

AVANÇOS CONTEMPORÂNEOS NA RECONSTRUÇÃO ORBITÁRIA PÓS-TRAUMA: UMA REVISÃO DA LITERATURA

CONTEMPORARY ADVANCES IN POST-TRAUMATIC ORBITAL RECONSTRUCTION: A LITERATURE REVIEW

AVANCES CONTEMPORÁNEOS EN LA RECONSTRUCCIÓN ORBITARIA POSTRAUMÁTICA: UNA REVISIÓN DE LA LITERATURA

Sandra Raquel Medeiros Saito¹
Alexandre Vitor Soares²
João Henrique Rolde³
Eduarda Rasweiler Faccio⁴
Mariana Dronov Murgi⁵
Gabriela Kestring Klein⁶
Eduardo Dornas Fonseca⁷
Maria Eduarda Viana Baron Torres da Costa⁸
Tayane Beatris Bernardis⁹
Elane Mendes Zubko¹⁰
Kamylla Carvalho de Souza¹¹
Carla Regina Massaro¹²
Maria Eduarda de Andrade Oliveira¹³
Heloisa Proença Tonin¹⁴

RESUMO: A reconstrução orbitária pós-traumática representa um dos maiores desafios da cirurgia bucomaxilofacial devido à complexidade anatômica da órbita e à necessidade de restaurar simultaneamente a função ocular e a estética facial. Este estudo teve como objetivo revisar a literatura científica recente sobre as principais técnicas de reconstrução orbitária após trauma, enfatizando os avanços tecnológicos, os materiais reconstrutivos, as complicações pós-operatórias e as perspectivas atuais de tratamento. Foi realizada uma revisão narrativa da literatura, por meio da análise de artigos publicados em periódicos internacionais indexados, abordando técnicas cirúrgicas, planejamento virtual tridimensional, navegação computadorizada, implantes específicos para o paciente e malhas de titânio. Os estudos analisados demonstraram que a incorporação de tecnologias digitais aumentou significativamente a precisão da reconstrução orbitária, favorecendo melhor restauração do volume da órbita, redução da incidência de enoftalmo e diplopia e melhores resultados estéticos e funcionais. A malha de titânio permanece como o material mais utilizado, enquanto os implantes específicos para o paciente apresentam maior previsibilidade anatômica, embora seu uso ainda seja limitado pelo custo e pela disponibilidade tecnológica. Conclui-se que o planejamento cirúrgico individualizado, associado às tecnologias tridimensionais e à abordagem multidisciplinar, contribui para melhores desfechos clínicos e para a reabilitação integral de pacientes com trauma orbitário.

Palavras-chave: Órbita. Traumatismos Faciais. Fraturas Ósseas. Procedimentos de Reconstrução.

¹Discente do curso de Odontologia na Faculdade Centro de Treinamento Acadêmico.

²Cirurgião Dentista pela Universidade Paulista.

³Discente do curso de Odontologia na Universidade Paranaense.

⁴Discente do curso de Odontologia na Universidade Paranaense.

⁵Discente do curso de Odontologia na UNIGRAN.

⁶Discente do curso de Odontologia na Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

⁷Residente em Cirurgia Bucomaxilofacial da Universidade Federal da Paraíba.

⁸Discente do curso de Odontologia na Univel.

⁹Discente do curso de Odontologia na Univel.

¹⁰Discente do curso de Odontologia na Univel.

¹¹Pós graduanda em Implantodontia e Prótese dentária na Faculdade Sete Lagoas.

¹²Mestre em Odontologia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

¹³Cirurgiã dentista pela Universidade Paranaense.

¹⁴Discente do curso de Odontologia na Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

ABSTRACT: Post-traumatic orbital reconstruction represents one of the greatest challenges in oral and maxillofacial surgery due to the anatomical complexity of the orbit and the need to simultaneously restore ocular function and facial aesthetics. This study aimed to review recent scientific literature on key techniques for orbital reconstruction following trauma, emphasizing technological advances, reconstructive materials, postoperative complications, and current treatment perspectives. A narrative literature review was conducted by analyzing articles published in indexed international journals, covering surgical techniques, three-dimensional virtual planning, computer-assisted navigation, patient-specific implants, and titanium mesh. The analyzed studies demonstrated that the incorporation of digital technologies has significantly increased the precision of orbital reconstruction, facilitating better restoration of orbital volume, a reduction in the incidence of enophthalmos and diplopia, and improved aesthetic and functional outcomes. Titanium mesh remains the most widely used material, while patient-specific implants offer greater anatomical predictability, although their use is still limited by cost and technological availability. It is concluded that individualized surgical planning, combined with three-dimensional technologies and a multidisciplinary approach, contributes to better clinical outcomes and the comprehensive rehabilitation of patients with orbital trauma.

Keywords: Orbit. Facial Injuries. Bone Fractures. Reconstructive Procedures.

RESUMEN: La reconstrucción orbitaria postraumática representa uno de los mayores desafíos en cirugía maxilofacial debido a la complejidad anatómica de la órbita y la necesidad de restaurar simultáneamente la función ocular y la estética facial. Este estudio tuvo como objetivo revisar la literatura científica reciente sobre las principales técnicas de reconstrucción orbitaria tras un traumatismo, haciendo hincapié en los avances tecnológicos, los materiales reconstructivos, las complicaciones postoperatorias y las perspectivas de tratamiento actuales. Se realizó una revisión narrativa de la literatura mediante el análisis de artículos publicados en revistas internacionales indexadas, que abordaban técnicas quirúrgicas, planificación virtual tridimensional, navegación computarizada, implantes específicos para cada paciente y mallas de titanio. Los estudios analizados demostraron que la incorporación de tecnologías digitales ha aumentado significativamente la precisión de la reconstrucción orbitaria, favoreciendo una mejor restauración del volumen orbitario, una reducción en la incidencia de enoftalmos y diplopía, y mejores resultados estéticos y funcionales. La malla de titanio sigue siendo el material más utilizado, mientras que los implantes específicos para cada paciente ofrecen una mayor predictibilidad anatómica, aunque su uso aún está limitado por el costo y la disponibilidad tecnológica. Se concluye que la planificación quirúrgica individualizada, asociada a tecnologías tridimensionales y un enfoque multidisciplinario, contribuye a mejores resultados clínicos y a una rehabilitación integral de los pacientes con traumatismo orbitario.

Palabras clave: Órbita. Lesiones faciales. Fracturas óseas. Procedimientos de reconstrucción.

INTRODUÇÃO

O trauma facial constitui um importante problema de saúde pública devido à sua elevada incidência, ao impacto funcional e estético que provoca e aos custos associados ao tratamento e à reabilitação dos pacientes. Entre as lesões do complexo maxilofacial, as fraturas orbitárias destacam-se pela elevada complexidade anatômica e terapêutica, uma vez que

comprometem estruturas ósseas delicadas responsáveis pela proteção do globo ocular e pelo adequado funcionamento do sistema visual. Essas lesões são frequentemente decorrentes de acidentes automobilísticos, agressões interpessoais, acidentes esportivos e quedas, sendo mais prevalentes em indivíduos do sexo masculino e adultos jovens, faixa etária economicamente ativa e mais exposta a mecanismos de trauma de alta energia (Bharti et al., 2023).

A órbita é uma cavidade óssea de formato piramidal composta por sete ossos – frontal, zigomático, maxila, esfenóide, etmoide, lacrimal e palatino – que formam um compartimento altamente especializado para acomodação e proteção do globo ocular, músculos extraoculares, nervos, vasos sanguíneos, gordura orbitária e demais estruturas anexas. Em razão da reduzida espessura de suas paredes, especialmente do assoalho e da parede medial, a órbita apresenta elevada suscetibilidade às fraturas decorrentes de impactos diretos ou indiretos. A perda da integridade dessas paredes pode resultar em aumento do volume orbitário, encarceramento muscular, herniação do conteúdo orbital para os seios paranasais e comprometimento da função ocular, tornando imprescindível uma reconstrução anatômica precisa (Bharti et al., 2023).

As fraturas orbitárias podem ocorrer isoladamente ou em associação com outras fraturas do esqueleto facial, principalmente do complexo zigomático-maxilar e das fraturas naso-órbito-etmoidais. Entre os diferentes padrões de lesão, destacam-se as fraturas do assoalho orbitário ("blow-out"), fraturas da parede medial, do teto orbitário e das paredes laterais, podendo envolver uma ou múltiplas paredes simultaneamente. A extensão da lesão influencia diretamente a gravidade do quadro clínico e a dificuldade do tratamento, uma vez que defeitos ósseos extensos favorecem alterações volumétricas importantes da órbita e aumentam o risco de sequelas permanentes (Govind et al., 2023).

Do ponto de vista clínico, as manifestações das fraturas orbitárias variam conforme a localização e a gravidade da lesão. Entre os sinais e sintomas mais frequentemente observados destacam-se edema periorbitário, equimose, dor, diplopia, limitação da motilidade ocular, hipostesia do nervo infraorbitário, enoftalmia, distopia ocular e deformidades estéticas faciais. Nos casos mais graves, podem ocorrer lesões do nervo óptico e comprometimento permanente da acuidade visual, ressaltando a necessidade de diagnóstico precoce e abordagem terapêutica adequada. Além disso, alterações estéticas decorrentes do deslocamento do globo ocular ou da assimetria facial podem exercer impacto significativo sobre a autoestima, o convívio social e a qualidade de vida dos pacientes (Reddy et al., 2023).

Historicamente, o tratamento das fraturas orbitárias baseava-se principalmente na redução dos fragmentos ósseos e na estabilização das fraturas utilizando enxertos autógenos ou

materiais aloplásticos convencionais. Entretanto, a evolução do conhecimento sobre a biomecânica orbital demonstrou que a simples reconstrução da continuidade óssea nem sempre era suficiente para restaurar adequadamente o volume da cavidade orbitária e a posição fisiológica do globo ocular. Como consequência, muitos pacientes evoluíam com sequelas tardias, como enoftalmia residual, diplopia persistente e assimetria facial, frequentemente exigindo reconstruções secundárias mais complexas e com prognóstico menos favorável (Bharti et al., 2023).

Nas últimas décadas, a reconstrução orbitária passou por importante transformação em decorrência da incorporação de novas tecnologias de diagnóstico, planejamento cirúrgico e biomateriais. A introdução da tomografia computadorizada de alta resolução permitiu avaliação detalhada da extensão das fraturas e das alterações volumétricas da órbita, enquanto o desenvolvimento do planejamento virtual tridimensional possibilitou reproduzir com maior fidelidade a anatomia individual de cada paciente. Paralelamente, a utilização de softwares de espelhamento da órbita contralateral, impressão tridimensional e navegação cirúrgica computadorizada aumentou significativamente a precisão das reconstruções, reduzindo erros relacionados ao posicionamento dos implantes e melhorando os resultados funcionais e estéticos (Kotecha et al., 2023; Xia et al., 2023).

Entre os materiais utilizados na reconstrução orbitária, a malha de titânio permanece como um dos biomateriais mais empregados devido à sua elevada resistência mecânica, excelente biocompatibilidade, estabilidade dimensional e facilidade de adaptação intraoperatória. Entretanto, o desenvolvimento dos implantes específicos para o paciente (Patient-Specific Implants – PSI), confeccionados a partir de planejamento virtual tridimensional, representa um dos maiores avanços da cirurgia reconstrutiva contemporânea. Esses implantes permitem reproduzir com elevada precisão a anatomia da órbita, reduzindo o tempo cirúrgico, aumentando a previsibilidade da reconstrução e favorecendo melhores resultados volumétricos quando comparados às técnicas convencionais (Kotecha et al., 2023).

Apesar desses avanços tecnológicos, a reconstrução orbitária continua representando um desafio para os cirurgiões, especialmente em casos de fraturas extensas, reconstruções secundárias e deformidades estabelecidas. A presença de fibrose, remodelação óssea, retração dos tecidos moles e perda de referências anatômicas dificulta significativamente o procedimento, aumentando o risco de complicações pós-operatórias. Entre as principais sequelas descritas na literatura destacam-se o enoftalmo residual, a diplopia persistente, o telecanto traumático, alterações palpebrais e deformidades do complexo órbito-zigomático-

maxilar, condições que frequentemente exigem tratamentos complementares e acompanhamento multidisciplinar envolvendo cirurgia bucomaxilofacial, oftalmologia e cirurgia plástica (Seo et al., 2023; Naik et al., 2023).

Nesse contexto, diversos estudos recentes têm investigado estratégias capazes de aumentar a previsibilidade da reconstrução orbitária, incluindo o uso de implantes personalizados, navegação computadorizada, biomateriais para reposição volumétrica dos tecidos moles e novos dispositivos para reconstruções secundárias. Além da restauração anatômica, essas abordagens buscam melhorar a função ocular, reduzir complicações e proporcionar resultados estéticos mais satisfatórios, contribuindo para a reabilitação integral dos pacientes vítimas de trauma facial (Jeyaraj, 2023; Park, 2023; Nuri et al., 2023).

Diante da constante evolução das técnicas reconstrutivas e da crescente incorporação de tecnologias digitais na prática clínica, torna-se fundamental reunir e discutir as evidências científicas disponíveis acerca das principais modalidades de reconstrução orbitária pós-trauma. A compreensão dos avanços recentes, das vantagens e limitações dos diferentes materiais reconstrutivos e das estratégias voltadas à prevenção e ao tratamento das complicações pode contribuir para o aperfeiçoamento da prática clínica e para a tomada de decisões baseadas em evidências. Assim, o presente estudo tem como objetivo revisar a literatura científica recente sobre reconstrução orbitária pós-traumática, abordando os principais métodos reconstrutivos, os avanços tecnológicos, as complicações associadas e as perspectivas futuras para o tratamento dessas lesões.

MÉTODOS

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão narrativa da literatura, de abordagem qualitativa e descritiva, desenvolvida com o objetivo de reunir e analisar criticamente as evidências científicas acerca da reconstrução orbitária pós-traumática, enfatizando os avanços nas técnicas cirúrgicas, os materiais reconstrutivos empregados, as principais complicações pós-operatórias e as perspectivas atuais para o tratamento dessas lesões.

A busca bibliográfica foi realizada nas bases de dados PubMed/MEDLINE, Scopus e Google Scholar, por serem consideradas importantes fontes de literatura científica na área das Ciências da Saúde. A estratégia de busca foi elaborada utilizando descritores indexados no Medical Subject Headings (MeSH) e termos livres relacionados ao tema, combinados por meio dos operadores booleanos AND e OR. Entre os principais termos utilizados destacam-se: *orbital*

reconstruction, orbital fracture, post-traumatic orbital reconstruction, orbital trauma, patient-specific implants, titanium mesh, computer-assisted navigation, enophthalmos, diplopia e maxillofacial trauma.

Foram incluídos artigos publicados em língua inglesa entre os anos de 2023 e 2024, disponíveis na íntegra, que abordassem aspectos relacionados à reconstrução orbitária após trauma, incluindo estudos clínicos, revisões sistemáticas, metanálises, séries de casos e relatos de caso considerados relevantes para a compreensão das técnicas reconstrutivas contemporâneas. Também foram considerados estudos que avaliaram novos biomateriais, implantes específicos para o paciente, navegação cirúrgica computadorizada, planejamento virtual tridimensional e manejo das principais complicações associadas às fraturas orbitárias.

Foram excluídos artigos duplicados, publicações sem acesso ao texto completo, estudos experimentais exclusivamente em modelos animais, cartas ao editor, resumos de congressos, editoriais e trabalhos cujo foco principal não estivesse relacionado à reconstrução orbitária pós-traumática. Estudos envolvendo reconstruções orbitárias decorrentes de neoplasias, malformações congênitas ou doenças infecciosas também foram excluídos por não corresponderem ao objetivo desta revisão.

Após a identificação dos estudos, foi realizada a leitura dos títulos e resumos para verificar sua elegibilidade. Em seguida, os artigos potencialmente relevantes foram analisados na íntegra quanto aos objetivos, delineamento metodológico, características da população estudada, técnicas reconstrutivas empregadas, materiais utilizados, tecnologias associadas, complicações pós-operatórias e principais resultados clínicos. As informações extraídas foram organizadas de forma temática, possibilitando a comparação crítica entre os diferentes estudos e a identificação das tendências atuais relacionadas ao tratamento das fraturas orbitárias.

A análise dos dados foi conduzida de forma descritiva e interpretativa, buscando integrar as evidências disponíveis acerca das diferentes abordagens reconstrutivas. Foram discutidos aspectos referentes ao momento ideal da reconstrução, utilização de malhas de titânio e implantes específicos para o paciente, aplicação da navegação cirúrgica computadorizada, emprego de biomateriais para reposição volumétrica, tratamento das complicações pós-operatórias — como enoftalmo, diplopia e telecanto traumático —, além dos fatores prognósticos e das perspectivas futuras da reconstrução orbitária.

Para compor esta revisão, foram priorizados estudos recentes publicados em periódicos internacionais de reconhecida relevância na área de Cirurgia Bucomaxilofacial, Cirurgia Craniofacial e Oftalmologia, garantindo a utilização de evidências científicas atualizadas e de elevada qualidade metodológica. Os resultados foram apresentados de maneira narrativa,

estabelecendo relações entre os diferentes achados da literatura e discutindo suas implicações para a prática clínica e para o desenvolvimento de futuras pesquisas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As fraturas orbitárias decorrentes de traumatismos faciais representam um importante desafio para a cirurgia bucomaxilofacial e craniofacial, principalmente em razão da complexidade anatômica da órbita e da necessidade de restaurar simultaneamente aspectos funcionais e estéticos. A literatura recente demonstra uma mudança significativa na filosofia do tratamento dessas lesões. Enquanto anteriormente a reconstrução orbitária era direcionada principalmente para a estabilização das fraturas e fechamento dos defeitos ósseos, atualmente o objetivo consiste na restauração tridimensional da anatomia orbitária, visando recuperar o volume da cavidade, o posicionamento fisiológico do globo ocular, a motilidade extraocular e a simetria facial. Essa evolução ocorreu paralelamente ao desenvolvimento de novas tecnologias diagnósticas e cirúrgicas, que proporcionaram maior precisão no planejamento e na execução dos procedimentos reconstrutivos, reduzindo a incidência de sequelas permanentes e melhorando os resultados clínicos em longo prazo (Bharti et al., 2023; Kotecha et al., 2023).

A anatomia da órbita constitui um dos principais fatores responsáveis pela elevada complexidade da reconstrução pós-traumática. Trata-se de uma cavidade óssea piramidal formada por sete ossos distintos, cujas paredes apresentam espessura reduzida e íntima relação com estruturas neurovasculares e musculares de elevada importância funcional. Alterações discretas na conformação dessas paredes podem modificar significativamente o volume orbitário, favorecendo o desenvolvimento de enftalmia, diplopia, distopia ocular e limitação dos movimentos extraoculares. Dessa forma, a reconstrução adequada exige não apenas a redução anatômica das fraturas, mas também a reprodução fiel da geometria interna da órbita, aspecto que diferencia essas lesões das demais fraturas do esqueleto facial (Bharti et al., 2023).

Bharti et al. (2023) destacam que muitas deformidades orbitárias observadas tardiamente decorrem de reconstruções primárias incompletas ou inadequadas, nas quais o tratamento concentrou-se apenas na estabilização óssea, sem preocupação com o restabelecimento do volume orbitário. Como consequência, pacientes podem evoluir com importantes deformidades faciais, assimetria ocular, retração palpebral e comprometimento funcional progressivo. Os autores ressaltam que a correção dessas sequelas geralmente demanda procedimentos secundários significativamente mais complexos, devido à presença de remodelação óssea, fibrose cicatricial e alterações permanentes dos tecidos moles. Esse cenário

evidencia a importância da reconstrução primária adequada como principal estratégia para prevenção de sequelas de difícil correção.

A literatura também demonstra consenso crescente quanto à importância do momento da intervenção cirúrgica. Embora a estabilidade clínica do paciente traumatizado permaneça como prioridade absoluta, estudos recentes sugerem que a reconstrução orbitária realizada nas fases iniciais do trauma proporciona melhores resultados anatômicos e funcionais quando comparada às reconstruções tardias. A intervenção precoce permite reposicionar fragmentos ósseos antes do estabelecimento de fibrose, retração muscular e remodelação óssea, fatores que dificultam significativamente a obtenção de uma anatomia satisfatória nas reconstruções secundárias (Xia et al., 2023).

Corroborando essa perspectiva, Xia et al. (2023) compararam pacientes submetidos à reconstrução orbitária precoce e tardia utilizando malha de titânio associada à navegação computadorizada. Os autores observaram melhora clínica em ambos os grupos, porém verificaram que a reconstrução precoce esteve associada a menor incidência de enoftalmia residual, melhor recuperação do volume orbitário e maior simetria facial durante o acompanhamento pós-operatório. Esses achados sugerem que o tempo entre o trauma e a intervenção influencia diretamente a qualidade da reconstrução, sobretudo em pacientes com fraturas extensas envolvendo o assoalho e a parede medial da órbita.

Entretanto, os mesmos autores ressaltam que o atraso no tratamento não deve ser interpretado como fator limitante absoluto para obtenção de resultados satisfatórios. A utilização da navegação computadorizada permitiu reduzir diferenças entre os grupos precoce e tardio, proporcionando reconstruções altamente precisas mesmo na presença de deformidades estabelecidas. Isso demonstra que o desenvolvimento tecnológico tem ampliado as possibilidades terapêuticas, permitindo resultados previsíveis mesmo em pacientes encaminhados tardiamente aos serviços especializados (Xia et al., 2023).

Nesse contexto, o planejamento virtual tridimensional tornou-se uma das ferramentas mais importantes da reconstrução orbitária contemporânea. A utilização de exames tomográficos de alta resolução associada a softwares de reconstrução tridimensional permite avaliar detalhadamente a extensão dos defeitos ósseos, calcular alterações volumétricas da órbita e simular previamente o posicionamento ideal dos implantes. Além disso, o espelhamento da órbita contralateral saudável possibilita estabelecer um modelo anatômico individualizado para cada paciente, aumentando significativamente a previsibilidade do tratamento (Kotecha et al., 2023).

A incorporação dessas tecnologias modificou profundamente o planejamento cirúrgico. Em vez de depender exclusivamente da avaliação intraoperatória, o cirurgião passa a definir previamente o formato do implante, sua extensão, os pontos de fixação e a quantidade de correção volumétrica necessária. Essa abordagem reduz a subjetividade inerente às técnicas convencionais e favorece maior padronização dos resultados, independentemente da experiência individual do operador. Consequentemente, observa-se diminuição do tempo cirúrgico, menor manipulação dos tecidos orbitários e redução da necessidade de revisões pós-operatórias (Kotecha et al., 2023).

Entre os principais avanços decorrentes desse planejamento destaca-se o desenvolvimento dos implantes específicos para o paciente (Patient-Specific Implants – PSI). Produzidos por manufatura aditiva a partir do planejamento virtual, esses implantes são confeccionados individualmente para reproduzir exatamente a anatomia do defeito orbitário. Segundo a revisão sistemática e metanálise realizada por Kotecha et al. (2023), os PSI apresentam maior precisão anatômica quando comparados às malhas de titânio convencionais moldadas manualmente durante a cirurgia. A revisão demonstrou melhora significativa da restauração volumétrica, menor necessidade de remodelagem intraoperatória e maior previsibilidade estética.

Além da precisão anatômica, os implantes personalizados apresentam vantagens relacionadas à eficiência do procedimento cirúrgico. Como chegam previamente confeccionados ao centro cirúrgico, praticamente eliminam a etapa de modelagem manual da malha, tradicionalmente considerada uma das fases mais demoradas da reconstrução orbitária. Essa redução do tempo operatório pode diminuir a exposição anestésica, reduzir o edema pós-operatório e minimizar a manipulação dos tecidos intraorbitários, fatores diretamente relacionados à recuperação funcional dos pacientes (Kotecha et al., 2023).

Apesar desses benefícios, a literatura ressalta que os implantes específicos ainda apresentam limitações importantes para sua ampla utilização. Os elevados custos de fabricação, a necessidade de softwares especializados, equipamentos de impressão tridimensional e equipes treinadas restringem sua disponibilidade, especialmente em hospitais públicos e centros de menor complexidade. Além disso, a produção individualizada demanda tempo adicional, o que pode limitar sua aplicação em situações que exigem reconstrução imediata. Dessa forma, embora representem uma tendência promissora da cirurgia personalizada, os PSI coexistem atualmente com métodos convencionais que continuam apresentando excelentes resultados quando corretamente indicados (Kotecha et al., 2023).

Nesse cenário, a malha de titânio permanece como o biomaterial reconstrutivo mais utilizado mundialmente. Sua elevada biocompatibilidade, resistência mecânica, estabilidade estrutural e facilidade de adaptação justificam sua ampla aceitação na prática clínica. Mesmo diante do avanço dos implantes personalizados, o titânio continua sendo considerado o padrão terapêutico para grande parte das fraturas orbitárias, sobretudo em serviços onde os recursos tecnológicos ainda são limitados. Além disso, sua elevada resistência permite reconstruções extensas envolvendo múltiplas paredes orbitárias, mantendo estabilidade suficiente para suportar o conteúdo intraorbitário durante o processo de cicatrização (Jeyaraj, 2023; Xia et al., 2023).

Jeyaraj (2023) demonstrou a versatilidade das placas de titânio na reconstrução de defeitos complexos do teto orbitário decorrentes de traumatismos graves. O autor descreveu casos em que placas especialmente modeladas permitiram restaurar simultaneamente a proteção intracraniana, o contorno orbitário e a estética facial, proporcionando melhora significativa tanto da função ocular quanto da aparência dos pacientes. Esses resultados reforçam que, quando adequadamente planejadas, as reconstruções utilizando titânio permanecem altamente eficazes, principalmente em defeitos de grande extensão nos quais outros biomateriais apresentam limitações mecânicas.

A incorporação da navegação cirúrgica computadorizada representa outro avanço significativo na reconstrução orbitária, principalmente em defeitos extensos ou envolvendo múltiplas paredes da órbita. Essa tecnologia permite ao cirurgião visualizar, em tempo real, a posição dos instrumentos e do implante em relação ao planejamento virtual previamente elaborado, aumentando a precisão da reconstrução e reduzindo a dependência exclusiva da avaliação anatômica intraoperatória. Em regiões de difícil acesso, como a parede medial e a porção posterior do assoalho orbitário, onde a visualização direta é limitada, a navegação fornece maior segurança durante o procedimento e contribui para o correto posicionamento do material reconstrutivo. Consequentemente, observa-se menor necessidade de ajustes intraoperatórios, redução da duração do procedimento e maior previsibilidade dos resultados anatômicos e funcionais (Xia et al., 2023).

Além de favorecer o posicionamento adequado dos implantes, a navegação computadorizada possibilita a comparação imediata entre a anatomia reconstruída e o planejamento virtual, permitindo a identificação e correção de pequenos desvios antes do encerramento da cirurgia. Esse aspecto apresenta importante impacto clínico, pois irregularidades discretas podem resultar em diferenças volumétricas suficientes para produzir

enofthalmia ou distopia ocular no período pós-operatório. Assim, a utilização da navegação reduz a necessidade de reintervenções e aumenta a confiabilidade do procedimento, especialmente em pacientes com deformidades complexas decorrentes de traumas de alta energia (Xia et al., 2023).

Apesar dos avanços tecnológicos, o enoftalmo permanece como uma das complicações tardias mais frequentemente observadas após fraturas orbitárias. Essa alteração caracteriza-se pelo deslocamento posterior do globo ocular em decorrência do aumento do volume da cavidade orbitária, perda do suporte ósseo e alterações dos tecidos moles intraorbitários. Além do comprometimento estético, o enoftalmo pode ocasionar alterações funcionais importantes, incluindo sensação de afundamento ocular, assimetria facial, alterações palpebrais e desconforto visual. A literatura demonstra que essa condição apresenta etiologia multifatorial, sendo influenciada tanto pela extensão da perda óssea quanto pela atrofia da gordura orbitária, retração cicatricial e alterações da musculatura extraocular (Park, 2023; Xia et al., 2023).

Nesse contexto, Park (2023) investigou a utilização da matriz dérmica acelular reticulada como alternativa para correção do enoftalmo residual em pacientes previamente submetidos à reconstrução orbitária. Os resultados demonstraram melhora da projeção do globo ocular e da simetria facial após a complementação volumétrica dos tecidos moles, evidenciando que, em muitos casos, a reconstrução exclusivamente óssea não é suficiente para restabelecer completamente a anatomia orbital. A utilização desse biomaterial mostrou-se particularmente útil em pacientes com perda significativa de gordura orbitária e retração cicatricial, sugerindo que estratégias combinadas envolvendo reconstrução óssea e reposição volumétrica podem proporcionar melhores resultados estéticos e funcionais (Park, 2023).

Esses achados reforçam a necessidade de compreender o enoftalmo como consequência de múltiplos mecanismos fisiopatológicos. Embora a restauração do volume ósseo permaneça como etapa fundamental do tratamento, alterações dos tecidos moles exercem influência significativa sobre o posicionamento final do globo ocular. Dessa forma, a avaliação pós-operatória deve considerar não apenas a integridade da reconstrução óssea, mas também o comportamento da gordura orbitária, dos músculos extraoculares e dos tecidos perioculares, permitindo identificar precocemente pacientes que possam se beneficiar de procedimentos complementares (Park, 2023).

Outro desfecho amplamente discutido na literatura é a diplopia persistente, considerada uma das principais causas de limitação funcional após traumatismos orbitários. Embora frequentemente presente na fase aguda devido ao edema e às contusões musculares, sua

persistência após a reconstrução pode indicar encarceramento dos músculos extraoculares, fibrose cicatricial, neuropatias traumáticas ou posicionamento inadequado do implante reconstrutivo. A manutenção dessa alteração compromete atividades cotidianas, reduz a qualidade de vida e, muitas vezes, exige tratamento complementar por equipes de oftalmologia especializada (Reddy et al., 2023).

Com o objetivo de padronizar a abordagem desses pacientes, Reddy et al. (2023) propuseram um algoritmo clínico baseado na estratificação das diferentes causas de diplopia pós-traumática. O protocolo considera aspectos clínicos, exames de imagem, testes de motilidade ocular e características anatômicas da reconstrução, permitindo individualizar a conduta terapêutica. Segundo os autores, pacientes corretamente classificados apresentaram maior taxa de recuperação funcional e menor necessidade de reoperações, demonstrando que a investigação sistemática da etiologia da diplopia favorece a seleção do tratamento mais adequado para cada situação clínica (Reddy et al., 2023).

A proposta apresentada por Reddy et al. (2023) evidencia ainda a importância da atuação multidisciplinar no tratamento das fraturas orbitárias. A participação conjunta de cirurgias bucomaxilofaciais, oftalmologistas, radiologistas e cirurgias plásticas permite uma avaliação mais abrangente das alterações funcionais, possibilitando identificar precocemente fatores que podem comprometer a recuperação visual. Essa integração entre diferentes especialidades tem sido apontada como um dos principais fatores responsáveis pela melhora dos resultados clínicos observados nos centros especializados em trauma craniofacial (Reddy et al., 2023).

Além das alterações relacionadas ao posicionamento do globo ocular, lesões ligamentares e palpebrais também exercem importante influência sobre o resultado final da reconstrução orbitária. Embora frequentemente recebam menor atenção durante o atendimento inicial, essas estruturas desempenham papel essencial na manutenção da estética facial e na proteção do globo ocular. A falha no diagnóstico dessas lesões pode resultar em deformidades permanentes que exigem procedimentos reconstrutivos adicionais e aumentam significativamente a morbidade do tratamento (Seo et al., 2023; Naik et al., 2023).

Um exemplo dessa situação foi descrito por Seo et al. (2023), que relataram um caso de telecanto traumático decorrente de diagnóstico tardio da avulsão do tendão cantal medial. A ausência de reconhecimento da lesão durante a fase inicial do tratamento permitiu a consolidação inadequada das estruturas perioculares, resultando em aumento da distância intercantal, importante assimetria facial e necessidade de reconstrução secundária. O relato reforça a importância de uma avaliação clínica minuciosa das estruturas ligamentares durante

o atendimento inicial, principalmente em pacientes com fraturas naso-orbito-etmoidais associadas (Seo et al., 2023).

De maneira semelhante, Naik et al. (2023) demonstraram que lesões complexas envolvendo retração cicatricial da cavidade orbitária e coloboma traumático da pálpebra inferior podem ser tratadas com sucesso por meio de retalho de transposição da pálpebra superior realizado em estágio único. A técnica proporcionou adequada reconstrução palpebral, melhora funcional da proteção ocular e resultados estéticos satisfatórios, reduzindo o número de procedimentos reconstrutivos necessários. Esses achados reforçam que a reconstrução orbitária moderna deve contemplar não apenas o reparo ósseo, mas também a restauração integrada dos tecidos moles perioculares, fundamentais para o sucesso global do tratamento (Naik et al., 2023).

Os estudos analisados também demonstram que a complexidade do trauma inicial influencia diretamente o prognóstico cirúrgico. Fraturas cominutivas, defeitos extensos, envolvimento simultâneo de múltiplas paredes orbitárias e associação com lesões do complexo zigomático-maxilar aumentam significativamente a dificuldade técnica da reconstrução. Nessas situações, a distorção anatômica, a perda de referências ósseas e o maior comprometimento dos tecidos moles tornam o procedimento mais desafiador, exigindo planejamento detalhado e maior experiência da equipe cirúrgica (Govind et al., 2023).

A influência da gravidade do trauma sobre os resultados cirúrgicos foi investigada de forma abrangente por Govind et al. (2023), que analisaram retrospectivamente 164 reconstruções orbitárias com o objetivo de identificar fatores preditores de maior dificuldade intraoperatória e alterações persistentes no pós-operatório. Os autores observaram que pacientes com fraturas extensas, cominutivas ou associadas a múltiplos segmentos do esqueleto facial apresentaram tempo operatório significativamente maior, necessidade de maior manipulação dos tecidos orbitários e maior incidência de alterações funcionais persistentes. Além disso, reconstruções secundárias, atraso na realização da cirurgia e presença de fibrose cicatricial foram fatores independentes associados ao aumento da complexidade técnica do procedimento. Esses achados reforçam a importância da estratificação pré-operatória do risco, permitindo ao cirurgião antecipar possíveis dificuldades e selecionar estratégias reconstrutivas mais adequadas para cada caso (Govind et al., 2023).

Outro aspecto destacado por Govind et al. (2023) refere-se ao valor do planejamento pré-operatório detalhado na redução das complicações intraoperatórias. A utilização sistemática de exames tomográficos tridimensionais, associada à avaliação criteriosa da extensão das fraturas

e das alterações dos tecidos moles, mostrou-se fundamental para a definição da abordagem cirúrgica mais apropriada. Segundo os autores, o conhecimento prévio da localização dos defeitos ósseos, do grau de deslocamento dos fragmentos e da relação destes com estruturas nobres permite reduzir o tempo cirúrgico, minimizar a manipulação intraorbitária e aumentar a previsibilidade dos resultados funcionais e estéticos.

Esses resultados demonstram que a reconstrução orbitária deve ser encarada como um procedimento altamente individualizado, no qual fatores anatômicos, características do trauma, condições sistêmicas do paciente e disponibilidade de recursos tecnológicos precisam ser considerados de forma integrada. Não existe uma única técnica capaz de atender a todas as situações clínicas, sendo necessária a adaptação da estratégia terapêutica de acordo com a complexidade de cada caso. Essa individualização do tratamento constitui um dos principais conceitos defendidos pela literatura contemporânea e representa um dos fatores responsáveis pela melhora progressiva dos resultados observados nos últimos anos (Bharti et al., 2023; Govind et al., 2023).

Quando a reconstrução primária não restabelece adequadamente a anatomia orbitária ou quando o diagnóstico inicial é tardio, torna-se necessária a realização de reconstruções secundárias. Entretanto, essas intervenções apresentam grau de dificuldade significativamente superior ao observado nas reconstruções primárias. A presença de consolidação óssea inadequada, remodelação do esqueleto facial, aderências cicatriciais, retração dos tecidos moles e alterações musculares dificulta a identificação das referências anatômicas, tornando a obtenção de uma reconstrução precisa um grande desafio cirúrgico (Bharti et al., 2023).

Nesse cenário, novas alternativas vêm sendo desenvolvidas para otimizar o tratamento das deformidades tardias. Nuri et al. (2023) relataram a utilização de um dispositivo Halo para auxiliar na reconstrução secundária de deformidades do complexo órbito-zigomático-maxilar. O método permitiu promover distração gradual e reposicionamento controlado dos segmentos ósseos, favorecendo o restabelecimento da simetria facial e da posição orbitária. Embora o estudo tenha sido baseado em uma série limitada de casos, os resultados demonstraram melhora estética significativa e recuperação satisfatória do alinhamento facial, sugerindo que dispositivos de tração gradual podem representar importante recurso terapêutico em reconstruções complexas.

A utilização do Halo Device evidencia uma tendência crescente da cirurgia craniofacial contemporânea: substituir procedimentos extremamente invasivos por técnicas capazes de promover correções graduais e biologicamente mais favoráveis. Em pacientes com

deformidades estabelecidas há vários meses ou anos, a mobilização progressiva dos segmentos ósseos pode reduzir a tensão sobre os tecidos moles, diminuir a necessidade de osteotomias extensas e favorecer melhor adaptação funcional durante o período pós-operatório. Apesar do potencial dessa abordagem, os próprios autores ressaltam que estudos prospectivos com maior número de pacientes ainda são necessários para confirmar sua eficácia e definir critérios precisos para sua indicação clínica (Nuri et al., 2023).

Outro aspecto que merece destaque refere-se à crescente valorização dos resultados estéticos como indicador de sucesso da reconstrução orbitária. Tradicionalmente, a ausência de diplopia e a preservação da acuidade visual eram consideradas os principais parâmetros de avaliação pós-operatória. Entretanto, estudos recentes demonstram que pequenas assimetrias faciais, discretas alterações do contorno orbitário e diferenças milimétricas no posicionamento do globo ocular podem produzir importante impacto psicossocial, afetando autoestima, relações interpessoais e qualidade de vida dos pacientes. Assim, a reconstrução orbitária contemporânea busca simultaneamente excelência funcional e estética, reconhecendo que ambas exercem influência direta sobre a reabilitação global do indivíduo (Bharti et al., 2023).

A satisfação do paciente passou, portanto, a representar um importante desfecho clínico. Além dos parâmetros objetivos obtidos por exames de imagem e avaliações oftalmológicas, diversos autores destacam a necessidade de incorporar instrumentos de qualidade de vida e percepção estética na avaliação dos resultados cirúrgicos. Essa abordagem amplia a compreensão sobre o sucesso terapêutico, considerando não apenas a reconstrução anatômica, mas também a percepção individual do paciente quanto à recuperação de sua aparência e função facial (Bharti et al., 2023; Govind et al., 2023).

Apesar dos avanços observados, a literatura ainda apresenta importantes limitações metodológicas. Grande parte dos estudos disponíveis consiste em séries de casos, relatos clínicos ou estudos retrospectivos com amostras reduzidas, dificultando a comparação direta entre diferentes técnicas reconstrutivas. Além disso, existe considerável heterogeneidade quanto aos critérios utilizados para avaliação dos resultados, incluindo diferentes métodos para mensuração do volume orbitário, avaliação da diplopia, quantificação do enoftalmo e análise da simetria facial. Essa falta de padronização limita a realização de comparações mais robustas e dificulta a elaboração de recomendações clínicas universais (Kotecha et al., 2023).

Outra limitação importante refere-se ao tempo de acompanhamento dos pacientes. Diversos estudos concentram suas avaliações nos primeiros meses após a cirurgia, período em que ainda ocorrem remodelação óssea, reorganização dos tecidos moles e regressão do edema

pós-operatório. Consequentemente, alterações tardias relacionadas ao posicionamento do implante, reabsorção tecidual ou desenvolvimento progressivo de enoftalmo podem não ser completamente identificadas. Estudos longitudinais com acompanhamento superior a cinco anos são necessários para avaliar de maneira mais consistente a estabilidade das reconstruções orbitárias e a durabilidade dos diferentes materiais utilizados (Kotecha et al., 2023; Govind et al., 2023).

Além disso, observa-se escassez de ensaios clínicos randomizados comparando diretamente implantes específicos para o paciente, malhas convencionais de titânio e outros biomateriais atualmente disponíveis. Embora a revisão sistemática de Kotecha et al. (2023) demonstre resultados promissores para os implantes personalizados, os próprios autores destacam que a qualidade metodológica dos estudos incluídos ainda apresenta limitações importantes, principalmente devido ao pequeno tamanho amostral e ao elevado risco de viés de seleção. Dessa forma, novos estudos multicêntricos e prospectivos serão fundamentais para estabelecer evidências mais sólidas sobre a superioridade de cada técnica reconstrutiva.

As perspectivas futuras da reconstrução orbitária apontam para uma integração cada vez maior entre planejamento virtual, inteligência artificial, impressão tridimensional e biomateriais avançados. O desenvolvimento de algoritmos capazes de automatizar o planejamento cirúrgico, prever alterações volumétricas e confeccionar implantes totalmente personalizados tende a aumentar ainda mais a precisão das reconstruções. Paralelamente, o avanço da engenharia tecidual e da medicina regenerativa poderá possibilitar, futuramente, a utilização de biomateriais bioativos capazes de estimular regeneração óssea e integração mais eficiente com os tecidos orbitários, reduzindo complicações e melhorando os resultados em longo prazo (Kotecha et al., 2023; Park, 2023).

De forma geral, a literatura analisada demonstra consenso de que o sucesso da reconstrução orbitária depende da combinação entre diagnóstico precoce, planejamento tridimensional detalhado, seleção adequada do material reconstrutivo e abordagem multidisciplinar. A incorporação de tecnologias como navegação computadorizada, implantes específicos para o paciente e biomateriais de última geração tem aumentado significativamente a previsibilidade dos procedimentos, permitindo reconstruções cada vez mais próximas da anatomia original. Entretanto, o tratamento continua exigindo elevado conhecimento anatômico, experiência cirúrgica e individualização das estratégias terapêuticas, uma vez que cada paciente apresenta características próprias relacionadas ao padrão do trauma, extensão da perda óssea e comprometimento funcional.

CONCLUSÃO

A reconstrução orbitária pós-traumática representa um dos maiores desafios da cirurgia bucomaxilofacial e craniofacial, devido à complexidade anatômica da órbita e à necessidade de restaurar simultaneamente aspectos funcionais e estéticos. A literatura analisada demonstra que o sucesso do tratamento está diretamente relacionado ao diagnóstico precoce, ao planejamento cirúrgico individualizado e à restauração precisa do volume e da anatomia orbitária. A evolução das técnicas reconstrutivas, impulsionada pelo desenvolvimento da tomografia computadorizada, do planejamento virtual tridimensional, da navegação cirúrgica e dos implantes específicos para o paciente, proporcionou avanços significativos na previsibilidade dos resultados, contribuindo para a redução de complicações como enoftalmo, diplopia persistente e deformidades faciais.

Embora a malha de titânio permaneça como o material reconstrutivo mais amplamente utilizado devido à sua biocompatibilidade, resistência mecânica e custo relativamente acessível, os implantes específicos para o paciente têm demonstrado vantagens importantes quanto à precisão anatômica, redução do tempo operatório e melhor restauração do volume orbitário. Entretanto, fatores como custo elevado, necessidade de infraestrutura tecnológica especializada e disponibilidade limitada ainda restringem sua aplicação rotineira em muitos centros hospitalares.

Os estudos revisados também evidenciam que a reconstrução orbitária deve ir além da correção dos defeitos ósseos, contemplando a avaliação e o tratamento das alterações dos tecidos moles, da motilidade ocular e das estruturas ligamentares perioculares. A abordagem multidisciplinar envolvendo cirurgiões bucomaxilofaciais, oftalmologistas, radiologistas e cirurgiões plásticos mostrou-se fundamental para otimizar os resultados funcionais e estéticos, especialmente em casos complexos e reconstruções secundárias.

Apesar dos avanços observados, permanecem desafios importantes relacionados à padronização das técnicas cirúrgicas, à comparação entre diferentes materiais reconstrutivos e à avaliação dos resultados em longo prazo. A predominância de estudos retrospectivos, séries de casos e amostras reduzidas evidencia a necessidade de pesquisas prospectivas, multicêntricas e com maior rigor metodológico, capazes de fornecer evidências mais consistentes sobre a efetividade das diferentes abordagens terapêuticas.

Dessa forma, conclui-se que a reconstrução orbitária pós-traumática encontra-se em constante evolução, acompanhando os avanços tecnológicos e o desenvolvimento da cirurgia

personalizada. A incorporação de ferramentas digitais, biomateriais de última geração e métodos de planejamento assistidos por computador tende a aumentar ainda mais a precisão das reconstruções, favorecendo melhores resultados clínicos e estéticos. Nesse cenário, a atualização contínua dos profissionais e a produção de evidências científicas de alta qualidade serão determinantes para o aperfeiçoamento das condutas terapêuticas e para a melhoria da qualidade de vida dos pacientes acometidos por traumatismos orbitários.

REFERÊNCIAS

1. BHARTI, P.; GUPTA, H.; KUMAR, A. Treatment of post-traumatic facial deformities. *Journal of Maxillofacial and Oral Surgery*, v. 22, n. 4, p. 972-978, 2023. DOI: 10.1007/s12663-023-01892-w.
2. GOVIND, A.; DEMIREL, S.; LEE, K.; AMUNDSON, M.; BELL, R. B.; DIERKS, E. Predictors of intraoperative difficulty and postoperative examination abnormalities in 164 orbital operations. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, v. 81, n. 11, p. 1360-1371, 2023. DOI: 10.1016/j.joms.2023.08.171.
3. JEYARAJ, P. Successful management of post-traumatic residual orbital roof defects with cosmetic disfigurement and functional deficits using innovative titanium plate orbitoplasty. *Journal of Maxillofacial and Oral Surgery*, v. 22, n. 4, p. 1040-1051, 2023. DOI: 10.1007/s12663-022-01744-z.
4. KOTECHA, S.; FERRO, A.; HARRISON, P.; FAN, K. Orbital reconstruction: a systematic review and meta-analysis evaluating the role of patient-specific implants. *Oral and Maxillofacial Surgery*, v. 27, n. 2, p. 213-226, 2023. DOI: 10.1007/s10006-022-01074-x.
5. NAIK, M. N.; BANSAL, O.; PALO, M.; YASHWANTH, B. Single-stage upper eyelid switch flap for the repair of post-traumatic contracted socket and lower eyelid coloboma. *Orbit*, v. 42, n. 2, p. 189-191, 2023. DOI: 10.1080/01676830.2021.1974058.
6. NURI, T.; ASAKA, A.; UEDA, K. Secondary reconstruction of late deformities of the orbitozygomatocomaxillary complex using a Halo device. *Journal of Craniofacial Surgery*, v. 34, n. 7, p. e713-e715, 2023. DOI: 10.1097/SCS.00000000000009676.
7. PARK, T. H. Effectiveness of cross-linked acellular dermal matrix to correct post-traumatic enophthalmos. *Journal of Craniofacial Surgery*, v. 34, n. 5, p. e449-e451, 2023. DOI: 10.1097/SCS.00000000000009290.
8. REDDY, S. K.; COLAKOGLU, S.; YOON, J. S.; BHOOPALAM, M.; MERBS, S. L.; MANSON, P. N.; GRANT, M. P. Treatment of persistent post-traumatic diplopia: an algorithmic approach to patient stratification and operative management. *Craniofacial Trauma & Reconstruction*, v. 16, n. 2, p. 89-93, 2023. DOI: 10.1177/19433875221083084.

9. SEO, M. G.; CHUNG, K. J.; KIM, Y. H. Post-traumatic telecanthus induced by a missed diagnosis of avulsion fracture of the medial canthal tendon. *Journal of Craniofacial Surgery*, v. 34, n. 4, p. e406-e408, 2023. DOI: 10.1097/SCS.00000000000009340.
10. XIA, L.; GAO, C.; GONG, X.; ZHANG, Y.; HE, Y.; AN, J. Comparison of postoperative enophthalmos between fresh and delayed unilateral orbital fractures after orbital reconstruction with titanium mesh using computer-assisted navigation. *Journal of Craniofacial Surgery*, v. 34, n. 2, p. 663-668, 2023. DOI: 10.1097/SCS.00000000000009029.