

BIOCOMPATIBILIDADE DOS MATERIAIS UTILIZADOS EM CIRURGIA ORTOGNÁTICA: REVISÃO DE LITERATURA

BIOCOMPATIBILITY OF MATERIALS USED IN ORTHOGNATHIC SURGERY: LITERATURE REVIEW

MARIANA MENDES SILVA DE MOURA^{1*}, MARIA IZABELLE PONTES COREIA DA MOTTA², CAMILLE BASTOS DE OLIVEIRA³, ELAINE LEITÃO⁴

1. Acadêmica do curso de graduação em odontologia da Universidade AFYA Unigranrio; 2. Acadêmica do curso de graduação de odontologia da Universidade AFYA Unigranrio; 3. Acadêmica do curso de graduação em odontologia da Universidade AFYA Unigranrio. 4. Professora Doutora, Disciplina de cirurgia do curso de odontologia da Universidade AFYA Unigranrio.

*Avenida Guanabara 861, casa 1, Vila Itamarati, Duque de Caxias, Rio de Janeiro, Brasil. CEP: 25070-260 bookfone093@gmail.com.

Recebido em 05/06/2026. Aceito para publicação em 28/09/2026

RESUMO

A seleção de biomateriais na cirurgia ortognática é fundamental para assegurar resultados clínicos satisfatórios e a segurança do paciente. O titânio e suas ligas continuam sendo considerados referência para fixação óssea, devido à elevada resistência mecânica e compatibilidade biológica, embora possam ocorrer complicações locais, como exposição da placa, inflamação ou raras reações de hipersensibilidade. Placas e parafusos reabsorvíveis, feitos geralmente de polímeros como ácido polilático (PLA) e poliglicólico (PGA), apresentam a vantagem de dispensar cirurgia de remoção, mas possuem resistência mecânica inferior e variabilidade no tempo de degradação, o que pode interferir na estabilidade pós-operatória. Novas formulações desses biomateriais têm buscado melhorar o desempenho clínico, mas ainda são necessários estudos de longo prazo para confirmar sua eficácia e segurança. Dessa forma, a escolha do material deve considerar aspectos biológicos, mecânicos e clínicos, adaptados às necessidades individuais de cada paciente.

PALAVRAS-CHAVE: Cirurgia ortognática; biomateriais; biocompatibilidade; titânio; materiais reabsorvíveis.

ABSTRACT

Choosing appropriate biomaterials in orthognathic surgery is essential to achieve clinical success and ensure patient safety. Titanium and its alloys remain the benchmark for bone fixation due to their high mechanical strength and biocompatibility, though local complications such as plate exposure, inflammation, or rare hypersensitivity reactions may arise. Resorbable plates and screws, commonly made of polymers like polylactic acid (PLA) and polyglycolic acid (PGA), offer the advantage of avoiding removal surgery, but have lower mechanical resistance and variable degradation rates, which can impact postoperative stability. Recent developments in these biomaterials aim to enhance clinical performance; however, long-term studies are needed to verify their safety and effectiveness. Therefore, material selection should balance biomechanical, biological, and clinical considerations according to each patient's specific needs.

KEYWORDS: Orthognathic surgery; biomaterials; biocompatibility; titanium; resorbable materials. Orthognathic surgery, biomaterials, biocompatibility, titanium, resorbable plates, clinical outcomes.

1. INTRODUÇÃO

A cirurgia ortognática é amplamente empregada para corrigir deformidades dentofaciais, proporcionando melhorias estéticas, funcionais e na qualidade de vida dos pacientes. O êxito do procedimento depende tanto da técnica cirúrgica quanto da escolha adequada dos materiais de fixação óssea. A biocompatibilidade desses materiais desempenha papel crucial, influenciando a resposta dos tecidos, a estabilidade das osteotomias e a ocorrência de possíveis complicações pós-operatórias¹.

O titânio e suas ligas são reconhecidos como referência por sua elevada resistência mecânica e compatibilidade biológica. Por outro lado, materiais reabsorvíveis, como polímeros de ácido polilático (PLA) e poliglicólico (PGA), surgem como alternativa para evitar a necessidade de remoção cirúrgica, embora apresentem limitações relacionadas às propriedades mecânicas e ao processo de degradação¹. Este estudo tem como objetivo analisar os impactos clínicos da biocompatibilidade desses materiais, destacando suas vantagens, limitações e a importância da escolha individualizada de acordo com as necessidades de cada paciente^{1, 2}.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada uma revisão narrativa da literatura sobre a utilização de sistemas de fixação bioabsorvíveis em comparação aos sistemas metálicos, especialmente o titânio, em cirurgias ortognáticas. A busca foi realizada nas bases PubMed/MEDLINE, SciELO, BVS, ScienceDirect e Google Scholar, utilizando os descritores “orthognathic surgery”, “bioabsorbable fixation”, “biodegradable fixation”, “resorbable plates”, “resorbable screws” e “titanium fixation”, combinados pelos operadores booleanos AND e OR.

Foram incluídos artigos em português, inglês e espanhol que abordassem a utilização ou comparação entre materiais bioabsorvíveis e metálicos em cirurgia ortognática, considerando aspectos como estabilidade esquelética, biocompatibilidade, complicações e necessidade de remoção do material. Foram excluídos estudos sem relação direta com o tema, artigos duplicados

e trabalhos sem informações relevantes para os objetivos da pesquisa.

Após a seleção, os estudos foram analisados de forma qualitativa e descritiva, considerando características dos materiais, resultados clínicos, estabilidade pós-operatória, complicações e vantagens e limitações dos sistemas bioabsorvíveis em relação ao titânio.

3. DESENVOLVIMENTO

O titânio e suas ligas metálicas são amplamente utilizados em cirurgias ortognáticas e reconstrutivas devido à sua excelente biocompatibilidade, resistência mecânica e estabilidade química¹. Esses materiais desempenham papel essencial na fixação interna de segmentos ósseos, por meio de placas, parafusos e miniplacas, garantindo suporte adequado durante o processo de consolidação óssea¹.

A biocompatibilidade do titânio está diretamente relacionada à formação espontânea de uma fina camada de óxido de titânio (TiO₂) em sua superfície. Essa camada contribui para a relativa estabilidade química e resistência à corrosão do material². Além disso, a camada passiva de óxido de titânio favorece uma interação biologicamente adequada entre o material e o tecido ósseo, contribuindo para a estabilidade e o desempenho dos sistemas de osteossíntese. Entre as principais vantagens do titânio e de suas ligas destacam-se a resistência à corrosão, a durabilidade, a estabilidade mecânica, a elevada biocompatibilidade e a baixa incidência de reações adversas aos tecidos². Essas propriedades tornam o material ideal para fixações rígidas, reabilitações ósseas e aplicações em longo prazo, reduzindo a necessidade de reintervenções cirúrgicas.

Entretanto, algumas complicações podem ocorrer, como reações inflamatórias locais, micromovimentos excessivos, falhas de osseointegração, corrosão galvânica em presença de ligas diferentes e, em raros casos, hipersensibilidade ao metal. Tais eventos podem estar associados a fatores como técnica cirúrgica inadequada, infecção local ou estresse mecânico sobre o material. A compreensão do comportamento biológico do titânio e suas ligas, associada ao estudo de sua biocompatibilidade em contextos cirúrgicos, é fundamental para o aprimoramento das práticas clínicas. O avanço tecnológico em superfícies modificadas e ligas de alta pureza tem contribuído para otimizar a integração óssea e minimizar riscos, ampliando a segurança e a previsibilidade dos resultados em cirurgias ortognáticas.

4. DISCUSSÃO

Os materiais reabsorvíveis, como ácido polilático (PLA), o ácido poliglicólico (PGA) e o copolímero de ácido polilático-co-glicólico (PLGA), têm sido amplamente empregados em cirurgias ortognáticas e procedimentos reconstrutivos devido à sua capacidade de degradação progressiva no organismo, reduzindo a necessidade de remoção cirúrgica após a consolidação óssea^{3,4}. Esses polímeros apresentam propriedades mecânicas adequadas para a fixação temporária de fragmentos ósseos, além de boa biocompatibilidade e resposta tecidual favorável. O PLA é um polímero termoplástico derivado do ácido láctico, conhecido por

sua lenta degradação e boa estabilidade mecânica³. O PGA, por sua vez, é um polímero mais hidrofílico e com degradação mais rápida, embora apresente menor resistência mecânica³. O PLGA combina as propriedades de ambos, permitindo o ajuste da taxa de degradação de acordo com a proporção entre os monômeros de ácido láctico e glicólico, o que o torna um dos materiais mais versáteis para uso clínico³.

O processo de degradação desses materiais ocorre por hidrólise das ligações éster, resultando em subprodutos não tóxicos que são metabolizados pelo organismo e eliminados por vias naturais³. Durante esse processo, a resistência mecânica das estruturas diminui gradualmente, o que deve ser cuidadosamente considerado em relação ao tempo necessário para a cicatrização óssea. Entre as vantagens dos materiais reabsorvíveis destacam-se a possibilidade de evitar cirurgias secundárias para remoção das placas e parafusos, a menor produção de artefatos em exames de imagem quando comparados aos sistemas metálicos e a ausência de complicações relacionadas à corrosão metálica. Além disso, evitam a permanência definitiva do material de osteossíntese no organismo³.

Contudo, algumas limitações ainda são observadas, como a menor resistência mecânica em comparação aos materiais metálicos, a possibilidade de inflamações locais devido à liberação de subprodutos ácidos durante a degradação, e a variabilidade na taxa de reabsorção, que pode comprometer a estabilidade óssea em casos mais complexos^{1,3}. A escolha adequada do material e da técnica cirúrgica é, portanto, essencial para garantir resultados previsíveis e seguros.

Estudos comparativos recentes e implicações clínicas

Nos últimos anos, estudos clínicos e revisões sistemáticas têm comparado os sistemas de fixação metálica, especialmente o titânio, aos sistemas bioabsorvíveis em cirurgia ortognática. Em estudo publicado em 2024, Thet e Kaboosaya avaliaram pacientes submetidos à cirurgia de recuo mandibular com fixação por placas e parafusos de titânio ou bioabsorvíveis, observando estabilidade esquelética pós-operatória comparável entre os sistemas ao longo do acompanhamento⁵. Esses achados reforçam a possibilidade de utilização de dispositivos bioabsorvíveis em indicações selecionadas, desde que as características biomecânicas do caso sejam consideradas.

Uma vantagem clínica dos materiais reabsorvíveis é a possibilidade de reduzir a necessidade de remoção do hardware por sintomas relacionados à placa ou ao parafuso, como exposição, dor ou palpabilidade, uma vez que esses dispositivos são projetados para serem degradados ou reabsorvidos pelo organismo, podendo evitar, em determinados casos, uma segunda cirurgia eletiva para retirada do material. A revisão sistemática de Gareb et al. demonstrou que os sistemas biodegradáveis constituem uma alternativa válida ao titânio na cirurgia ortognática, embora a necessidade de remoção sintomática de placas e parafusos não tenha apresentado diferença estatisticamente significativa entre os grupos¹. Estudos com sistemas de osteossíntese reabsorvíveis à base de magnésio, também apontam para a possibilidade de evitar

uma segunda intervenção cirúrgica após a consolidação óssea⁶.

Por outro lado, os sistemas metálicos também podem necessitar de remoção em situações específicas. Em revisão sistemática e meta-análise publicada em 2024, Jaber *et al.* avaliaram 1.603 pacientes e 5.595 miniplacas utilizadas em cirurgia ortognática, das quais 294, correspondendo a 5,3%, foram removidas. Entre os principais motivos para remoção estavam infecção, exposição da placa, palpabilidade e dor⁷. Esses achados reforçam que, embora a remoção de miniplacas não seja necessária na maioria dos casos, complicações relacionadas ao material podem justificar uma segunda intervenção cirúrgica em uma parcela dos pacientes.

Além disso, as revisões disponíveis indicam que as taxas globais de complicações não apresentam diferenças consistentes entre os sistemas biodegradáveis e de titânio, embora os resultados possam variar de acordo com o procedimento, o material utilizado e o período de acompanhamento. Na revisão sistemática e meta-análise de Gareb *et al.*, a estabilidade esquelética foi semelhante na maioria dos tipos de cirurgia analisados, reforçando a possibilidade de utilização dos sistemas biodegradáveis como alternativa ao titânio em situações selecionadas.¹

5. CONCLUSÃO

A biocompatibilidade dos materiais empregados na fixação óssea representa um fator relevante para o sucesso da cirurgia ortognática. O titânio permanece como material de referência devido à elevada resistência mecânica, estabilidade química, biocompatibilidade e previsibilidade clínica, proporcionando fixação rígida e adequada estabilidade dos segmentos ósseos.

Apesar dessas vantagens, complicações locais e a necessidade de remoção do material podem ocorrer em situações específicas. Os sistemas reabsorvíveis constituem uma alternativa promissora por evitarem a permanência definitiva do material de osteossíntese e poderem reduzir a necessidade de uma segunda intervenção destinada exclusivamente à sua remoção. Entretanto, a menor resistência mecânica e o potencial de respostas inflamatórias relacionadas ao processo de degradação devem ser considerados na indicação clínica.

Dessa forma, não há um material universalmente ideal, mas sim indicações específicas baseadas nas características clínicas, na magnitude da movimentação óssea, nas condições sistêmicas do paciente e nas demandas funcionais e estéticas envolvidas. A escolha individualizada, aliada ao planejamento cirúrgico criterioso, é fundamental para otimizar resultados, minimizar riscos e promover uma recuperação segura e eficaz, reforçando que a biocompatibilidade é fator decisivo na qualidade e no prognóstico dos tratamentos ortognáticos.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Unigranrio Afya – Duque de Caxias pelo apoio institucional e acadêmico para a realização deste trabalho. Os autores declaram não haver conflito de interesse.

7. REFERÊNCIAS

- [1] Gareb B, van Bakelen NB, Dijkstra PU, *et al.* Efficacy and morbidity of biodegradable versus titanium osteosyntheses in orthognathic surgery: a systematic review with meta-analysis and trial sequential analysis. *Eur J Oral Sci.* 2021; 129(5):e12800. doi:10.1111/eos.12800.
- [2] Kandaswamy E, Harsha M, Joshi VM. Titanium corrosion products from dental implants and their effect on cells and cytokine release: a review. *J Trace Elem Med Biol.* 2024; 84:127464. doi:10.1016/j.jtemb.2024.127464.
- [3] Ngo HX, Bai Y, Sha J, *et al.* A narrative review of u-HA/PLLA, a bioactive resorbable reconstruction material: applications in oral and maxillofacial surgery. *Materials (Basel).* 2022; 15(1):150. doi:10.3390/ma15010150. Chaves Netto HDM, Klüppel LE, Pereira CL, *et al.* Utilização de placas e parafusos absorvíveis no tratamento de fratura mandibular em criança: relato de caso. *Rev Cir Traumatol Buco-Maxilo-Fac.* 2007; 7(4):31-36.
- [4] Thet PH, Kaboosaya B. Cephalometric evaluation of skeletal stability and pharyngeal airway changes after mandibular setback surgery: bioabsorbable versus titanium plate and screw fixation. *Imaging Sci Dent.* 2024; 54(2):181-190. doi:10.5624/isd.20230269.
- [5] Kozakiewicz M, Gabryelczak I, Bielecki-Kowalski B. Clinical evaluation of magnesium alloy osteosynthesis in the mandibular head. *Materials (Basel).* 2022; 15(3):711. doi:10.3390/ma15030711.
- [6] Jaber M, Abouseif N, Hassan M, *et al.* Risk factors contributing to symptomatic miniplate removal following orthognathic surgery: systematic review and meta-analysis. *J Clin Med.* 2024; 13(11):3335. doi:10.3390/jcm13113335.

