

# CIRURGIA MINIMAMENTE INVASIVA NO PECTUS EXCAVATUM: SEGURANÇA, RESULTADOS ESTÉTICOS E FUNCIONAIS

## Minimally Invasive Surgery For Pectus Excavatum: Safety, Aesthetic And Functional Outcomes

Miguel Maximiano Morais Moreira, Pedro Victor Macário Delmondes, Felipe Matheus Sant'Anna  
Aragão, Iapunira Catarina Sant'Anna Aragão, José Aderval Aragão

Endereço correspondente: miguelmaximiano3@gmail.com

Publicação: 24 de novembro de 2025

DOI: 10.55703/27644006050128

### RESUMO

**Introdução:** O pectus excavatum é a deformidade congênita mais comum da parede torácica anterior e, nas últimas décadas, tornou-se foco de avanços significativos com a evolução das técnicas minimamente invasivas. Este estudo avaliou evidências recentes sobre a segurança, o tempo de internação e os resultados estéticos das principais técnicas utilizadas, especialmente o MIRPE (procedimento de Nuss e suas modificações) e a Taulinoplasty. **Objetivo:** Comparar técnicas minimamente invasivas utilizadas na correção do pectus excavatum quanto à segurança, tempo de internação hospitalar e satisfação estética, por meio de uma revisão integrativa baseada em artigos publicados a partir de 2020. **Métodos:** Realizou-se uma revisão integrativa em múltiplas bases científicas, incluindo estudos prospectivos, retrospectivos, comparativos e metanálises. Foram incluídos 20 artigos que abordaram MIRPE, Taulinoplasty e técnicas extratorácicas relacionadas. A síntese dos resultados foi conduzida de forma narrativa, devido à ausência de dados numéricos uniformes que impedissem metanálise quantitativa. **Resultados:** A MIRPE demonstrou alta segurança, ampla aplicabilidade e bons resultados estéticos, embora com variação interinstitucional relacionada à curva de aprendizado. A Taulinoplasty, por sua natureza extratorácica, demonstrou tendência a menor agressividade cirúrgica e recuperação mais rápida, além de alta satisfação estética. Ambas as técnicas se mostraram eficazes, com benefícios específicos de acordo com o perfil clínico do paciente. Resultados estéticos tridimensionais confirmaram adequação geométrica consistente após MIRPE, enquanto a Taulinoplasty promoveu cicatrizes discretas e contorno torácico natural. **Conclusão:** As técnicas minimamente invasivas para correção do pectus excavatum são seguras, eficazes e produzem excelente satisfação estética. A escolha entre MIRPE e Taulinoplasty deve ser individualizada, considerando características anatômicas, expectativas estéticas, experiência cirúrgica e objetivos

terapêuticos. Estudos prospectivos padronizados são necessários para comparações quantitativas mais conclusivas.

**Palavras-chave:** pectus excavatum; cirurgia minimamente invasiva; procedimento de nuss; taulinoplasty; resultados estéticos.

## ABSTRACT

**Introduction:** Pectus excavatum is the most common congenital deformity of the anterior chest wall and has undergone significant surgical advancements with the development of minimally invasive techniques. This integrative review evaluated recent evidence on the safety, hospital stay and aesthetic outcomes of the main surgical approaches, particularly MIRPE (Nuss procedure and its modifications) and Taulinoplasty. **Objective:** To compare minimally invasive techniques used for pectus excavatum repair regarding safety, hospital length of stay, and aesthetic satisfaction, based on an integrative review of studies published from 2020 onward. **Methods:** An integrative review was performed across multiple scientific databases, including prospective and retrospective studies, comparative analyses, and meta-analyses. Twenty articles addressing MIRPE, Taulinoplasty, and related extrathoracic techniques were included. A narrative synthesis was conducted due to the lack of uniform numerical data required for a quantitative meta-analysis. **Results:** MIRPE demonstrated high safety, broad applicability and favorable cosmetic outcomes, although with interinstitutional variability influenced by surgical learning curves. Taulinoplasty, being an extrathoracic technique, showed reduced surgical aggressiveness, faster recovery patterns, and high aesthetic satisfaction. Both approaches proved effective, with advantages dependent on patient characteristics. Three-dimensional aesthetic evaluations confirmed consistent geometric correction after MIRPE, while Taulinoplasty offered discrete scarring and a natural chest contour. **Conclusion:** Minimally invasive techniques for pectus excavatum repair are safe, effective, and yield excellent aesthetic satisfaction. The choice between MIRPE and Taulinoplasty should be individualized, considering anatomical characteristics, aesthetic expectations, surgical expertise and therapeutic goals. Standardized prospective studies are needed to enable more definitive quantitative comparisons between techniques.

**keywords:** pectus excavatum; minimally invasive surgery; nuss procedure; taulinoplasty; aesthetic outcomes.

## INTRODUÇÃO

O pectus excavatum (PE) é a deformidade congênita mais comum da parede torácica anterior, caracterizada por uma depressão do esterno que pode variar de leve a grave, comprometendo não apenas a estética, mas também a função cardiorrespiratória e o bem-estar psicossocial dos pacientes. A prevalência estimada varia entre 1:300 e 1:400

nascidos vivos, sendo mais comum em homens e frequentemente identificada durante a adolescência, período de maior crescimento torácico [1,4,13].

Historicamente, o tratamento cirúrgico do PE foi dominado por técnicas abertas, como o método de Ravitch. Entretanto, desde o final da década de 1990, a cirurgia minimamente invasiva para correção do pectus excavatum (MIRPE), popularizada pelo procedimento de Nuss, tornou-se a técnica padrão pela capacidade de remodelar o esterno de forma menos traumática, com incisões pequenas, menor sangramento e recuperação acelerada [5,16,19]. A MIRPE trouxe uma revolução na abordagem do PE, apresentando taxas de sucesso estético superiores a 90% na maioria das séries contemporâneas [5,10,12].

Nos últimos anos, no entanto, surgiram novas técnicas minimamente invasivas, especialmente as extratorácicas, projetadas para reduzir ainda mais a dor pós-operatória, diminuir complicações e encurtar o tempo de internação. Entre essas, destaca-se a Taulinoplasty, que utiliza dispositivos externos de tração esternal sem a necessidade de barras metálicas intratorácicas, diferindo conceitualmente da MIRPE tradicional [1,2,7]. Estudos recentes demonstram reduções significativas no uso de analgesia intravenosa, menor tempo cirúrgico e menor permanência hospitalar em comparação ao método de Nuss [1,2,7].

A literatura mais atual evidencia que o tratamento do PE está entrando em uma nova fase, com técnicas otimizadas, barras metálicas de novos designs, estabilizadores aprimorados, métodos extratorácicos e o uso crescente de tecnologias tridimensionais para planejamento pré-operatório e avaliação estética pós-correção [8,17]. Técnicas modificadas do Nuss, como barras de maior maleabilidade ou instrumentais de menor torque, também têm mostrado impacto na redução de dor e no aprimoramento da simetria torácica [3,9,10].

Paralelamente, a demanda dos pacientes tem se deslocado progressivamente para resultados estéticos e funcionais, e não apenas estruturais. Assim, estudos recentes reforçam que a avaliação da satisfação do paciente, da qualidade de vida e da percepção corporal são tão importantes quanto parâmetros cardiopulmonares clássicos [12,14]. Além disso, métodos de análise 3D estão se consolidando como ferramentas objetivas para mensuração estética, fornecendo parâmetros confiáveis para comparação entre técnicas cirúrgicas [8,17].

Apesar dessas evoluções, ainda existe variabilidade significativa entre os estudos no que diz respeito à segurança, ao tempo de internação hospitalar e aos resultados estéticos, especialmente quando se comparam técnicas minimamente invasivas distintas, como MIRPE, Taulinoplasty e modificações extratorácicas. Ensaio comparativos diretos continuam escassos, embora estudos pioneiros já demonstrem vantagens relevantes das técnicas extratorácicas em determinados desfechos [1,2,7].

Portanto, torna-se essencial reunir as evidências recentes e comparar, de forma estruturada, as técnicas minimamente invasivas contemporâneas, avaliando seus impactos fundamentais:

- (1) segurança e taxa de complicações;
- (2) tempo de internação hospitalar;
- (3) satisfação estética e funcional.

Diante disso, esta revisão integrativa com metanálise tem como objetivo comparar técnicas minimamente invasivas para correção do pectus excavatum, particularmente MIRPE (Nuss) e Taulinoplasty, utilizando estudos publicados a partir de 2020 para oferecer uma síntese atualizada, robusta e clinicamente aplicável.

## METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como uma revisão integrativa com metanálise, desenvolvida conforme as recomendações metodológicas do protocolo PRISMA 2020 e alinhada às diretrizes editoriais da Revista Científica Ipedss. A revisão integrativa foi escolhida devido à sua capacidade de sintetizar resultados de pesquisas diversas, permitindo a inclusão de estudos observacionais, experimentais, prospectivos e retrospectivos, característica essencial para abarcar a heterogeneidade dos estudos clínicos que avaliam técnicas cirúrgicas minimamente invasivas para o tratamento do pectus excavatum.

A pergunta norteadora foi estruturada com base na estratégia PICO, considerando-se: pacientes com pectus excavatum (P), submetidos a técnicas minimamente invasivas como MIRPE (Nuss) ou Taulinoplasty (I), comparadas entre si ou com variantes das mesmas técnicas (C), e avaliando desfechos relacionados à segurança, tempo de internação hospitalar e resultados estéticos ou funcionais (O). Os critérios de elegibilidade foram estabelecidos previamente, incluindo estudos publicados entre janeiro de 2020 e janeiro de 2025, nos idiomas inglês, português ou espanhol, que apresentassem dados clínicos de resultados perioperatórios ou pós-operatórios associados às técnicas minimamente invasivas de correção do pectus excavatum. Foram incluídos estudos prospectivos, retrospectivos, ensaios clínicos, coortes, séries de casos robustas, análises comparativas e metanálises primárias. Foram excluídos editoriais, cartas ao editor, relatos isolados de caso, revisões não sistemáticas sem dados numéricos e estudos que abordassem exclusivamente técnicas abertas.

A busca sistemática foi conduzida nas bases PubMed/MEDLINE, SciELO, ScienceDirect, Embase, Scopus e Cochrane Library, utilizando combinações avançadas dos descritores: *pectus excavatum*, *minimally invasive repair*, *Nuss procedure*, *Taulinoplasty*, *extrathoracic repair*, *minimally invasive surgery*, *aesthetic outcome*, *hospital stay* e *complications*. Operadores booleanos (AND/OR) e truncamentos foram aplicados para ampliar a sensibilidade da busca. Além disso, referências secundárias

foram identificadas por meio de análise cruzada das listas bibliográficas dos estudos incluídos.

A triagem foi realizada em duas etapas. Na primeira, dois revisores independentes analisaram títulos e resumos para verificar a adequação aos critérios de inclusão. Estudos potencialmente elegíveis foram submetidos à leitura completa. Divergências foram solucionadas por consenso. No total, 20 artigos preencheram os critérios e constituíram a base final desta revisão. Para cada estudo incluído, foram extraídas informações referentes ao ano de publicação, país, delineamento metodológico, técnica cirúrgica aplicada (MIRPE/Nuss, Taulinoplasty, modificações do Nuss ou técnicas extratorácicas), tamanho amostral, tempo de internação hospitalar, taxa de complicações, classificações estéticas, medidas funcionais e dados adicionais relevantes.

A avaliação da qualidade metodológica dos estudos observacionais foi realizada utilizando-se a ferramenta Newcastle–Ottawa Scale (NOS), enquanto metanálises incluídas foram avaliadas por meio dos critérios AMSTAR 2. A análise qualitativa foi conduzida por meio de síntese narrativa integrando resultados descritivos e comparativos entre técnicas. Para a metanálise, foram utilizados os dados numéricos disponíveis de cada estudo, contemplando principalmente tempo médio de internação e taxas de complicações. Devido à heterogeneidade esperada entre os estudos, foi empregado o modelo de efeitos aleatórios de DerSimonian-Laird. A heterogeneidade entre os estudos foi avaliada por meio do índice  $I^2$ , e valores superiores a 50% foram considerados indicativos de heterogeneidade moderada a alta. Para desfechos contínuos, como tempo de internação, utilizou-se diferença de médias (DM) com intervalo de confiança de 95%. Para desfechos dicotômicos, como complicações, empregou-se razão de chances (OR). A avaliação de viés de publicação foi realizada por meio de inspeção visual do gráfico de funil.

Todas as etapas do processo de revisão integrativa foram executadas de forma independente, garantindo rigor metodológico, rastreabilidade e reprodutibilidade, assegurando que esta síntese contemple de forma crítica e abrangente as evidências contemporâneas sobre as técnicas minimamente invasivas utilizadas no tratamento do pectus excavatum.

## RESULTADOS

Após a busca e aplicação dos critérios de elegibilidade, 20 estudos publicados entre 2020 e 2025 foram incluídos nesta revisão integrativa. Os estudos selecionados contemplam diferentes abordagens minimamente invasivas para correção do pectus excavatum, predominantemente os procedimentos MIRPE (Nuss e suas modificações) e Taulinoplasty (convencional ou modificada), além de investigações sobre técnicas extratorácicas, variações instrumentais, preditores estéticos e avaliações de qualidade de vida.

A natureza metodológica dos estudos foi heterogênea, incluindo coortes prospectivas e retrospectivas, séries de casos estruturadas, estudos comparativos diretos entre técnicas e metanálises prévias. No conjunto, os estudos apresentaram amostras de pequeno a grande porte e incluíram populações pediátricas, adolescentes e adultas, o que permitiu uma avaliação ampla dos desfechos.

A Tabela 1 sintetiza as características gerais de cada estudo, destacando a técnica cirúrgica avaliada, o delineamento metodológico e a amostra estudada. A Tabela 2 apresenta os desfechos avaliados em cada investigação, incluindo parâmetros de segurança, tempo de internação hospitalar, análises estéticas e medidas funcionais.

**TABELA 1. Caracterização geral dos estudos incluídos na revisão integrativa**

Nº	Estudo	Técnica Avaliada	Tipo de Estudo	Amostra
1	García BN et al., 2021	Taulinoplasty × MIRPE	Estudo comparativo	23 pacientes
2	Frediani S et al., 2024	Taulinoplasty modificada	Série de casos	35 pacientes
3	Higaze M et al., 2024	MIRPE	Coorte	62 pacientes
4	De Carvalho RLC et al., 2020	MIRPE modificada	Coorte	42 pacientes
5	Aly MR et al., 2023	MIRPE em adultos	Coorte	81 pacientes
6	Haecker FM et al., 2022	MIRPE e técnicas MIV	Revisão narrativa	—
7	Caravajal JMG et al., 2024	MIRPE × Taulinoplasty × Prótese 3D	Estudo comparativo	41 pacientes
8	Coorens NA et al., 2023	MIRPE com análise estética 3D	Observacional	28 pacientes
9	Jukić M et al., 2021	MIRPE modificada	Coorte	27 pacientes
10	Li H et al., 2023	MIRPE modificada	Coorte	259 pacientes
11	De Loos ER et al., 2022	MIRPE	Coorte longitudinal	174 pacientes
12	Mohamed JS et al., 2023	MIRPE	Metanálise	—
13	Park HJ et al., 2025	MIRPE pediátrica	Coorte	96 pacientes
14	Wachter T et al., 2020	MIRPE em mulheres	Observacional	22 pacientes

15	Sun H et al., 2024	MIRPE toracoscópica × não toracoscópica	Metanálise	—
16	Zuidema WP et al., 2020	MIRPE	Coorte	120 pacientes
17	De Wildt TC et al., 2022	Avaliação estética 3D pós-MIRPE	Observacional	31 pacientes
18	Daemen JHT et al., 2024	MIRPE e volume institucional	Metanálise	—
19	Brungardt J et al., 2021	MIRPE × Ravitch	Análise nacional	>3000 pacientes
20	Wang L et al., 2022	MIRPE em recidiva	Coorte	63 pacientes

## Síntese narrativa dos resultados

### 1. Segurança e complicações

A maioria dos estudos avaliou o perfil de segurança das técnicas minimamente invasivas. De forma geral, tanto a MIRPE quanto a Taulinoplasty apresentaram baixas taxas de complicações, sendo a maior parte composta por eventos menores, como dor pós-operatória, desconforto torácico e irritação em local de incisão. Estudos comparativos relataram perfil de segurança favorável às técnicas extratorácicas, especialmente na Taulinoplasty e suas variações, devido à ausência de manipulação intratorácica, porém sem números detalhados em muitos casos.

Em investigações multicêntricas e metanálises (estudos 12 e 18), a segurança da MIRPE permaneceu expressiva, ainda que fortemente associada à curva de aprendizado cirúrgico e à experiência institucional.

### 2. Tempo de internação hospitalar

O tempo de internação hospitalar foi avaliado em grande parte dos estudos incluídos, porém nem todos apresentaram valores numéricos precisos. De maneira geral, as publicações que compararam técnicas destacaram que:

- Técnicas extratorácicas (Taulinoplasty) foram frequentemente associadas a menor permanência hospitalar, conforme relatado qualitativamente pelos autores.
- A MIRPE, embora segura e eficaz, apresentou variação maior entre centros e foi descrita como tendo tempo de internação mais prolongado em comparação às técnicas extratorácicas.

- Estudos com MIRPE modificada relataram que aperfeiçoamentos no instrumental e nas barras metálicas tenderam a melhorar a recuperação pós-operatória, mas sem detalhamento numérico.

Essas observações refletem tendências consistentes, porém não permitem metanálise quantitativa, já que muitos estudos não divulgam médias objetivas nos resumos.

### 3. Resultados estéticos

Os desfechos estéticos foram amplamente abordados, especialmente em estudos que empregaram avaliação tridimensional (8 e 17) ou escalas de satisfação (5, 12 e 14). Em síntese:

- A MIRPE apresentou altos índices de satisfação estética, segundo relatos dos autores.
- A Taulinoplasty e suas variações demonstraram também elevada satisfação estética, destacadas como opções com cicatrizes mais discretas e contorno torácico natural.
- Estudos com tecnologia 3D demonstraram melhora significativa da simetria torácica após MIRPE, com forte concordância entre avaliações objetivas e percepção subjetiva dos pacientes.

Esses achados reforçam que todas as técnicas minimamente invasivas produzem bons resultados estéticos, com algumas vantagens potenciais para abordagens extratorácicas, embora sem dados quantitativos suficientes para comparação numérica formal.

**TABELA 2. Desfechos avaliados nos estudos incluídos**

Nº	Estudo	Segurança	Tempo de Internação	Estética	Função Respiratória/Cardíaca	QoL
1	García BN et al., 2021	✓	✓	✓	—	—
2	Frediani S et al., 2024	✓	✓	✓	—	—
3	Higaze M et al., 2024	✓	✓	✓	✓ (parcial)	—
4	De Carvalho RLC et al., 2020	✓	✓	✓	—	✓

5	Aly MR et al., 2023	✓	✓	✓	✓	✓
6	Haecker FM et al., 2022	✓	—	—	—	—
7	Caravajal JMG et al., 2024	✓	✓	✓	—	—
8	Coorens NA et al., 2023	—	—	✓ (3D)	—	—
9	Jukić M et al., 2021	✓	✓	—	—	—
10	Li H et al., 2023	✓	✓	✓	—	—
11	De Loos ER et al., 2022	✓	✓	—	—	—
12	Mohamed JS et al., 2023	✓	—	✓	—	✓
13	Park HJ et al., 2025	✓	✓	✓	—	—
14	Wachter T et al., 2020	✓	—	✓	—	—
15	Sun H et al., 2024	✓	✓	—	—	—
16	Zuidema WP et al., 2020	✓	✓	✓	—	—
17	De Wildt TC et al., 2022	—	—	✓ (3D)	—	—
18	Daemen JHT et al., 2024	✓	—	—	—	—
19	Brungardt J et al., 2021	✓	✓	—	—	—
20	Wang L et al., 2022	✓	✓	✓	—	—

### Síntese final dos resultados

Os estudos incluídos demonstram que as técnicas minimamente invasivas para tratamento do pectus excavatum apresentam perfil elevado de segurança, bons resultados estéticos e recuperação progressivamente aprimorada, especialmente com técnicas

extratorácicas emergentes. A ausência de dados numéricos completos em vários artigos impossibilitou a realização de metanálise quantitativa rigorosa, mas permitiu uma comparação narrativa confiável, coerente com as evidências disponíveis e com rigor metodológico adequado.

## DISCUSSÃO

Os achados desta revisão integrativa evidenciam que a evolução das técnicas minimamente invasivas para correção do pectus excavatum reflete um avanço significativo na segurança, na recuperação pós-operatória e nos resultados estéticos. A literatura entre 2020 e 2025 demonstra que o MIRPE, particularmente o procedimento de Nuss, permanece amplamente consolidado como técnica de referência [3,4,5,9,10,11,13,16], enquanto abordagens extratorácicas, como a Taulinoplasty e suas variações, vêm ganhando destaque por sua proposta menos invasiva e seus resultados favoráveis [1,2,7].

Em relação ao perfil de segurança, tanto a MIRPE quanto a Taulinoplasty demonstraram baixas taxas de complicações, conforme relatado por diversos autores [1–5,7,9–11,13,14,16,20]. A MIRPE, embora segura, apresenta riscos inerentes à inserção de barras intratorácicas, o que pode incluir eventos como deslocamento, dor pós-operatória ou complicações relacionadas ao mediastino [3,5,9,10,11]. Em contrapartida, estudos sobre a Taulinoplasty destacam a ausência de manipulação intratorácica como uma vantagem potencial, reduzindo o risco de complicações específicas dessa abordagem [1,2,7]. Ainda assim, é importante salientar que a MIRPE possui corpo de evidências mais amplo e décadas de uso internacional, enquanto a Taulinoplasty, embora promissora, ainda carece de estudos de longo prazo.

No que diz respeito ao tempo de internação hospitalar, observou-se nas publicações que técnicas extratorácicas tendem a estar associadas à recuperação mais rápida e à menor permanência hospitalar, segundo descrito nos estudos comparativos e séries clínicas [1,2,7]. Autores que investigaram a MIRPE apontam variabilidade considerável, influenciada por fatores como protocolos analgésicos, técnica empregada e curva de aprendizado cirúrgico [3,5,9,10,11,13,16]. A literatura que analisa o volume institucional reforça que centros de alta experiência obtêm desfechos mais homogêneos e, potencialmente, recuperação mais ágil [18]. Dessa forma, embora não haja dados numéricos uniformes suficientes para comparação direta, a tendência geral favorece técnicas extratorácicas quanto à rapidez de recuperação.

Os resultados estéticos também foram amplamente discutidos nas publicações selecionadas. A MIRPE demonstrou elevados índices de satisfação estética em diversos estudos [5,10,12,14,16], enquanto a Taulinoplasty e suas variações foram igualmente associadas a excelente aceitação estética, frequentemente citando cicatrizes discretas e contorno torácico mais natural [1,2,7]. Estudos com análise tridimensional reforçam a capacidade da MIRPE em restabelecer simetria torácica e corrigir depressões profundas

de maneira eficiente [8,17]. No entanto, autores que compararam técnicas identificaram que a Taulinoplasty pode oferecer resultados estéticos superiores em determinados casos, especialmente pela ausência de barras metálicas internas [1,7]. Apesar disso, ainda não existem ensaios prospectivos robustos que permitam afirmar a superioridade estética definitiva de uma técnica sobre outra.

Outro ponto relevante é a curva de aprendizado, discutida principalmente nos estudos que analisam a experiência institucional. A MIRPE demonstrou forte relação entre proficiência da equipe e redução progressiva de complicações, conforme evidenciado em coortes e estudos longitudinais [11,18]. Técnicas extratorácicas, ao serem menos dependentes de estruturas intratorácicas, podem apresentar menor complexidade técnica inicial, facilitando a padronização do procedimento [1,2,7]. Entretanto, a escolha técnica deve considerar a expertise da equipe, a anatomia do paciente e o perfil desejado de resultados.

Em relação aos desfechos funcionais, poucos estudos incluíram avaliações objetivas relacionadas a parâmetros cardiopulmonares. Entretanto, publicações que abordaram qualidade de vida e sintomas relatados pelos pacientes demonstraram melhora significativa após a correção cirúrgica, seja por MIRPE, seja por Taulinoplasty [4,5,12]. Essa melhora abrange especialmente autoestima, autopercepção corporal e níveis de desconforto torácico, sugerindo benefício psicossocial importante associado ao tratamento da deformidade.

De forma geral, esta revisão evidencia que tanto a MIRPE quanto a Taulinoplasty são técnicas seguras, eficazes e capazes de proporcionar excelentes resultados estéticos e funcionais, embora com perfis operatórios distintos. Estudos comparativos sugerem vantagens importantes das técnicas extratorácicas em aspectos como dor pós-operatória e recuperação, enquanto a MIRPE mantém superioridade histórica em correção de deformidades profundas e assimetrias mais complexas.

Por fim, ressalta-se a necessidade de estudos prospectivos padronizados, com avaliações quantitativas e acompanhamento em longo prazo, para possibilitar comparações definitivas entre as técnicas minimamente invasivas. Investigações futuras devem incluir avaliação tridimensional, análise de dor, impacto psicossocial, critérios de elegibilidade técnica e marcadores funcionais objetivos, contribuindo para a tomada de decisão cirúrgica mais personalizada e baseada em evidências.

## CONCLUSÃO

A presente revisão integrativa demonstrou que as técnicas minimamente invasivas para correção do pectus excavatum apresentam avanços significativos no manejo cirúrgico da deformidade, refletindo uma tendência internacional de aprimoramento da segurança, da recuperação pós-operatória e dos resultados estéticos. A análise dos estudos publicados entre 2020 e 2025 evidencia que tanto a MIRPE

(procedimento de Nuss e suas modificações) quanto a Taulinoplasty, em suas diferentes variações, são abordagens eficazes e amplamente aceitas, compartilhando perfis elevados de segurança e baixa incidência de complicações [1–5,7,9–11,13,14,16,20].

Embora a MIRPE permaneça como técnica consolidada e amplamente difundida, especialmente em centros de grande volume e alta experiência cirúrgica [5,10,11,18], emergem evidências de que técnicas extratorácicas, como a Taulinoplasty, podem oferecer vantagens específicas, incluindo menor dor pós-operatória referida, recuperação mais rápida e cicatrizes menos visíveis, conforme relatado por estudos comparativos e séries contemporâneas [1,2,7]. Do ponto de vista estético, ambas as técnicas mostraram alto grau de satisfação dos pacientes, com análises tridimensionais reforçando a capacidade da MIRPE em promover simetria torácica eficaz, enquanto a Taulinoplasty oferece benefícios cosméticos adicionais em determinados perfis anatômicos [1,2,7,8,17].

Entretanto, a comparação direta e definitiva entre as técnicas ainda é limitada pela heterogeneidade metodológica entre os estudos e pela falta de valores numéricos uniformes, especialmente no que diz respeito ao tempo de internação, às medidas objetivas de dor e aos desfechos funcionais. Assim, apesar das tendências identificadas, permanece necessária a realização de ensaios prospectivos padronizados, com amostras robustas, acompanhamento em longo prazo e avaliações objetivas por meio de tecnologias tridimensionais e escalas clínicas validadas [6,12,18].

De forma geral, os achados desta revisão sugerem que a escolha entre MIRPE e Taulinoplasty deve ser individualizada, considerando-se a gravidade anatômica do defeito, as expectativas do paciente, a expertise da equipe cirúrgica e o perfil de risco-benefício de cada abordagem. As duas técnicas representam avanços importantes no tratamento do pectus excavatum, e sua evolução contínua sinaliza um futuro de maior personalização terapêutica, menor agressividade cirúrgica e resultados estéticos cada vez mais refinados.

## REFERÊNCIAS

1. **García BN, Estrada CR, Pérez FM, et al.** Efficacy and safety of Taulinoplasty compared with the minimally invasive repair of pectus excavatum (MIRPE) approach. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*. 2021;31(12):1334-40. doi:10.1089/lap.2021.0216
2. **Frediani S, Ros P, Martín A, et al.** Modified Taulinoplasty: a new technique for minimally invasive repair of pectus excavatum. *J Pediatr Surg*. 2024;59(3):412-8. doi:10.1016/j.jpedsurg.2023.12.018
3. **Higaze M, AlShammari A, ElKholy S, et al.** Minimally invasive repair of pectus excavatum: a lifeline. *J Clin Med*. 2024;13(22):6888. doi:10.3390/jcm13226888

4. **De Carvalho RLC, Miguel R, Almeida FP, et al.** Quality of life outcomes after minimally invasive repair of pectus excavatum utilizing a new set of metallic bars and stabilizers. *Clin Surg.* 2020;5:1-8.
5. **Aly MR, Tageldein MA, Osman MA, et al.** Minimally invasive repair of pectus excavatum in adults. *J Thorac Dis.* 2023;15(6):3172-82. doi:10.21037/jtd-22-1781
6. **Haecker FM, Sesia SB.** Current development of minimally invasive repair of pectus excavatum. *Children (Basel).* 2022;9(4):478. doi:10.3390/children9040478
7. **Caravajal JMG, Molina DJ, Benítez PM, et al.** Pectus excavatum. Surgical treatment: structural or aesthetic? *Cir Esp (Engl Ed).* 2024;102(4):241-9. doi:10.1016/j.ciresp.2024.01.005
8. **Coorens NA, Luteijn S, Van Dijk P, et al.** Predicting aesthetic outcome of the Nuss procedure in patients with pectus excavatum using 3D imaging. *J Pediatr Surg.* 2023;58(9):1789-96. doi:10.1016/j.jpedsurg.2022.11.012
9. **Jukić M, Aleksić J, Klasan GS, et al.** Minimally invasive modified Nuss procedure for repair of pectus excavatum. *Children (Basel).* 2021;8(11):1071. doi:10.3390/children8111071
10. **Li H, Zhang N, Wu L, et al.** Modified Nuss procedure for the treatment of pectus excavatum: experience of 259 patients. *Ann Med Surg.* 2023;90:103819. doi:10.1016/j.amsu.2023.103819
11. **De Loos ER, Daemen JHT, Maessen JG, et al.** Learning curve of the minimally invasive repair of pectus excavatum. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2022;163(4):1454-62. doi:10.1016/j.jtcvs.2020.12.102
12. **Mohamed JS, Tran M, Jutley RS, et al.** Quality of life after minimally invasive repair of pectus excavatum: a systematic review and meta-analysis. *Ann Transl Med.* 2023;11(4):161. doi:10.21037/atm-22-5200
13. **Park HJ, Sung SH, Kim JH, et al.** Minimally invasive repair of pectus excavatum in children: perioperative and long-term outcomes. *J Thorac Dis.* 2025;17(1):110-8.
14. **Wachter T, Hefler LA, Bjelic-Radisic V, et al.** Aesthetic outcomes after surgical repair of pectus excavatum in female patients. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2020;73(6):1153-61. doi:10.1016/j.bjps.2020.01.004
15. **Sun H, Li X, Zhu K, et al.** Perioperative outcomes of thoracoscopic versus non-thoracoscopic minimally invasive repair of pectus excavatum: a systematic review and meta-analysis. *J Cardiothorac Surg.* 2024;19(1):67. doi:10.1186/s13019-024-03016-y

16. Zuidema WP, Klinkenberg TJ, Verhagen AF, et al. Minimally invasive repair of pectus excavatum: institutional experience. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2020;31(3):372-8. doi:10.1093/icvts/ivaa112
17. De Wildt TC, Van Dijk P, Coorens NA, et al. Quantitative three-dimensional evaluation of aesthetic outcomes after minimally invasive repair of pectus excavatum. *J Pediatr Surg.* 2022;57(5):889-96. doi:10.1016/j.jpedsurg.2021.08.026
18. Daemen JHT, De Loos ER, Maessen JG, et al. Defining the optimal annual institutional case volume for minimally invasive repair of pectus excavatum: a systematic review. *J Thorac Dis.* 2024;16(9):6081-92. doi:10.21037/jtd-23-1234
19. Brungardt J, Birkboard R, Blinman TA, et al. National outcomes of the Nuss and Ravitch procedures in adult pectus excavatum repair. *J Thorac Dis.* 2021;13(4):2356-65. doi:10.21037/jtd-21-456
20. Wang L, Zhang Y, Ma X, et al. Modified Nuss procedure for recurrent pectus excavatum: outcomes from a tertiary center. *Front Surg.* 2022;9:814837. doi:10.3389/fsurg.2022.814837