Revista Eletrônica
Acervo Saúde
Electronic Journal Collection Health ISSN 2178-2091

Técnicas minimamente invasivas como a nova fronteira em cirurgia ortognática

Minimally invasive techniques as the new frontier in orthognathic surgery

Técnicas mínimamente invasivas como la nueva frontera en cirugía ortognática

Abrahão de Souza Assunção[1], Manuela Timbó Farrapo[1], Teresa Walter de Aguiar Ellery[2], Josfran da Silva Ferreira Filho[3], Laís Tajra de Castello Branco[1], Andréa Silvia Walter de Aguiar[1].

RESUMO

Objetivo: Realizar uma revisão bibliométrica da literatura sobre técnicas minimamente invasivas em cirurgia ortognática, investigando as principais tecnologias utilizadas, a precisão cirúrgica, os impactos clínicos e suas limitações. **Métodos:** Foram selecionados 23 artigos que abordaram procedimentos ortognáticos minimamente invasivos, analisando tecnologias, aplicações clínicas, tipos de procedimentos e perfil dos pacientes. **Resultados:** Observou-se que a cirurgia ortognática evoluiu com a introdução de tecnologias como piezocirurgia, endoscopia e impressão 3D, que possibilitam abordagens menos invasivas e mais personalizadas. A maioria dos estudos relatou predominância de procedimentos na maxila (66,7%) e cirurgias bimaxilares (33,3%), sendo mais frequentes em jovens adultos entre 15 e 30 anos. Os resultados demonstraram benefícios como maior precisão cirúrgica, menor tempo de internação, recuperação funcional acelerada e redução de complicações pós-operatórias, especialmente dor e edema. As tecnologias de guias cirúrgicos 3D e piezocirurgia foram determinantes para esses avanços, embora ainda haja limitações em casos complexos e deformidades severas. **Considerações finais:** As técnicas minimamente invasivas em cirurgia ortognática representam um avanço significativo, com benefícios clínicos e funcionais superiores. Contudo, sua aplicação depende de critérios rigorosos de seleção e adequada infraestrutura profissional.

Palavras-chave: Cirurgia ortognática, Procedimentos cirúrgicos ortognáticos, Procedimentos cirúrgicos minimamente invasivos, Piezocirurgia.

ABSTRACT

Objective: To conduct a bibliometric review of the literature on minimally invasive techniques in orthognathic surgery, investigating the main technologies used, surgical accuracy, clinical outcomes, and their limitations. **Methods:** Twenty-three articles were selected that addressed minimally invasive orthognathic procedures, analyzing technologies, clinical applications, types of procedures and patient profiles. **Results:** Orthognathic surgery has evolved with the introduction of technologies such as piezosurgery, endoscopy, and 3D printing, which allow for less invasive and more personalized approaches. Most studies reported a predominance of maxillary procedures (66.7%) and bimaxillary surgeries (33.3%), more frequently performed in young adults aged 15 to 30 years. The results demonstrated benefits such as greater surgical accuracy, shorter hospital stay, faster functional recovery, and reduced postoperative complications, particularly pain and edema. Technologies such as 3D surgical guides and piezosurgery were key contributors to these advances,

[1] Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza – CE.
[2] Universidade de Fortaleza (Unifor), Fortaleza – CE.
[3] Faculdade Paulo Picanço (FACPP), Fortaleza – CE.

SUBMETIDO EM: 10/2025 | **ACEITO EM: 11/2025** | **PUBLICADO EM: 12/2025**

although limitations remain in complex cases and severe deformities. **Conclusions:** Minimally invasive techniques in orthognathic surgery represent a significant advancement, offering superior clinical and functional outcomes. However, their application depends on rigorous case selection criteria and appropriate professional infrastructure.

Keywords: Orthognathic surgery, Orthognathic surgical procedures, Minimally invasive surgical procedures, Piezosurgery.

RESUMEN

Objetivo: Realizar una revisión bibliométrica de la literatura sobre técnicas mínimamente invasivas en cirugía ortognática, investigando las principales tecnologías utilizadas, la precisión quirúrgica, los impactos clínicos y sus limitaciones. **Métodos:** Se seleccionaron veintitrés artículos que abordaron procedimientos ortognáticos mínimamente invasivos, analizando tecnologías, aplicaciones clínicas, tipos de procedimientos y perfiles de pacientes. **Resultados:** Se observó que la cirugía ortognática ha evolucionado con la introducción de tecnologías como la piezocirugía, la endoscopia y la impresión 3D, que permiten enfoques menos invasivos y más personalizados. La mayoría de los estudios informó una predominancia de procedimientos en el maxilar (66,7%) y cirugías bimaxilares (33,3%), realizadas con mayor frecuencia en adultos jóvenes entre 15 y 30 años. Los resultados demostraron beneficios como mayor precisión quirúrgica, menor tiempo de hospitalización, recuperación funcional más rápida y reducción de complicaciones posoperatorias, especialmente dolor y edema. Las tecnologías de guías quirúrgicas 3D y piezocirugía fueron determinantes para estos avances, aunque todavía existen limitaciones en casos complejos y deformidades severas. **Conclusiones:** Las técnicas mínimamente invasivas en cirugía ortognática representan un avance significativo, con beneficios clínicos y funcionales superiores. Sin embargo, su aplicación depende de criterios rigurosos de selección de casos e infraestructura profesional adecuada.

Palabras clave: Cirugía ortognática, Procedimientos quirúrgicos ortognáticos, Procedimientos quirúrgicos mínimamente invasivos, Piezocirugía.

INTRODUÇÃO

A cirurgia ortognática evoluiu significativamente nas últimas décadas com o avanço tecnológico e a busca por procedimentos menos invasivos (WILTFANG J e KESSLER P, 2002; UEKI K, et al., 2004) como a cirurgia assistida por endoscopia, piezocirurgia e uso de guias cirúrgicos personalizados em 3D. A piezocirurgia, por exemplo, faz uso de vibrações ultrassônicas para realizar osteotomias controladas, reduzindo o risco de lesões em estruturas anatômicas críticas, enquanto a impressão 3D possibilita a confecção de modelos anatômicos e guias cirúrgicas específicas para cada paciente, aumentando a previsibilidade dos resultados e a segurança do procedimento.

Essas abordagens têm demonstrado benefícios significativos, incluindo menor perda sanguínea intraoperatória, redução da dor e do edema pós-operatórios, menor tempo de internação hospitalar e recuperação mais rápida das funções mastigatórias e respiratórias (RULLO R,et al., 2016; RANA M, et al., 2013). Além disso, a menor manipulação dos tecidos moles e a preservação das estruturas anatômicas contribuem para uma cicatrização mais rápida, menos complicações e melhores desfechos estéticos e funcionais, aumentando a satisfação dos pacientes (RANA M,et al., 2013).

No entanto, apesar dos avanços e benefícios das técnicas minimamente invasivas, é importante reconhecer suas limitações. Pacientes com deformidades craniofaciais complexas, ossos extremamente densos ou alterações anatômicas significativas podem não ser candidatos ideais para essas abordagens (HANAFY M,et al., 2020). Nesses casos, as técnicas convencionais ainda podem ser necessárias para garantir estabilidade e sucesso cirúrgico. Além disso, a eficácia das tecnologias utilizadas, como a impressão 3D e os guias cirúrgicos personalizados, depende da qualidade das imagens obtidas e do planejamento pré-operatório. Assim, a avaliação criteriosa de cada caso é essencial para determinar a abordagem mais adequada (PAGGI CLAUS JD, et al., 2025).

Diante da crescente adoção dessas técnicas por centros de referência e da escassez de trabalhos de revisão que reúnam, analisem e discutam de forma integrada os fundamentos, aplicações, benefícios e limitações das abordagens minimamente invasivas, este trabalho se justifica pela necessidade de aprofundar a compreensão crítica sobre o tema. Além disso, torna-se relevante refletir sobre o impacto clínico, funcional e tecnológico dessas inovações, visando contribuir com a formação acadêmica e a prática profissional em cirurgia ortognática.

Diante disso, torna-se essencial compreender as inovações que vêm transformando as técnicas cirúrgicas tradicionais. O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão bibliométrica da literatura científica acerca das técnicas de cirurgias ortognáticas minimamente invasivas com o intuito de selecionar artigos científicos que abordam o tema e expor novos métodos de abordagem sobre o assunto.

MÉTODOS

Para abordar adequadamente as questões de pesquisa, foi proposta uma revisão de escopo proposta por ArkseyH e O'Malley L (2005). Neste estudo, especificamente, foram utilizadas cinco etapas: a saber, (1) identificar a questão de pesquisa(s); (2) identificar estudos relevantes; (3) seleção do estudo; (4) mapear os dados; (5) resumir e relatar os resultados (KHALILH, et al., 2016; LEVAC D, et al, 2010).

Estágio I: Identificando a(s) questão(ões) de pesquisa - Dois autores (ASWA e ASA) elaboraram as questões de pesquisa, baseadas nos objetivos do trabalho. A pergunta de pesquisa a ser elucidada nesta revisão foi: “Quais são as técnicas cirúrgicas minimamente invasivas utilizadas para cirurgia ortognática?” Esse questionamento foi elaborado a partir da estratégia PICOS:

1. População (P): indivíduos com indicação de cirurgia ortognática.
2. Intervenção (I): cirurgia ortognática minimamente invasiva
3. Comparação (C): não aplicável.
4. Resultado - *Outcome* (O): Diferenças nas técnicas de cirurgia ortognática.
5. Desenho do estudo (S): estudos observacionais, estudos comparativos, estudos clínicos e relatos de casos.

A partir desse acrônimo, a estratégia de busca foi elaborada, para a base de dados Pubmed.

Estágio II: Identificação de estudos relevantes

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica preliminar sobre o tema de interesse, a fim de esclarecer os critérios de inclusão/exclusão. Depois de nos familiarizarmos com a literatura, fomos capazes de expandir e/ou modificar/refinar a estratégia de busca com a ajuda de um bibliotecário de pesquisa especializado e qualificado.

A pesquisa preliminar da literatura foi realizada em fevereiro de 2025 em uma base de dado acadêmicas amplamente utilizadas (PubMed/MEDLINE), usando “Minimally Invasive Surgical Procedures, Orthognathic Surgery, Genioplasty, Maxilla e Mandible", e seus equivalentes, como palavras-chave e adotando um filtro de tipos de estudos, o que rendeu 146 artigos.

Estágio III: Seleção dos estudos

Assim que a estratégia de pesquisa foi concluída com sucesso, os resultados da pesquisa foram agrupados e exportados para o utilizado um aplicativo gratuito para web, Rayyann (http://rayyan.ai), que ajuda a agilizar a triagem inicial de resumos e títulos, utilizando um processo de semiautomação, ao mesmo tempo que incorpora um alto nível de usabilidade. As duplicatas foram removidas automaticamente antes que o arquivo contendo um conjunto de registros exclusivos fosse disponibilizado para revisora para processamento adicional (ou seja, triagem e seleção do estudo).

Os estudos foram selecionados mediante a leitura de títulos e resumos para potencial elegibilidade. Em caso de dúvida de inclusão do artigo, a discordância foi resolvida por meio de discussão com segundo revisor ASWA.

Estudos que atendam aos seguintes critérios PICOS foram considerados para inclusão, e além disso, foram levados em consideração os seguintes critérios: desenho e características do estudo: Ensaio Clínico Adaptativo, Relatórios de Casos, Estudo Clínico, Ensaio Clínico, Protocolo de Ensaio Clínico, Ensaio Clínico, Fase I, Ensaio Clínico, Fase II, Ensaio Clínico, Fase III, Ensaio Clínico, Fase IV, Meta-Análise, Estudo Observacional. Adicionalmente, foram incluídos relato de caso, série de casos, revisões sistemáticas com meta-análises e nota técnica. Todos os estudos incluídos foram sem restrição de tempo e de idioma.

Foram excluídos os artigos que não atendam aos critérios PICOS acima indicado, ou que forneçam informações insuficientes, e estudos concebidos como editoriais, cartas ao editor, comentários e opiniões de especialistas.

A extração dos dados foi realizada pelo autor do trabalho, utilizando um formulário base pré-estabelecido, e todos os dados descritivos e quantitativos dos estudos selecionados foram armazenados no banco de dados eletrônico Microsoft Excel®. Após a leitura de títulos e resumos, 14 artigos foram identificados. A partir destes, outros 10 artigos foram incorporados ao estudo, perfazendo um total de 24 artigos. Após a busca pelos artigos na totalidade, um não estava disponível e a quantidade final foi para este trabalho foi de 23 artigos.

Além da revisão narrativa descrevendo como os resultados se relacionam com os propósitos/objetivos e questões da revisão, foram criados quadros mostrando as principais características dos estudos incluídos nesta revisão.

Estágio IV – Mapeando os dados

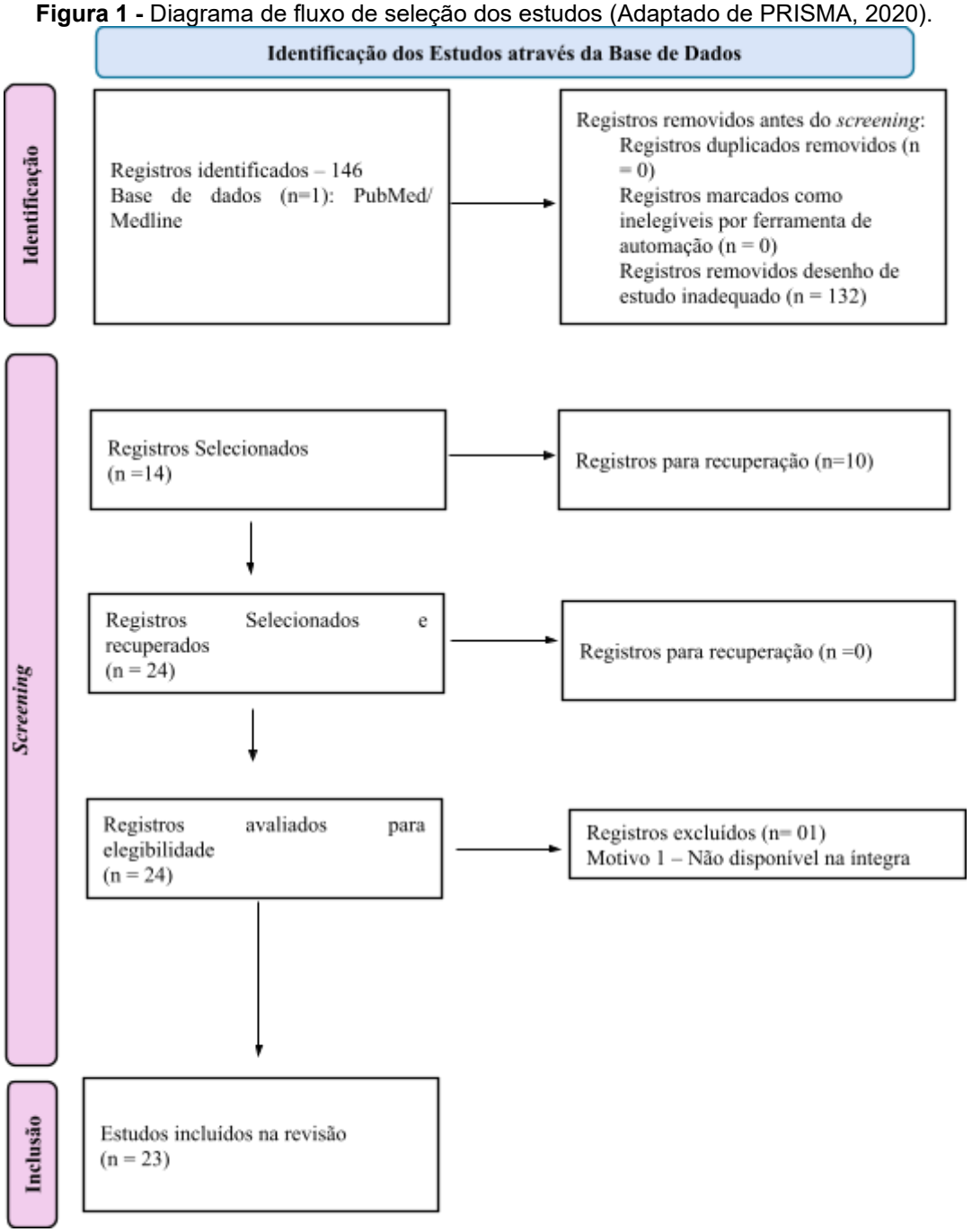
Foi criado um modelo de extração de dados refletindo as questões de pesquisa e os objetivos da revisão. Isso foi usado tanto para confirmar a relevância do estudo quanto para extrair os dados. Em detalhes, o modelo resumiu informações sobre as principais características dos estudos, como (1) autores do estudo, (2) ano de publicação, (3) país do estudo, (4) desenho do estudo, (5) população do estudo, (6) sexo, (7) idade e/ou idade média, (8) região anatômica, (9) técnica cirúrgica, (10) tecnologia empregada, (11) acidentes, (12) complicações e (13) principais desfechos.

RESULTADOS

Seleção dos estudos

Após aplicação de todos os critérios e fases estabelecidas na metodologia anteriormente descritas, foram selecionados 24 estudos para esta revisão. Um artigo foi excluído por não ter sido encontrado na íntegra. Todas as fases concernentes à seleção dos estudos estão descritas na **Figura 1**.

Figura 1 - Diagrama de fluxo de seleção dos estudos (Adaptado de PRISMA, 2020).



Fonte: Assunção AS, et al., 2025.

Caracterização dos estudos

A maioria dos estudos incluídos nesta revisão (n=13) são originários da Europa, seguido da Ásia (n=6) e os demais referente a países das Américas. Os estudos variam de 2001 a 2025, com maior concentração entre 2010-2020. Os resultados quanto à categorização geral dos estudos quanto à origem, ano e idioma de publicação, tipo de estudo estão descritos no **Quadro 1**.

Quadro 1 - Caracterização geral dos estudos, quanto à origem, ano, idioma e tipo de estudo.

Autor/Ano	País	Idioma	Tipo de estudo
Rohner D, *et al.,*2001	Suíça	Inglês	Série de casos
WiltfangJ eKessler P,2002	Alemanha	Inglês	Série de casos
Ueki K *et al.,* 2004	Japão	Inglês	Série de casos
Gruber RM *et al.,* 2005	Alemanha	Inglês	Série de casos
Beziat JL,*et al.,* 2007	França	Inglês	Série de casos
Chua HDP,*et al.,* 2010	China	Inglês	ECR
Hernández-Alfaro F,*et al.,* 2010	Espanha	Inglês	Série de casos
Schendel S,*et al*, 2011	Estados Unidos	Inglês	Relato de caso
González-García R, 2012	Espanha	Inglês	Relato de caso
Rana M,*et al.,* 2013	Alemanha	Inglês	ECR
Hara S, *et al.,* 2013	Japão	Inglês	Série de casos
Bertossi D,*et al.,* 2013	Itália	Inglês	ECR
Lee JW,*et al,* 2014	Coreia do Sul	Inglês	Relato de caso
Robiony M, *et al,* 2014	Itália	Inglês	Série de casos
Rullo R,*et al.,* 2016	Itália	Inglês	ECR
Séblain D, *et al.,* 2018	França	Inglês	RS Meta-análise
Hanafy M, *et al.,* 2020	Egito	Inglês	ECR
Oth O,*et al*, 2020	Bélgica	Inglês	Nota Técnica
Oth O,*et al,* 2020	Bélgica	Inglês	ECR
Alasseri N, *et al,* 2023	Arábia Saudita	Inglês	Estudo observacional
Parente EV,*et al.,* 2024	Brasil	Inglês	Série de Casos
Amarista FJ e Ellis E, 2025	Estados Unidos	Inglês	Coorte Retrospectiva
Paggi Claus JD, *et al.,* 2025	Brasil	Inglês	Estudo observacional

ECR – Ensaio Clínico Randomizado / RS – Revisão Sistemática
Fonte: Assunção AS, et al., 2025.

O total de pacientes analisados nos estudos avaliados foi 1.006, em que foram 572 homens e 434 mulheres. Observou-se uma ampla variação na idade dos pacientes, com faixas etárias que vão desde 14 até 63 anos, destacando uma concentração significativa em jovens adultos (15 a 30 anos). Ademais, a análise dos artigos revelou uma predominância de procedimentos cirúrgicos na maxila, presente em 14 dos 21 estudo (66,7%), seguida pela mandíbula com 8 estudos (38,1%) e pela abordagem maxila e mandíbula simultaneamente, em 7 estudos (33,3%). A mentoplastia aparece em 6 estudos, enquanto na ERMAC, foi o menos utilizado (**Quadro 2**).

Quadro 2 - Caracterização geral dos estudos quanto ao número por sexo, idade média e faixa etária e região anatômica envolvida.

Autor	Homens	Mulheres	Idade/Faixaetária	Maxila	Mandíbula	Bimaxilar	Mento	Sutura Palatina
Rohner D, *et al.,*2001	NI	NI	22 e 25 anos	✓	-	-	-	
Wiltfang J e Kessler P,2002	NI	NI	NI	✓	-	-	-	✓
Ueki K *et al.,* 2004	2	12	17 a 30 anos	✓	✓	✓	-	
Gruber RM *et al.,* 2005	2	5	Média de 26 anos	-	✓		-	✓
Beziat JL,*et al.,* 2007	42	98	Média de 29 anos	✓	✓	✓	-	✓
Chua HDP,*et al.,* 2010	6	5	16 a 21 anos	✓	-	-	-	
Hernández-Alfaro F, *et al.,* 2010	172	111	Média de 18 anos	✓	-	-	-	✓
Schendel S, *et al*, 2011	1	0	54 anos	✓	✓	✓	✓	-
González-García R, 2012	0	1	23 anos	✓	✓	✓		-
Rana M,*et al.,* 2013	12	18	18 a 54 anos	✓	-	-	-	✓
Hara S, *et al.,* 2013	1	6	16 a 31 anos	✓	-	-	-	-
Bertossi D,*et al.,* 2013	NI	NI	NI	✓	✓	✓	✓	
Lee JW, *et al,* 2014	0	1	20 anos	-	✓	-	-	-
Robiony M, *et al,* 2014	6	7	15 a 26 anos	✓	-	-	-	✓
Rullo R,*et al.,* 2016	12	28	20 a 41 anos	-	-	-	✓	-
Séblain D, *et al.,* 2018	8	10	14 a 30 anos	✓	-	-	-	-
Hanafy M, *et al.,* 2020	9	9	19 a 24 anos	-	-	✓	-	-
Oth O, *et al*, 2020	NI	NI	NI	-	-	-	✓	-
Oth O, *et al,* 2020	19	37	15 a 62 anos	✓	✓	✓	✓	-
Alasseri N, *et al,* 2023	3	10	18 a 40 anos	-	-	-	✓	-
Parente EV,*et al.,* 2024	19	48	17 a 63 anos		✓	-	-	-
Amarista FJ e Ellis E, 2025	5	15	24 anos	✓	✓	✓		-
Paggi Claus JD, *et al.,* 2025	6	14	17 a 45 anos	✓	✓	✓	✓	-

NI – Não Informado/ **ERMAC** – Expansão rápida da maxila assistida cirurgicamente.
Fonte: ASSUNÇÃO AS, et al., 2025.

DISCUSSÃO

Estudos como os de Ueki K, et al. (2004), Hernández-Alfaro F, et al. (2010), e Robiony M, et al. (2014) exemplificam a tendência de cirurgias ortognáticas minimamente invasivas em jovens, com idades médias ou intervalos próximos aos 20 anos. Casos isolados, como o de Schendel S, et al. (2011) com 54 anos, e Oth O, et al. (2020) com pacientes até 62 anos, demonstram a ocorrência menos frequente em idades mais avançadas. A predominância de jovens pode estar associada a correções ortopédicas ou estéticas comuns nessa fase da vida, enquanto a menor representatividade em pessoas mais velhas e idosos sugere limitações na indicação de certos procedimentos ou menor prevalência de condições específicas nesse grupo.

Notou-se que a maxila foi a região prioritária em correções isoladas, mas a combinação bimaxilar (maxila/mandíbula) indicou casos complexos, como deformidades dento faciais severas, enquanto a mentoplastia, embora menos frequente, está associada a ajustes estéticos ou funcionais do mento. Essa distribuição refletiu a predominância de técnicas que priorizaram a maxila, possivelmente devido à sua relevância em disfunções craniofaciais comuns, enquanto abordagens combinadas ou especializadas (como ERMAC) são menos frequentes.

Evolução das técnicas cirúrgicas: da convencional à minimamente invasiva

A cirurgia ortognática, desde suas origens, foi marcada por procedimentos de grande porte, com incisões extensas, ampla dissecção e exposição óssea. Essas técnicas tradicionais, como a osteotomia sagital bilateral (Bilateral Sagital Split Osteotomy - BSSO) e as osteotomias Le Fort I e II, mostraram-se eficientes para a correção de deformidades dento-faciais, mas traziam consigo significativos riscos e desconfortos, incluindo perda sanguínea considerável, maior tempo de cirurgia, dor pós-operatória intensa, risco de infecção e períodos prolongados de recuperação (WILTFANGJ eKESSLER P, 2002; UEKI K, et al., 2004)

Nos últimos anos, houve uma mudança paradigmática impulsionada por tecnologias cirúrgicas modernas e por uma filosofia de tratamento centrada no paciente. Surgiu então a cirurgia ortognática minimamente invasiva (Minimally Invasive Orthognathic Surgery - MIOS), cujo objetivo principal é alcançar os mesmos resultados das técnicas convencionais, ou até superiores, com menor trauma cirúrgico, preservação anatômica e funcional, menor morbidade e tempo de internação hospitalar reduzido (PARENTE EV, et al., 2024; HANAFY M, et al., 2020).

A técnica descrita por Parente EV, et al. (2024), por exemplo, propõe uma osteotomia sagital realizada por meio de uma incisão intraoral de apenas 1,5 cm, com mínima dissecção do músculo masseter e utilização de piezocirurgia. Os autores demonstraram que, mesmo com uma abordagem cirúrgica tão conservadora, foi possível manter a estabilidade óssea, evitar complicações como fratura ou parestesia, e obter recuperação funcional precoce.

Como parte de um amplo espectro de osteotomias dentro do esqueleto craniofacial, a osteotomia intraoral do ramo vertical (OIRV) e a osteotomia subcondilar intraoral (OSCI) ainda são usadas como métodos seguros e relativamente simples para a correção de deformidades do complexo estomatognático, que se desenvolvem como prognatismo simétrico. O uso do endoscópio para fornecer visualização completa do local da osteotomia pode superar as limitações tradicionais da visualização direta em OIRV e OSCI, enquanto as restrições clássicas para osteotomia de ramo vertical podem ser revisitadas sob a luz do recente advento do endoscópio (GONZÁLEZ-GARCÍA R, 2012).

Nos casos de mentoplastia tradicional, por sua vez, uma incisão horizontal é feita do canino a canino inferior, com ampla dissecção do mentual para expor a área e nervos mentuais bilateralmente. Esta técnica tem sido associada a múltiplas desvantagens e complicações, como ptose do mento e outras disfunções do músculo devido à reaproximação inadequada durante o fechamento, além da lesão do nervo mentual. A utilização de pequenas incisões com uso de endoscópio e um piezótomo foi adaptada com grande sucesso para a realização de mentoplastias minimamente invasivas, resultando em menos morbidade e recuperação mais rápida, já que os piezótomos produzem um corte mais preciso e exato sem perda óssea desnecessária e reduzem a chance de lesão de tecido mole e estrutura vital, resultando em menos morbidade pós-operatória (ALASSERI N, et al.,2023; OTH O, et al., 2020).

Na maxila, por sua vez, a osteotomia Le Fort I é uma técnica comumente utilizada para realizar correção e tratamento de deformidades maxilofaciais, usada principalmente para o avanço maxilar. No entanto, em alguns casos de assimetria ou protrusão maxilar em que o avanço maxilar por meio dessa técnica não é possível, uma alternativa é a mobilidade do processo pterigoide para atingir o movimento maxilar ideal (HARA S, et al., 2013).

Entretanto, destaca-se um marco na transição entre a abordagem convencional e a técnica minimamente invasiva em cirurgia ortognática em que Wiltfang J e Kessler P (2002) propuseram a realização da osteotomia Le Fort I com assistência endoscópica. Por meio de incisões mucosas discretas e da criação de um portal de visualização através de um orifício na parede do seio maxilar, os autores conseguiram realizar com sucesso osteotomias maxilares transversais e sagitais em três pacientes com hipoplasias maxilares, demonstrando a viabilidade e segurança do procedimento. Essas abordagens também se alinham aos protocolos ERAS (Enhanced Recovery After Surgery), que valorizam o menor impacto no organismo, o retorno precoce às atividades diárias e a humanização do cuidado.

Tecnologias aplicadas: piezocirurgia, impressão 3D e guias personalizados

A piezocirurgia representa um dos avanços mais significativos em termos de controle e segurança na realização de osteotomias. Esse método utiliza vibrações ultrassônicas para realizar cortes ósseos seletivos, preservando tecidos moles adjacentes como nervos, vasos sanguíneos e mucosa (OTH O, et al., 2020). Parente EV, et al. (2024) demonstraram que o uso do piezótomo em BSSO minimamente invasiva contribui para a precisão do corte e evita a necessidade de liberação do nervo alveolar inferior, diminuindo o risco de parestesia. Da mesma forma, Alasseri N, et al. (2023), em estudo observacional sobre mentoplastia minimamente invasiva, utilizaram piezocirurgia em conjunto com endoscopia para realizar a osteotomia do mento com mínimo trauma, obtendo excelentes resultados em relação à dor, recuperação e satisfação dos pacientes.

A impressão 3D, por sua vez, tem revolucionado o planejamento cirúrgico. Ela permite a materialização de modelos anatômicos do paciente, com base em tomografias computadorizadas, sobre os quais é possível simular a cirurgia, treinar a equipe, prever riscos e até mesmo fabricar dispositivos personalizados. Guias de corte, placas de osteossíntese e dispositivos auxiliares podem ser confeccionados de forma precisa com tecnologia CAD/CAM (Computer-Aided Design/ Computer-Aided Manufacturing) (AMARISTA FJ e ELLIS E,2025; PAGGI CLAUS JD, et al., 2025).

Hanafy et al. (2020) compararam dois grupos de pacientes submetidos à cirurgia ortognática: um com guias de corte e placas customizadas produzidas via CAD/CAM, e outro com splints convencionais moldados em articulador. Os resultados mostraram que o grupo com tecnologia digital apresentou desvios médios menores de 0,5 mm em todos os eixos espaciais, enquanto o grupo convencional teve desvios superiores a 1 mm. Esses dados reforçam que a tecnologia aplicada não apenas aumenta a precisão, mas também reduz o tempo intraoperatório e facilita a execução, especialmente em abordagens com acesso limitado.

A experiência relatada por Amarista FJ e Ellis E (2025) compararam dois tipos de guias específicos para o paciente, a saber: os suportados apenas por osso (Bone-Borne – BB) e os que apoiam em osso e dentes (Bone-Tooth-Borne – BTB). Ambos foram utilizados em contextos de cirurgia ortognática minimamente invasiva. Embora ambos os tipos tenham apresentado alta precisão, o modelo BTB demonstrou melhor adaptação anatômica, com menor discrepância em marcos dentários, como incisivos e caninos, sendo considerado mais estável em ambientes de acesso reduzido.

Precisão cirúrgica e previsibilidade dos resultados

Amarista FJ e Ellis E (2025) realizaram um estudo fundamental ao comparar a acurácia de dois tipos de guias personalizados para reposicionamento maxilar em cirurgia ortognática minimamente invasiva. Os guias analisados foram do tipo BB. A precisão foi avaliada com base em 11 marcos anatômicos por meio de tomografias computadorizadas de feixe cônico (TCFC) pré e pós-operatórias. Embora ambos os tipos de

guia tenham mostrado boa precisão, o modelo BTB apresentou menor variação, especialmente em marcos dentários e verticais, reforçando a ideia de que o apoio dentário contribui para uma melhor adaptação da guia mesmo em incisões limitadas.

Além disso, o estudo de Hanafy M, et al. (2020) confirmou a superioridade dos sistemas digitais de planejamento cirúrgico e execução com guias e placas personalizadas em comparação ao método misto analógico-digital com uso de splints. Os desvios médios encontrados no grupo CAD/CAM foram de 0,26 mm (vertical), 0,17 mm (anteroposterior) e 0,07 mm (médio-lateral), significativamente inferiores aos desvios do grupo convencional, que alcançaram até 1,45 mm. Essa diferença é clinicamente relevante, especialmente em pacientes com expectativas estéticas elevadas ou em casos de assimetria facial.

A utilização de sistemas de guias cirúrgicas e placas de osteossíntese personalizadas tem demonstrado eficácia não apenas na maxila, mas também na mandíbula e no mento. Autores analisaram pacientes submetidos à mentoplastia minimamente invasiva com piezocirurgia e endoscopia e observaram que esta técnica obteve uma excelente qualidade em 92% dos casos, e o posicionamento ósseo foi altamente fidedigno ao planejamento pré-operatório. A percepção subjetiva dos pacientes, avaliada com a escala FACE-Q, também refletiu altos índices de satisfação com os resultados faciais (ALASSERI N, et al., 2023).

Impacto clínico e funcional das abordagens minimamente invasivas

Parente et al. (2024) avaliaram a aplicação da BSSO com incisão vestibular mínima e uso de piezocirurgia em uma amostra de 67 pacientes. Os resultados mostraram um tempo médio de internação de apenas 17 horas, com retorno precoce à função mandibular. Já no quinto dia pós-operatório, os pacientes apresentaram uma média de abertura bucal de 26 mm, sem complicações como pseudoartrose ou fraturas desfavoráveis. Esses dados indicam que o menor trauma cirúrgico não compromete a estabilidade e ainda acelera a reabilitação funcional.

Resultados semelhantes foram observados por Paggi Claus JD, et al. (2025), que analisaram 20 pacientes submetidos à cirurgia mandibular com fixação por placas bloqueadas e parafusos angulados, inseridos por via exclusivamente intraoral. Essa técnica permitiu eliminar o uso do trocanter, minimizando o risco de lesões em tecidos moles e nervos periféricos. Nenhum dos pacientes apresentou fratura de placa ou parestesia persistente após 4 meses, e a estabilidade mandibular foi mantida mesmo em avanços superiores a 7 mm.

Além da função mastigatória e da estabilidade óssea, a minimamente invasiva também se mostrou benéfica do ponto de vista estético e sensorial. AlasseriN, et al. (2023), em estudo sobre mentoplastia minimamente invasiva, demonstraram que a combinação de piezocirurgia, endoscopia e incisões reduzidas não só permitiu maior preservação das estruturas neurossensoriais do mento, como também melhorou a qualidade da osteotomia e a simetria do contorno facial. A percepção dos pacientes, avaliada pela escala FACE-Q, revelou altos índices de satisfação, especialmente em relação ao formato do queixo e à naturalidade dos resultados.

É importante destacar que, ao reduzir o tempo cirúrgico e o trauma operatório, as abordagens minimamente invasivas tendem a reduzir a necessidade de medicação analgésica e anti-inflamatória no pós-operatório imediato. Essa redução farmacológica não apenas melhora o conforto do paciente, mas também reduz efeitos colaterais e custos hospitalares (BERTOSSI D, et al., 2013).

Casos especiais e limites da técnica

Amarista FJ e Ellis E (2025) destacam que, mesmo com o uso de guias personalizados de alta precisão, como os modelos BTB, há dificuldades quando se trabalha com incisões vestibulares reduzidas. O reposicionamento adequado dos guias depende de um encaixe anatômico exato e da ausência de obstáculos intraoperatórios, o que pode ser comprometido em casos de deformidades severas, arcadas muito estreitas ou discrepâncias ósseas atípicas. Além disso, a visibilidade reduzida no campo operatório requer habilidade técnica apurada e uma curva de aprendizado acentuada.

No estudo de González-García R (2012), casos que envolvem assimetria facial acentuada, reposições em múltiplos planos espaciais ou cirurgias de revisão (reoperações) podem demandar maior acesso cirúrgico para garantir segurança e controle tridimensional dos segmentos. Nessas situações, a técnica convencional com ampla exposição pode ser preferida, ainda que à custa de maior morbidade. Portanto, a MIOS não deve ser entendida como substituta universal da técnica convencional, mas sim como uma alternativa de excelência para casos bem indicados (GONZÁLEZ-GARCÍA R, 2012).

Além das limitações técnicas, existem também desafios relacionados ao custo e à acessibilidade. O planejamento virtual, a impressão de guias e placas personalizadas e o uso de piezocirurgia representam investimentos financeiros adicionais que podem limitar sua adoção em centros públicos ou instituições com recursos restritos. Paggi Claus JD, et al. (2025) mencionam que o uso de parafusos angulados e placas bloqueadas exige logística específica e capacitação da equipe, o que pode inviabilizar sua aplicação em ambientes hospitalares sem suporte técnico adequado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adoção de técnicas minimamente invasivas está diretamente relacionada à melhoria dos desfechos operatórios, com redução de tempo cirúrgico, menor morbidade, controle mais eficaz do sangramento, recuperação funcional mais rápida e maior previsibilidade dos resultados. Entretanto, ainda se encontra limitada devido ao alto custo e acessibilidade. Assim, as técnicas minimamente invasivas não substituem completamente a cirurgia ortognática convencional, mas se configuram como uma alternativa altamente eficaz e segura para casos bem indicados, representando uma nova fronteira no campo da cirurgia bucomaxilofacial.

REFERÊNCIAS

1. ALASSERI N, et al. Minimally invasive genioplasty: an observational study. Oral and maxillofacial surgery, 2023; 27(4): 639–645.
2. AMARISTA FJ, ELLIS E, 3rd. Accuracy of two different patient-specific drill/cutting guides for maxillary repositioning when used for minimally invasive bimaxillary orthognathic surgery. Journal of oral and maxillofacial surgery: official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons,2025; 83(4): 421–428.
3. ARKSEY H, O'MALLEY L. Scoping studies: towards a methodological framework. International journal of social research methodology, 2005; 8(1): 19–32.
4. BERTOSSI D, et al. Piezosurgery versus conventional osteotomy in orthognathic surgery: a paradigm shift in treatment. The journal of craniofacial surgery,2013; 24(5): 1763–1766.
5. BEZIAT JL, et al. Ultrasonic osteotomy as a new technique in craniomaxillofacial surgery. International journal of oral and maxillofacial surgery,2007; 36(6): 493–500.
6. CHUA HDP, et al. Maxillary distraction versus orthognathic surgery in cleft lip and palate patients: effects on speech and velopharyngeal function. International journal of oral and maxillofacial surgery, 2010; 39(7): 633–640.
7. GADVE VR, et al. Evaluation of anxiety, pain, and hemodynamic changes during surgical removal of lower third molar under local anesthesia. Annals of maxillofacial surgery,2018; 8(2): 247–253.
8. GONZÁLEZ-GARCÍA R. Endoscopically-assisted subcondylar and vertical ramus osteotomies for the treatment of symmetrical mandibular prognathism. Journal of cranio-maxillo-facial surgery: official publication of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery, 2012; 40(5): 393–395.
9. GRUBER RM, et al. Ultrasonic surgeryan alternative way in orthognathic surgery of the mandible. A pilot study. International journal of oral and maxillofacial surgery,2005; 34(6): 590–593.
10. HANAFY M, et al. Precision of orthognathic digital plan transfer using patient-specific cutting guides and osteosynthesis versus mixed analogue-digitally planned surgery: a randomized controlled clinical trial. International journal of oral and maxillofacial surgery,2020; 49(1): 62–68.

11. HARA S, et al. Endoscopically assisted intraoral modified Le Fort II type midfacial advancement using piezoelectric surgery and an intraoperative RED system. Journal of oral and maxillofacial surgery: official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons, 2013; 71(2): e93-103.
12. HERNANDEZ-ALFARO F, et al. Minimally invasive surgically assisted rapid palatal expansion with limited approach under sedation: a report of 283 consecutive cases. Journal of oral and maxillofacial surgery: official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons, 2010; 68(9): 2154–2158.
13. KHALIL H, et al. An evidence-based approach to scoping reviews: EBP approach to scoping reviews. Worldviews on evidence-based nursing, 2016; 13(2): 118–123.
14. LEE JW, et al. Unilateral intraoral vertical ramus osteotomy based on preoperative three-dimensional simulation surgery in a patient with facial asymmetry.Journal of the Korean Association of oral and maxillofacial surgeons, 2014; 40(1): 32–36.
15. LEVAC D, et al. Scoping studies: advancing the methodology. Implementation science: IS, 2010; 5(1): 69.
16. OTH O, et al. Clinical study on the minimally invasive-guided genioplasty using piezosurgery and 3D printed surgical guide. Annals of maxillofacial surgery, 2020; 10(1): 91–95.
17. OTH O, et al. The Minimally Invasive-Guided Genioplasty Technique using Piezosurgery and 3D printed surgical guide: An innovative technique.Annals of maxillofacial surgery, 2020; 10(1): 178–181.
18. PAGGI CLAUS JD, et al. Angled screws with locking plates-an alternative fixation for minimally invasive mandibular orthognathic surgery. The journal of craniofacial surgery,2025; 36(1): e77–e80.
19. PARENTE EV, et al. Minimally invasive sagittal osteotomy-technical note. International journal of oral and maxillofacial surgery, 2024; 53(12): 1049–1052.
20. POSNICK JC, et al. Simultaneous intranasal procedures to improve chronic obstructive nasal breathing in patients undergoing maxillary (le fort I) osteotomy. Journal of oral and maxillofacial surgery: official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons,2007; 65(11): 2273–2281.
21. RANAM, et al. Evaluation of surgically assisted rapid maxillary expansion with piezosurgery versus oscillating saw and chisel osteotomy - a randomized prospective trial. Trials,2013; 14(1): 49.
22. ROBIONY M, et al. Ultrasound endoscopic bone cutting for rapid maxillary expansion. Journal of oral and maxillofacial surgery: official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons, 2014; 72(5): 980–990.
23. ROHNER D, et al. Endoscopically assisted Le Fort I osteotomy. Journal of cranio-maxillo-facial surgery: official publication of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery, 2001; 29(6): 360–365.
24. RULLO R, et al. The use of piezosurgery in genioplasty. The journal of craniofacial surgery, 2016; 27(2): 414–415.
25. SCHENDEL S, et al. Maxillary, mandibular, and chin advancement: treatment planning based on airway anatomy in obstructive sleep apnea. Journal of oral and maxillofacial surgery: official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons, 2011; 69(3): 663–676.
26. SÉBLAIN D, et al. Minimally invasive versus standard approach in LeFort 1 osteotomy in patients with history of cleft lip and palate. Journal of stomatology, oral and maxillofacial surgery, 2018; 119(3): 87–191.
27. UEKI K, et al. Le Fort I osteotomy using an ultrasonic bone curette to fracture the pterygoid plates. Journal of cranio-maxillo-facial surgery: official publication of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery, 2004; 32(6): 381–386.
28. WILTFANG J, KESSLER P. Endoscopically assisted Le Fort I osteotomy to correct transverse and sagittal discrepancies of the maxilla. Journal of oral and maxillofacial surgery: official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons, 2002; 60(10): 1142–1146.