um compromisso com a integridade acadêmica e o respeito pelo corpo de conhecimento científico (BRASIL, 1998).

RESULTADOS

Nesta revisão, um total de oito estudos foi selecionado para análise, conforme detalhado no (**Quadro 2**). Observou-se uma concentração de publicações nos anos de 2016 e 2021, cada um contribuindo com dois estudos à amostra. Em termos geográficos, o EUA foi o país mais representado, com duas publicações.

A avaliação da qualidade dos periódicos revelou uma predominância de publicações nos estratos A1 a A3 segundo a classificação da CAPES, destacando-se o "JAMA Network Open" pelo seu notável fator de impacto de 13.353. Quanto às metodologias empregadas, predominaram os estudos de coorte, atribuindo-se a eles um nível de evidência III (moderado). Os objetivos específicos destes estudos variaram, abrangendo a análise da incidência de ISC em neonatos e a identificação de fatores de risco associados a essas infecções.

Quadro 2 - Caracterização geral dos artigos da amostra final.

ID	Autoria/ ano	País	Periódico (Qualis – JCR)	Design do estudo (NE*)	Objetivos
01	Segal I, et al., 2014	Canadá	Journal of Pediatric Surgery (A2 - 1.919)	Coorte (III)	Determinar a taxa e o impacto clínico da ISC em bebês internados na UTIN.
02	Prasad PA, et al., 2016	EUA	Journal of Perinatology (A3 – 1.967)	Coorte (III)	Estimar a incidência e identificar fatores de risco para ISC em lactentes internados em UTIN.
03	Clements KE, et al., 2016	EUA	Journal of Pediatric Surgery (A2 - 1.919)	Coorte (III)	Determinar se a ISC é mais comum em bebês prematuros e identificar fatores de risco adicionais para o desenvolvimento de ISC.
04	Woldemicael AY, et al., 2019	Itália	European Journal of Pediatric Surgery (A3 – 1.148)	Coorte (III)	Definir a incidência de ISC e possíveis fatores de risco em um centro terciário de cirurgia neonatal.
05	Choobdar F, et al., 2020	Irã	Archives of Pediatric Infectious Diseases (B1 – 0.79)	Transversal prospectivo (VI)	Investigar os fatores de risco de infecção hospitalar em UTIN.
06	Yang Y, et al., 2021	China	Italian Journal of Pediatrics (A3 – 2.185)	Coorte (III)	Determinar a prevalência de ISC em pacientes cardiopatas congênitos neonatais submetidos ao fechamento esternal tardio (CEO) e avaliar os fatores de risco para ISC.
07	Nurjadi D, et al., 2021	Alemanha	JAMA Network Open (A1 – 13.353)	Coorte (III)	Identificar fatores de risco para colonização e infecções por <i>S aureus</i> em recém-nascidos hospitalizados e investigar a transmissão de <i>S aureus</i> e sua dinâmica em um ambiente sem surto.
08	Yamamichi T, et al., 2022	Japão	Pediatric Surgery International (A3 – 1.139)	Coorte (III)	Avaliar os fatores de risco para ISC pós-cirurgia abdominal em neonatos.

Nota: NE* - Nível de evidência.

Fonte: Oliveira CS, et al., 2024.

Conforme demonstrado no **Quadro 3**, esta revisão integra e consolida informações significativas dos estudos selecionados sobre fatores de risco associados às ISC em pacientes neonatos. A amostra total abrange uma extensa coorte de 3.985 pacientes neonatais, refletindo uma diversidade de procedimentos

cirúrgicos e períodos de internação. As cirurgias mais frequentemente relatadas incluem neurocirurgia, torácica (cardiopulmonar), geral e abdominal, com períodos médios de internação variando de 11,64 a 46 dias. Os principais fatores de risco identificados foram o muito baixo peso ao nascer, o uso de cateter venoso central, a duração do pinçamento aórtico, e a realização de múltiplos procedimentos cirúrgicos.

Outros fatores relevantes incluem a menor idade gestacional, o sexo masculino, e condições específicas como o fechamento de gastrosquise e enterocolite necrosante. Além disso, os resultados destacam a importância do manejo de feridas contaminadas/sujas e a influência da colonização por *Staphylococcus aureus*, particularmente a forma resistente à meticilina (MRSA), na incidência de ISC. A análise também apontou para a associação entre internações hospitalares mais longas e uma maior taxa de ISC, evidenciando o impacto significativo desses fatores no período pós-operatório dos neonatos.

Quadro 3 – Fatores de risco à ISC em pacientes neonatos.

ID	N	Tipo de cirurgia e dias de Internação (média)	Principais resultados (fatores de risco)
01	724	Neurocirurgia, torácica e geral; 26 dias	A taxa geral de ISC foi de 4,3 por 100 intervenções. Fatores de risco notáveis incluem o muito baixo peso ao nascer (MBPN), com taxas de ISC particularmente altas em procedimentos como o fechamento de gastrosquise (13 por 100 bebês). Bebês com ISC também mostraram necessidade de maior tempo de internação após ajuste para comorbidades, sublinhando o impacto significativo da ISC no período pós-operatório.
02	902	Neurocirurgia, torácica (cardiopulmonar) e geral.	As ISC complicaram 4,46% dos procedimentos realizados na UTIN. Os fatores de risco para ISC incluíram idade cronológica mais jovem, menor idade gestacional, sexo masculino e uso de cateter venoso central. Apenas 43% tiveram culturas do local cirúrgico obtidas e o <i>Staphylococcus aureus</i> foi o mais comumente isolado.
03	165	Geral.	A incidência de ISC foi de 11,7%. A ISC mostrou-se mais prevalente em neonatos submetidos a cirurgias abdominais ou múltiplos procedimentos.
04	244	Torácica e geral.	A incidência de ISC foi de 13,5%. Uma estadia pré-operatória superior a 4 dias foi associada a um risco quase três vezes maior de ISC. Os procedimentos gastrointestinais foram associados a um risco dez vezes maior de ISC em comparação com outros procedimentos. O fechamento da gastrosquise e as laparotomias com enterocolite necrosante (ECN) tiveram a maior incidência de ISC.
05	654	Geral.	A incidência de ISC foi de 2,3%. Fatores de risco, como intervenções cirúrgicas, foram significativamente mais frequentes no grupo infectado (34,1%) em comparação ao grupo não infectado (6,7%). As taxas de prevalência de infecção variaram significativamente com o peso ao nascer, sendo mais elevadas em neonatos de maior peso.
06	483	Torácica (cardíaca); 11,64 dias.	A prevalência de ISC foi de 87,5% quando o peso corporal era inferior a 1.500 g. Quando a idade operatória foi entre sete e 14 dias, a probabilidade de não haver ISC é de cerca de 93,9%. Quando a duração do pinçamento aórtico foi superior a 60 minutos, a prevalência de ISC foi de 91,2%.
07	590	26 dias.	Baixo peso ao nascer e internação hospitalar mais longa estavam associados à ISC.
08	223	Geral; 46 dias.	A taxa geral de ISC foi de 9,6%. A análise univariada mostrou que a incidência de ISC foi significativamente maior em pacientes submetidos a múltiplos procedimentos cirúrgicos, cirurgias prolongadas, hospitalização de longo prazo, administração de antibióticos a longo prazo, com colonização por <i>Staphylococcus aureus</i> resistente à meticilina (MRSA), feridas contaminadas/sujas ($P < 0,001$) e estado físico da American Society of Anesthesiologists de 3 ou 4.

Fonte: Oliveira CS, et al., 2024.

DISCUSSÃO

Esta revisão concentrou-se na identificação e análise dos fatores de risco associados às ISC em neonatos, um tópico de importância crítica para melhorar os desfechos clínicos e reduzir a morbidade em uma população altamente vulnerável. Os fatores de risco variam desde o muito baixo peso ao nascer até intervenções cirúrgicas múltiplas e o uso de cateteres venosos centrais, destacando a complexidade do manejo clínico e a necessidade de intervenções precisas e individualizadas. Os resultados desta revisão sugerem que uma abordagem integrada que combine vigilância rigorosa das práticas cirúrgicas, monitoramento cuidadoso de condições pré-existentes, e estratégias proativas de prevenção pode ser crucial.

Estas estratégias devem considerar tanto as variáveis clínicas específicas dos neonatos, como a prematuridade e o tipo de cirurgia, quanto fatores operacionais, como a duração da cirurgia e as técnicas de assepsia. Ao focar nessas áreas, os profissionais de saúde podem desenvolver um framework mais robusto para prevenir ISC, reduzindo assim as taxas de readmissão hospitalar e melhorando os resultados de saúde a longo prazo para esses pacientes jovens e frágeis (ATTI MLCD, et al., 2017; CATANIA VD, 2019).

À luz dos resultados desta revisão, os neonatos que tiveram um baixo peso ao nascimento apresentaram um fator de risco notável entre quatro estudos analisados (SEGAL I, et al., 2014; PRASAD PA, et al., 2016; YANG Y, et al., 2021; NURJADI D, et al., 2021). O baixo peso ao nascer está frequentemente associado a um aumento na susceptibilidade a ISC devido a vários fatores fisiológicos e imunológicos. Neonatos com baixo peso geralmente têm sistemas imunológicos menos desenvolvidos, o que inclui tanto a imunidade inata quanto a adaptativa. A função das células imunes, como os leucócitos, é crucial para a primeira linha de defesa contra patógenos no local da cirurgia, e a sua maturidade e funcionalidade são muitas vezes comprometidas em neonatos de baixo peso (NURJADI D, et al., 2021).

Além disso, a barreira cutânea, que é uma importante defesa física contra a entrada de microrganismos, pode estar menos desenvolvida em neonatos prematuros e de baixo peso. A pele mais fina e com menor quantidade de tecido subcutâneo pode não apenas facilitar a colonização bacteriana, mas também dificultar a cicatrização de feridas cirúrgicas, proporcionando um ambiente propício para o desenvolvimento de infecções. A menor quantidade de tecido adiposo também limita a eficácia dos métodos de antissepsia cutânea, que são vitais para reduzir o risco de ISC (PRASAD PA, et al., 2016; MEOLI A, et al., 2022).

Estudos também indicam que neonatos de baixo peso são mais propensos a passar por procedimentos invasivos, como a colocação de cateteres venosos centrais, que são fatores de risco adicionais para ISC. A necessidade desses dispositivos invasivos aumenta a exposição a patógenos nosocomiais e cria portais adicionais para infecção. Tais procedimentos são frequentemente necessários devido às condições instáveis de saúde dos neonatos com baixo peso, mas simultaneamente elevam o risco de complicações infecciosas (SEGAL I, et al., 2014; PRASAD PA, et al., 2016).

Além disso, uma metanálise recente realizada por Abdelgawad MA, et al. (2022) reforça esses achados, demonstrando que o menor peso ao nascer está significativamente associado a um aumento nas infecções de ferida cirúrgica. Essa metanálise reportou uma diferença média (DM) de -0,30 no peso dos neonatos com ISC comparados a neonatos sem infecções pós-cirúrgicas, com um intervalo de confiança de 95% de -0,53 a -0,07 e um valor de p significativo ($p=0,01$). Esses resultados corroboram com as conclusões desta revisão, destacando a importância do peso ao nascer como um preditor significativo de risco para infecções de sítio cirúrgico em neonatos.

Ainda por meio dos resultados desta revisão, condições específicas como o fechamento de gastrosquise e enterocolite necrosante foram fatores determinantes para ocorrência de ISC em neonatos analisados, como identificados em dois estudos de coorte retrospectiva (SEGAL I, et al., 2014; WOLDEMICAEL AY, et al., 2019). A prevalência de ISC nestes contextos pode ser atribuída à natureza intrínseca dessas condições e aos desafios associados à sua gestão cirúrgica.

O fechamento de gastrosquise envolve a correção de uma malformação congênita onde os intestinos se protrudem através de um orifício ao lado do umbigo. Este procedimento não só é tecnicamente desafiador, mas também carrega o risco de contaminação bacteriana a partir do intestino exposto, o que pode aumentar

significativamente o risco de ISC. Além disso, o ambiente inflamatório intenso e a presença de tecido necrótico podem comprometer a integridade da pele e dos tecidos moles circundantes, dificultando a cicatrização normal da ferida (RÄSÄNEN L, et al., 2022).

Por outro lado, a enterocolite necrosante é uma doença grave que afeta principalmente neonatos prematuros e se caracteriza pela necrose de partes do intestino. Esta condição eleva o risco de ISC devido a vários fatores, incluindo a interrupção da barreira intestinal e o subsequente risco aumentado de translocação bacteriana. As cirurgias realizadas em um campo operatório com alta carga bacteriana e inflamação ativa são notoriamente suscetíveis a complicações infecciosas. Adicionalmente, neonatos com enterocolite necrosante frequentemente apresentam um estado imunológico comprometido, tanto pela imaturidade de seu sistema imune quanto pelos efeitos sistêmicos da própria doença, exacerbando ainda mais o risco de infecções (AIRES J, et al., 2023).

Esta revisão também apontou para a influência da colonização por *Staphylococcus aureus* resistente à meticilina (MRSA) na incidência de ISC, como discutido por duas pesquisas de coorte (PRASAD PA, et al., 2016; YAMAMICHI T, et al., 2022). Pacientes com ISC submetidos a cirurgias abdominais neonatais especificamente, podem ter uma maior incidência de colonização por MRSA, maior tempo de administração de antibióticos e maior tempo de internação do que aqueles sem ISC. Além disso, esses três fatores podem estar relacionados entre si, portanto, pode ser assumido que esses itens poderiam ser resultado do desenvolvimento da ISC (KATAYANAGI T, 2015; INOUE M, et al., 2018).

A presença de MRSA em sítios cirúrgicos é particularmente preocupante devido à sua resistência a múltiplos antibióticos convencionais, o que dificulta o tratamento e controle das infecções. MRSA é conhecido por sua capacidade de formar biofilmes em superfícies bióticas e abióticas, o que contribui para sua persistência e resistência a agentes antimicrobianos em ambientes hospitalares. Isso é especialmente crítico em neonatos submetidos a cirurgias abdominais, onde a integridade da barreira cutânea e mucosa pode ser comprometida, facilitando a invasão e colonização por patógenos resistentes (KATAYANAGI T, 2015; INOUE M, et al., 2018).

A relação entre maior tempo de administração de antibióticos e a incidência de ISC pode ser explicada pela seleção de cepas resistentes sob pressão antibiótica prolongada. Isso não apenas aumenta a dificuldade em erradicar a infecção, mas também promove um ciclo de colonização persistente e reinfecção. Da mesma forma, o prolongamento da internação é um fator de risco bem estabelecido para a aquisição de infecções nosocomiais, incluindo aquelas causadas por MRSA (YAMAMICHI T, et al., 2022).

Deste modo, a identificação precoce de fatores de risco como baixo peso ao nascer, condições complicadas como gastroquise e enterocolite necrosante, e a presença de MRSA é de suma importância para prevenção de ISC em neonatos. Estes fatores são cruciais para o desenvolvimento de estratégias de prevenção e gestão. A implementação de protocolos de vigilância rigorosos, práticas aprimoradas de controle de infecção e o uso criterioso de antibióticos podem ajudar a mitigar o risco de ISC e suas complicações associadas. Além disso, a adoção de tecnologias avançadas para o diagnóstico precoce e tratamento eficaz de infecções pode ser fundamental para melhorar os desfechos clínicos em neonatos cirúrgicos. Reduzir a incidência de ISC não só melhora a qualidade do cuidado oferecido a esses pacientes vulneráveis, mas também contribui significativamente para a redução dos custos hospitalares associados ao tratamento de infecções pós-operatórias e à prolongada permanência hospitalar (CATANIA VD, et al., 2019; ABDELGAWAD MA, et al., 2022; MEOLI A, et al., 2022).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta revisão integrativa consolidou a compreensão dos fatores de risco associados às infecções de sítio cirúrgico em neonatos, destacando condições críticas como baixo peso ao nascer, múltiplas intervenções cirúrgicas, e a colonização por MRSA como preditores significativos de ISC. Os resultados enfatizam a necessidade urgente de estratégias de prevenção personalizadas e monitoramento rigoroso para reduzir a incidência de ISC nesta população vulnerável. Futuras pesquisas deverão focar na otimização de protocolos

de prevenção e na implementação de tecnologias inovadoras para a vigilância e manejo das ISC. Contudo, esta revisão enfrenta limitações, incluindo a variabilidade metodológica dos estudos analisados e a concentração geográfica dos dados, o que pode influenciar a generalização dos resultados. Portanto, estudos futuros são necessários para validar essas descobertas em diferentes contextos clínicos e expandir as práticas de cuidado neonatal globalmente.

REFERÊNCIAS

1. ABDELGAWAD MA, et al. A meta-analysis showing the effect of surgical site wound infections and associated risk factors in neonatal surgeries. *Int Wound J.* 2022; 19(8): 2092–2100.
2. AIRES J, et al. Occurrence of Neonatal Necrotizing Enterocolitis in Premature Neonates and Gut Microbiota: A Case–Control Prospective Multicenter Study. *Microorganisms.* 2023; 11(10): 2457.
3. ATTI MLCD, et al. Incidence of surgical site infections in children: active surveillance in an Italian academic children's hospital. *Ann Ig.* 2017; 29(1): 46-53.
4. BAN KA, et al. American college of surgeons and surgical infection society: surgical site infection guidelines, 2016 Update. *J Am Coll Surg.* 2017; 224: 59–74.
5. BRASIL. Ministério da Saúde (MS). Lei no 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, que altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília: Ministério da Saúde, 1998.
6. CATANIA VD, et al. Risk Factors for Surgical Site Infection in Neonates: A Systematic Review of the Literature and Meta-Analysis. *Front Pediatr.* 2019; 7: 101.
7. CHOBDAR F, et al. Nosocomial infection in an Iranian neonatal intensive care unit: hospital epidemiology and risk factors. *Arch Pediatr Infect Dis.* 2020; 8(4): 1-6.
8. CLEMENTS KE, et al. Surgical site infections in the NICU. *J Pediatr Surg.* 2016; 51: 1405–8.
9. INOUE M, et al. Contaminated or dirty wound operations and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) colonization during hospitalization may be risk factors for surgical site infection in neonatal surgical patients. *Pediatr Surg Int.* 2018; 34(11): 1209-1214.
10. KATAYANAGI T. Nasal methicillin-resistant *S. aureus* is a major risk for mediastinitis in pediatric cardiac surgery. *Ann Thorac Cardiovasc Surg.* 2015; 21: 37–44.
11. KATHERINE H, et al. Incidence and Relative Burden of Surgical Site Infections in Children Undergoing Nonemergent Surgery: Implications for Performance Benchmarking and Prioritization of Prevention Efforts. *Ann Surg.* 2023; 278(2): 280-287.
12. KOROL E, et al. A systematic review of risk factors associated with surgical site infections among surgical patients. *PLoS ONE,* 2013; 8: 83743.
13. MCHUGH ML. Interrater reliability: the kappa statistic. *Biochemia Medica,* 2012; 22(3): 276-282.
14. MEOLI A, et al. Prevention of Surgical Site Infections in Neonates and Children: Non-Pharmacological Measures of Prevention. *Antibiotics (Basel).* 2022; 11(7): 863.
15. NURJADI D, et al. Surveillance for colonization, transmission, and infection with methicillin-susceptible *Staphylococcus aureus* in a neonatal intensive care unit. *JAMA Netw Open.* 2021; 4(9): 2124938.
16. PRASAD PA, et al. Infecções de sítio cirúrgico em uma coorte longitudinal de pacientes de unidade de terapia intensiva neonatal. *J Perinatol.* 2016; 36: 300–5.
17. RÄSÄNEN L, et al. Outcome and management in neonates with gastroschisis in the third millennium—a single-centre observational study. *Eur J Pediatr.* 2022; 181(6): 2291–2298.
18. ROSA R, et al. Preventing Surgical Site Infections: Implementing Strategies Throughout the Perioperative Continuum. *AORN Journal.* 2023; 117(5): 300-311.
19. SEGAL I, et al. Surgical site infections in infants admitted to the neonatal intensive care unit. *J Pediatr Surg.* 2014; 49: 381–4.
20. SOUZA MT, et al. Integrative review: what is it? How to do it? Einstein (Sao Paulo). 2010; 8(1): 102-6.
21. STILLWELL S, et al. Evidence– based practice: step by step. *Am J Nurs,* 2010; 110(5): 41-47.
22. VU LT, et al. Surgical site infections in neonates and infants: is antibiotic prophylaxis needed for longer than 24 h? *Pediatr Surg Int.* 2014; 30: 587–92.
23. WOLDEMICAEL AY, et al. Surgical site infection in a tertiary neonatal surgery Centre. *Eur J Pediatr Surg.* 2019; 29(03): 260-265.
24. WU Y, et al. Hyperglycemia and its association with clinical outcomes in postsurgical neonates and small infants in the intensive care unit. *J Pediatr Surg.* 2016; 51: 1142–5.
25. YAMAMICHI T, et al. Factors associated with neonatal surgical site infection after abdominal surgery. *Pediatr Surg Int.* 2022; 38(2): 317-323.
26. YANG Y, et al. Surgical site infection after delayed sternal closure in neonates with congenital heart disease: retrospective case-control study. *Ital J Pediatr.* 2021; 47(1): 1-8.