



Brazilian Journal of OTORHINOLARYNGOLOGY

www.bjorl.org



ARTIGO ORIGINAL

Computed tomography based analysis of the lamina papyracea variations and morphology of the orbit concerning endoscopic surgical approaches[☆]



Gülay Açar ^{a,*}, Mustafa Büyükmumcu ^a e İbrahim Güler ^b

^a Necmettin Erbakan University, Meram Faculty of Medicine, Department of Anatomy, Konya, Turquia

^b Selcuk University, Faculty of Medicine, Department of Radiology, Konya, Turquia

Recebido em 5 de março de 2018; aceito em 17 de abril de 2018

Disponível na Internet em 26 de julho de 2019

KEYWORDS

Computed tomography;
Endoscopic approach;
Lamina papyracea;
Orbital morphometry;
Reconstructive surgery

Abstract

Introduction: Radiologic evaluation is mandatory to assess the type of endoscopic approach concerning sinonasal pathology and reconstruction of fractured defects before any treatment modalities are instituted related to medial wall of the orbit.

Objective: The goal was to provide improved understanding of the lamina papyracea variations and the relationship with the orbital morphometry.

Methods: This retrospective study was performed using computed tomography scans of 200 orbits and results were compared with respect to age, sex, laterality and LP variations.

Results: Lamina papyracea variations were categorized as type A, 80.5% (161/200); type B, 16% (32/200); type C, 3.5% (7/200). For medial wall the anterior and posterior lamina papyracea heights and angles were found as 17.14 mm, 147.88° and 9.6 mm, 152.72°, respectively. Also, the length of the lamina papyracea, the mean area of the orbital floor, medial wall, lamina papyracea and orbital entrance were 33.3 mm, 7.2 cm², 6.89 cm², 4.51 cm² and 12.46 cm² respectively. The orbital height and width were measured as 35.9 mm and 39.2 mm respectively. The mean orbital cavity depth was 46.3 mm from optic foramen to the orbital entrance and the orbital volume was 19.29 cm³. We analyzed the morphometric measurements tending to increase with aging and greater in men and the relationship of them with lamina papyracea types.

DOI se refere ao artigo: <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2018.04.008>

[☆] Como citar este artigo: Açar G, Büyükmumcu M, Güler İ. Computed tomography based analysis of the lamina papyracea variations and morphology of the orbit concerning endoscopic surgical approaches. Braz J Otorhinolaryngol. 2019;85:551–9.

* Autor para correspondência.

E-mail: gulayzeynep73@gmail.com (G. Açar).

A revisão por pares é da responsabilidade da Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial.

PALAVRAS-CHAVE

Tomografia
computadorizada;
Abordagem
endoscópica;
Lamina papirácea;
Morfometria orbital;
Cirurgia
reconstrutora

Conclusion: Precise knowledge of the lamina papyracea anatomy using computed tomography is essential for safer and more effective surgery and preforming the dimensions of an implant. In this way, the postoperative complications can be decreased and the best outcome can be provided.

© 2019 Published by Elsevier Editora Ltda. on behalf of Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Análise tomográfica das variações da lâmina papirácea e da morfologia orbital em abordagens cirúrgicas endoscópicas

Resumo

Introdução: A avaliação radiológica é mandatória para avaliar o tipo de abordagem endoscópica no tratamento cirúrgico de doença nasossinusal e na reconstrução de fraturas antes de quaisquer modalidades de tratamento relacionadas à parede medial orbital.

Objetivo: O objetivo foi proporcionar uma melhor compreensão das variações da lâmina papirácea e a relação com a morfometria orbital.

Método: Este estudo retrospectivo foi realizado por meio de tomografia computadorizada de 200 órbitas, e os resultados foram comparados em relação à idade, sexo, lateralidade e variações da lâmina papirácea.

Resultados: As variações da lâmina papirácea foram categorizadas como tipo A, 80,5% (161/200); tipo B, 16% (32/200); tipo C, 3,5% (7/200). Para a parede medial, as medidas das alturas anteriores e posteriores da lâmina papirácea e ângulos foram de 17,14 mm, 147,88° e 9,6 mm, 152,72°, respectivamente. Além disso, as medidas do seu comprimento da, da área média do assoalho orbital, e da parede medial, lâmina papyracea e entrada orbital foram: 33,3 mm, 7,2 cm², 6,89 cm², 4,51 cm² e 12,46 cm², respectivamente. As medidas da altura e da largura orbitais foram 35,9 mm e 39,2 mm, respectivamente. A profundidade média da cavidade orbital foi de 46,3 mm, do forame óptico até a entrada orbital, e o volume orbital foi de 19,29 cm³. Analisamos as medidas morfométricas com tendência a aumentar com o envelhecimento e nos indivíduos do sexo masculino, e a relação das mesmas com os tipos de lâmina.

Conclusões: O conhecimento preciso da anatomia da lâmina papirácea por meio de tomografia computadorizada é essencial para uma cirurgia mais segura e eficaz, além de permitir pré-moldar as dimensões do implante. Assim, as complicações pós-operatórias podem ser minimizadas, obtendo-se melhores resultados.

© 2019 Publicado por Elsevier Editora Ltda. em nome de Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Introdução

A lâmina papirácea (LP) é o ponto mais fraco da parede medial da órbita, forma uma linha que conecta os seios paranasais à órbita. Além disso, os forames etmoidais ao longo da LP são parâmetros anatômicos essenciais em situações de emergência, permitem a passagem transversal das artérias etmoidais para as células etmoidais.¹ Durante intervenções cirúrgicas, como por exemplo nas reconstruções e abordagens endoscópicas, o sucesso da estratégia e do planejamento cirúrgico depende principalmente do conhecimento detalhado do cirurgião sobre as variações da LP e da localização dos forames etmoidais, proporciona menor tempo de cirurgia e evita complicações.²⁻⁴

Durante a cirurgia endoscópica nasossinusal (CENS), essencial para o tratamento cirúrgico da rinossinusite crônica e para a remoção de doenças nasossinuais, pode

ocorrer uma lesão acidental da LP.^{4,5} O conhecimento preciso da localização da LP de acordo com a inserção da concha nasal inferior (CNI) à parede nasal lateral é essencial para evitar a penetração orbitária.⁴ Como consequência à penetração da LP, podem ocorrer equimose periorbital ou enfisema, hematoma venoso orbital, lesão do músculo reto medial e cegueira. Além disso, CENS revisionais podem ser necessárias em decorrência de células etmoidais residuais não acessadas no nível da LP, consequência do conhecimento insuficiente da anatomia nasossinusal radiológica e endoscópica.^{4,6}

Por sua vez, a reconstrução é indicada em casos de perda da acuidade visual, diplopia com aprisionamento do músculo extraocular, grandes defeitos ósseos, enoftalmia e complicações estéticas.^{7,8} O *strut* ífero medial (IMS, do inglês *Inferomedial Strut*), o forame etmoidal anterior (FEA) e forame etmoidal posterior (FEP), os quais podem

Tabela 1 Definições de medidas da morfometria orbital

	Definições
Altura da entrada orbital	Distância do canal infraorbital à borda orbital superior
Largura da entrada orbital	Distância da sutura frontoetmoidal ao ponto médio da borda lateral
Profundidade da cavidade orbital	Distância do FO ao plano que passa através da EO
Área de entrada orbital	Corresponde à área de um polígono octogonal, formado por marcos anatômicos; forame supraorbital, sutura frontoetmoidal, forame infraorbital, sutura zigomática frontal e os pontos médios entre eles.
Área do assoalho orbital	Corresponde à área triangular do FO ao plano que passa através da EO
Área da parede medial da órbita	Corresponde à área triangular do FO ao plano que passa através da EO
Altura da parede medial e anterior orbital e ângulo inferomedial	Distância do FEA à sutura etmoidal-maxilar e ângulo inferomedial entre as paredes medial e inferior orbitais
Altura da parede medial e posterior orbital e ângulo inferomedial	Distância do FEA à sutura etmoidal-maxilar e ângulo inferomedial entre as paredes orbitárias medial e inferior
Comprimento da lâmina papiácea	Distância da crista lacrimal posterior ao ponto de junção entre os seios esfenoidal e etmoidal

ser identificados pela TC no plano coronal, são importantes parâmetros cirúrgicos para um reparo combinado de defeitos ósseos orbitais.^{1,9} As fraturas orbitais combinadas que envolvem o IMS representam uma dificuldade de colocação do material de implante na cirurgia de reconstrução. Além disso, uma exposição cirúrgica e acesso adequados, um implante com tamanho e forma apropriados são essenciais para aumentar o sucesso da técnica cirúrgica.^{10,11} Adicionalmente, a falta de maleabilidade dos implantes espessos, a proximidade do implante às estruturas orbitais vitais e a estimativa incorreta das dimensões do implante podem causar complicações pós-operatórias significativas, como enoftalmia, neuropatia óptica secundária ao impacto do implante, enfisema orbital e hemorragia.^{7,10,11}

Com a reconstrução multiplanar (RMP), pode-se obter o conhecimento detalhado da anatomia normal da órbita óssea e da relação com as estruturas vizinhas.^{12,13} A descrição radiológica do tamanho e da morfologia da parede medial orbital na TC é essencial para orientar o cirurgião no diagnóstico e na tomada de decisão sobre a abordagem cirúrgica adequada e a previsão do resultado.¹³

Neste estudo, nos concentramos nas variações da LP e na morfometria da parede medial orbital do ponto de vista de uma cirurgia endoscópica sinusal e reconstrução de fraturas. Para entender muito bem a parede medial orbital, medimos um conjunto de parâmetros angulares e lineares com imagens de RMP facial. Em particular, analisamos a relação desses parâmetros morfométricos com as variações da LP. Assim, a análise da TC desses parâmetros poderá ser útil ao cirurgião no planejamento pré-operatório, evita a penetração acidental da LP.

Método

Este estudo retrospectivo foi aprovado por nosso comitê de ética local sob o número de aprovação 2016/539. Foi feito por meio de imagens tomográficas faciais (orbitais e paranasais) de 100 pacientes, com de 18 a 90 anos, que recorreram ao departamento de radiologia para fins clínicos

entre setembro de 2015 e julho de 2016. Foram excluídos os pacientes que apresentavam fratura orbital, seios paranasais com doenças deformantes, que danificassem os contornos ósseos orbitários, deformidades congênitas e a orbitopatia de Graves.

Todos os pacientes foram avaliados com tomógrafo digital de 128 cortes (Siemens, parâmetros de imagem: Kv = 120; mA = 160; tempo de rotação, 0,5s; colimação, 128 × 0,625; FOV = 220 mm). Imagens de RMP (imagens coronais e sagitais associadas de 1 mm de espessura de corte) foram geradas com base nas imagens axiais obtidas com um espessamento de seção de 0,625 mm. De acordo com um protocolo prévio de Syngo Via (Siemens, Alemanha), as imagens da TC foram reconstruídas e analisadas pelos dois pesquisadores da equipe (um radiologista e um anatomista). Além disso, também foram avaliados todos os resultados em relação à sua acurácia. Os pacientes consistiram em 23 mulheres (43%) e 77 homens (57%), com mediana de 48,60 ± 12,32 anos para mulheres e 37,36 ± 15,24 para homens. Dividimos os pacientes em três grupos etários: Grupo 1 (18-39 anos) incluiu 94 órbitas, Grupo 2 (40-59 anos) incluiu 78; Grupo 3 (60-90 anos) incluiu 28. A descrição dos marcos anatômicos usados para as medidas é mostrada na [tabela 1](#).

Determinamos o FEA e o FEP e medimos o comprimento da LP entre eles no plano axial ([fig. 1A](#)). Então, no plano coronal dessas posições, medimos as alturas anterior e posterior da LP como a distância do FEA e do FEP até o *strut* inferomedial (IMS), que é a junção entre a parede medial e o assoalho orbital. Além disso, foram medidos os ângulos inferomediais anterior e posterior no IMS ([figs. 1B e 2](#)). Por outro lado, consideramos o formato da LP como trapézioide e calculamos a área da LP com a fórmula; comprimento da LP/2 × (altura da LP anterior + altura da LP posterior). Além disso, analisamos os tipos de posição da LP relacionados à inserção da CNI na parede nasal lateral ([fig. 3](#)). O eixo vertical estava na inserção da CNI no plano coronal. Classificamos a LP em três tipos, como mostrado a seguir, com base na classificação de Herzaallah et al.⁴ de tipos de LP:

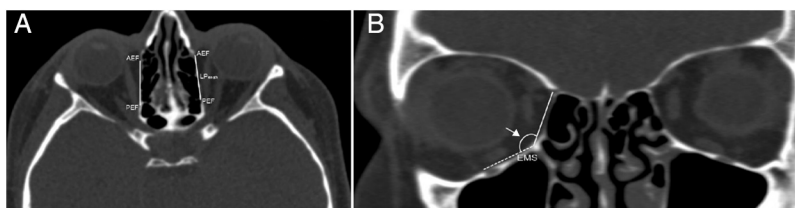


Figura 1 (A) Imagem axial identifica a localização do forame etmoidal anterior (FEA) e forame etmoidal posterior (FEP) e mostra a medida do comprimento da lâmina papirácea (LP_{comp}); (B) Imagem coronal mostra a altura da lâmina papirácea anterior (LP_{alt}) do forame etmoidal anterior até a sutura etmoidal-maxilar (SEM) e o ângulo inferomedial anterior (seta) entre as paredes medial e inferior da órbita.

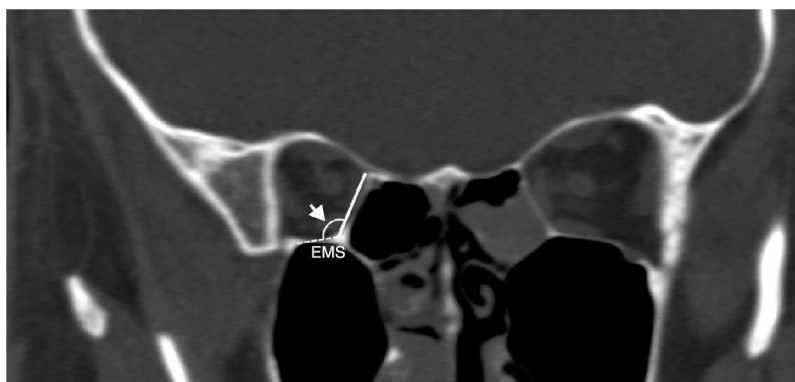


Figura 2 Imagem coronal mostra a altura da lâmina papirácea posterior (LP_{alt}) do forame etmoidal posterior à sutura etmoidal-maxilar (SEM) e o ângulo inferomedial posterior (seta) entre as paredes medial e inferior da órbita.

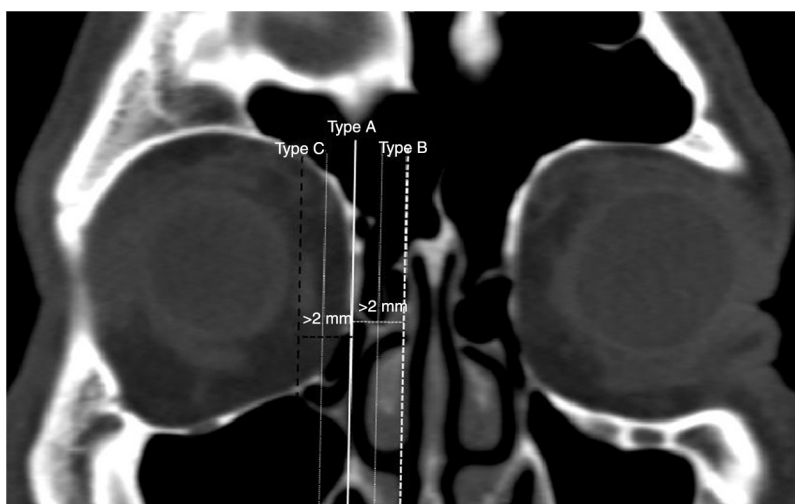


Figura 3 Imagem coronal mostra as variações da lâmina papirácea relacionadas à inserção da concha nasal inferior (eixo vertical branco) à parede nasal lateral. Tipo A (eixo pontilhado branco e fino); localizado até 2 mm em cada lado do eixo vertical; Tipo B (eixo pontilhado branco e grosso); medial ao eixo em > 2 mm; Tipo C (eixo pontilhado preto e grosso); lateral ao eixo em > 2 mm.

- Tipo A, até 2 mm em cada lado do eixo vertical;
- Tipo B, medial ao eixo em > 2 mm;
- Tipo C, lateral ao eixo em > 2 mm.

A interseção dos eixos “x” e “y” estava no forame orbital (FO) e o eixo vertical que passava ao longo do músculo reto medial, no plano axial (fig. 4A). Medimos a área da parede medial nessa posição no plano sagital (fig. 4B). Em seguida, a interseção dos eixos foi localizada no FO e o eixo

horizontal que passava ao longo do músculo reto inferior no plano sagital (fig. 5A). Medimos a área da parede inferior nessa posição no plano axial (fig. 5B).

Além disso, objetivamos descrever a morfometria e geometria da órbita do ponto de vista de uma cirurgia endoscópica reconstrutiva e fornecer um conhecimento detalhado sobre o tamanho e o formato do implante. Construímos um polígono octogonal nas bordas orbitais, especificamos oito marcos anatômicos e medimos a área da

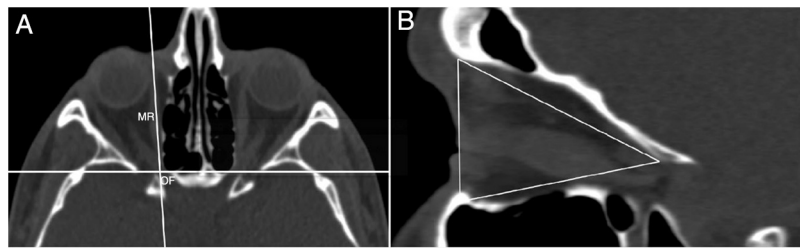


Figura 4 (A) Imagem axial mostra a identificação do forame orbital (FO) e do músculo reto medial (RM). (B) Medida da área da parede medial no plano sagital da posição axial.

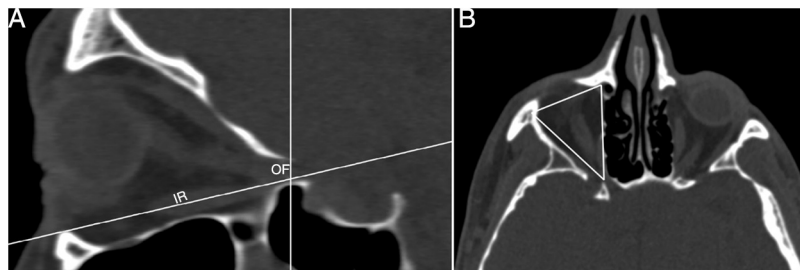


Figura 5 (A) Imagem sagital mostra a identificação do forame orbital (FO) e do músculo reto inferior (RI). (B) Medida da área do assoalho orbital no plano axial da posição sagital.

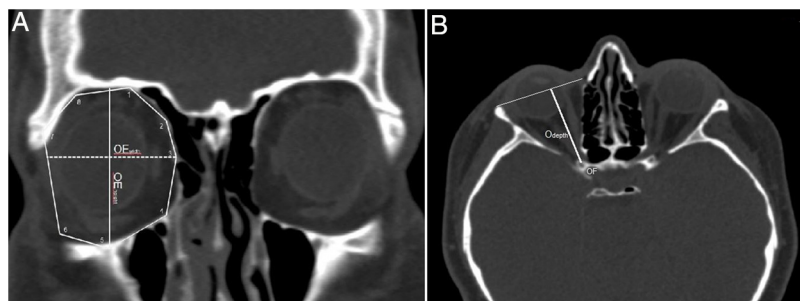


Figura 6 Reconstrução multiplanar das imagens de TC mostra as medidas morfométricas em relação à entrada orbital e profundidade orbital. (A) Os pontos anatômicos da borda orbital foram identificados na entrada orbital em formato de polígono octogonal no plano coronal: 1 forame supraorbital, 3 suturas frontoetmoidais e 2 pontos médios entre elas, 4 suturas etmoidal-maxilares, 5 forâmens infraorbitais, 7 suturas zigomáticas frontais e 6 pontos médios entre elas, 8 pontos médios entre a sutura zigomática frontal e o forame supraorbital. A área desse polígono octogonal foi medida como área da entrada orbital. Altura da entrada orbital (EO_{alt}) do forame infraorbital até o ponto médio da borda orbital superior e largura da entrada orbital (EO_{larg}) da sutura frontal-etmoidal até o ponto médio da borda orbital lateral. (B) A profundidade orbital foi considerada como a medida horizontal do forame orbital (FO) até a entrada orbital.

entrada orbital (EO). Esses marcos das bordas orbitais, que eram visualmente identificáveis e similares aos parâmetros morfométricos em estudos anteriores, incluíram forame supraorbital superior, sutura frontoetmoidal medial, forame infraorbital inferior, sutura frontozigomática lateral e pontos médios entre eles (fig. 6A). Além disso, a medida vertical entre o canal infraorbital e a borda orbital superior e a medida horizontal da sutura frontoetmoidal até o ponto médio da borda lateral foram tomadas como altura e largura da EO, respectivamente (fig. 6A). Por outro lado, o nervo óptico foi visto como ininterrupto no plano axial e a profundidade da cavidade orbital do FO ao plano que passa através da EO foi medida (fig. 6B). Consideramos a órbita como um compartimento ósseo em formato de pirâmide octogonal e calculamos o volume orbital com a fórmula; $1/3 \times \text{área EO} \times \text{profundidade orbital}$.

Por outro lado, comparamos os valores das medidas em relação a idade, sexo, lateralidade e tipos de LP. O *software* SPSS 22 (SPSS, Inc., Chicago, IL, EUA) foi usado na análise estatística. Para as comparações estatísticas, foram usados os testes qui-quadrado, teste *t* e análise de variância (Anova) unidirecional. O nível de significância foi estabelecido em $p < 0,05$.

Resultados

A medida do comprimento médio da LP foi de $33,3 \pm 2,9$ mm. Calculamos a área média da LP trapezoide como $4,51 \pm 0,81$ cm². Os comprimentos médios da altura anterior e posterior da LP no nível do FEA e do FEP no exame coronal foram de $17,4 \pm 2,7$ mm e $9,6 \pm 2,5$ mm, respectivamente.

Tabela 2 Distribuição da comparação de medidas morfométricas entre o sexo feminino e o masculino

Medidas morfométricas	Feminino	Masculino	Total
	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP
Altura da entrada orbital (mm)	35,0 ± 1,3 ^b	36,2 ± 1,8 ^b	35,9 ± 1,7
Largura da entrada orbital (mm)	38,5 ± 1,6 ^a	39,4 ± 2,1 ^a	39,2 ± 2,0
Área da entrada orbital (mm ²)	1205 ± 66 ^b	1258 ± 67 ^b	1246 ± 70
Profundidade da cavidade orbital (mm)	45,5 ± 2,4 ^a	46,5 ± 2,0 ^a	46,3 ± 2,2
Volume orbital (mm ³)	1878 ± 167 ^b	1997 ± 150 ^b	1929 ± 161
Área do assoalho orbital (mm ²)	659 ± 57 ^b	698 ± 57 ^b	689 ± 59
Área da parede medial da órbita (mm ²)	688 ± 56 ^b	730 ± 59 ^b	720 ± 60
Altura da parede medial da órbita (mm)			
Anterior	16,2 ± 3,4 ^a	17,6 ± 2,4 ^a	17,4 ± 2,7
Posterior	9,0 ± 2,5 ^a	9,8 ± 2,4 ^a	9,6 ± 2,5
Ângulo inferomedial orbital (°)			
Anterior	147,82 ± 8,45	147,89 ± 7,28	147,88 ± 7,54
Posterior	151,92 ± 8,11	152,96 ± 10,02	152,72 ± 9,61
Comprimento da lâmina papirácea (mm)	32,5 ± 2,9 ^a	33,5 ± 2,9 ^a	33,3 ± 2,9
Área da lâmina papirácea (mm ²)	418 ± 75 ^a	460 ± 81 ^a	451 ± 81

Média ± desvio-padrão.

Teste *t* não pareado.^a *p* < 0,05;^b *p* < 0,001.**Tabela 3** Comparações das medidas morfométricas entre os três grupos etários

Medidas morfométricas	Total	18–39 A	40–59 A	60–90 A
Altura da entrada orbital (mm)	35,9 ± 1,7	35,3 ± 3,0 ^a	36,4 ± 2,1 ^a	36,1 ± 0,6
Largura da entrada orbital (mm)	39,2 ± 2,0	38,8 ± 2,3 ^a	39,4 ± 0,6 ^a	39,0 ± 0,4
Área da entrada orbital (mm ²)	1246 ± 70	1185 ± 11	1266 ± 11	1254 ± 20
Profundidade da cavidade orbital (mm)	46,3 ± 2,2	45,7 ± 1,2 ^a	46,4 ± 1,0 ^a	46,2 ± 0,3
Volume orbital (mm ³)	1929 ± 161	1851 ± 13	1957 ± 14	1933 ± 20
Área do assoalho orbital (mm ²)	689 ± 59	673 ± 10 ^a	699 ± 46 ^a	686 ± 64
Área da parede medial da órbita (mm ²)	720 ± 60	689 ± 39 ^a	726 ± 17 ^a	710 ± 48
Anterior	17,4 ± 2,7	16,4 ± 1,0 ^a	17,7 ± 1,2 ^a	17,5 ± 1,5
Posterior	9,6 ± 2,5	9,5 ± 3,3	10,1 ± 0,3	9,8 ± 0,7
Anterior	147,88 ± 7,54	148,70 ± 14,6	147,39 ± 13,6	147,33 ± 21,0
Posterior	152,72 ± 9,61	152,88 ± 3,70	152,56 ± 10,3	152,45 ± 3,81
Comprimento da lâmina papirácea (mm)	33,3 ± 2,9	33,7 ± 3,5	33,5 ± 3,5	33,0 ± 2,6
Área da lâmina papirácea (mm ²)	451 ± 81	460 ± 32	455 ± 68	446 ± 10

Anova.

^a *p* < 0,05.

As medidas médias angulares inferomediais, inclusive os níveis do FEA e FEP, foram de 147,88° ± 7,54° e 152,72° ± 9,61°, respectivamente. Os valores médios das áreas da parede medial e inferior foram 7,20 ± 0,6 cm² e 6,89 ± 0,59 cm², respectivamente. Os valores médios da altura, largura e área da EO foram 35,9 ± 1,7 mm, 39,2 ± 2,0 mm e 12,46 ± 0,70 cm², respectivamente. Os valores médios da profundidade e volume orbitais foram 46,3 ± 2,2 mm e 19,29 ± 1,61 cm³, respectivamente. Todos os valores das medidas morfométricas mostraram diferenças significativas quanto ao sexo e à idade, como mostrado nas tabelas 2 e 3, embora não tenha havido diferença estatisticamente significativa entre os lados direito e esquerdo. Na [tabela 2](#), demonstramos que todos os valores medidos foram maiores em homens do que em mulheres, com diferenças estatisticamente

significantes, exceto os resultados angulares. Os resultados das medições indicaram que os indivíduos da primeira e segunda faixas etárias apresentaram diferenças estatisticamente significantes na altura, largura e profundidade orbitais, áreas da parede medial e inferior e altura da LP anterior, como mostrado na [tabela 3](#).

A distribuição das 200 LP foi categorizada da seguinte forma; Tipo A, 80,5% (161/200); Tipo B, 16% (32/200); Tipo C, 3,5% (7/200). Não houve diferenças estatisticamente significantes nas prevalências em relação ao sexo, idade e lateralidade. Além disso, analisamos a relação entre as medidas morfométricas e os tipos de LP. Como visto na [tabela 4](#), todos os valores médios, exceto a profundidade orbital e o comprimento da LP, foram menores no Tipo C, enquanto a área da parede inferior, altura anterior e

Tabela 4 Associação entre as medidas morfométricas e os tipos de localização da lâmina papirácea

Medidas morfométricas	Tipo de inserção LP-CNI		
	Tipo A	Tipo B	Tipo C
Altura da entrada orbital (mm)	36,0 ± 1,8 ^a	35,7 ± 1,3	34,8 ± 2,4 ^a
Largura da entrada orbital (mm)	39,5 ± 1,9 ^a	39,2 ± 1,8	38,2 ± 4,3 ^a
Área da entrada orbital (mm ²)	1267 ± 68	1244 ± 66	1225 ± 128
Profundidade da cavidade orbital (mm)	46,3 ± 2,1	45,9 ± 2,5	46,9 ± 1,9
Volume orbital (mm ³)	1943 ± 154	1924 ± 177	1923 ± 257
Área do assoalho orbital (mm ²)	694 ± 55 ?	670 ± 73	646 ± 53 ^a
Área da parede medial da órbita (mm ²)	725 ± 61	710 ± 49	701 ± 71
Altura da parede medial da órbita (mm)			
Anterior	17,4 ± 2,8	17,7 ± 2,2 ^a	15,7 ± 1,7 ^a
Posterior	9,6 ± 2,6	9,8 ± 1,9 ^a	9,0 ± 2,1 ^a
Ângulo inferomedial orbital (°)			
Anterior	147,51 ± 7,55	150,87 ± 6,78 ^a	142,73 ± 6,77 ^a
Posterior	152,66 ± 10,11	152,71 ± 7,46	152,17 ± 6,75
Comprimento da lâmina papirácea (mm)	33,4 ± 2,9	32,2 ± 2,8 ^a	34,9 ± 3,4 ^a
Área da lâmina papirácea (mm ²)	453 ± 84	444 ± 73	431 ± 54

Tipo A, lâmina papirácea localizada ≤ 2 mm em cada lado da inserção da concha nasal inferior; Tipo B, inserção da concha nasal medial a inferior > 2 mm; Tipo C, inserção de concha nasal lateral a inferior > 2 mm.

Média ± desvio-padrão.

Anova.

^a $p < 0,05$.

posterior da LP, o ângulo inferomedial anterior e comprimento da LP mostraram diferenças estatisticamente significantes entre os tipos B e C.

Discussão

A parede medial orbital contribui significativamente para manter o volume orbital e as fraturas deslocadas ou combinadas e a perfuração da LP resultam em risco de enoftalmos. Os entalhes na LP, que podem ser identificados na imagem coronal de TC, são uma boa referência para a posição e orientação das artérias etmoidais.^{1,10,14} Para a remoção das doenças nos seios paranasais e reconstrução da anatomia orbital normal, a tomografia computadorizada é a principal técnica usada para visualizar as variações ou deiscência da LP e para localizar células aéreas etmoidais e o seio maxilar hipoplásico.^{4,8,14} Além disso, a RMP permite observar os ossos craniofaciais sob vários ângulos e avaliar as doenças nasossinusais e fraturas complexas com fragmentos sobrepostos ou deslocamento mínimo.^{15,16} A identificação através da TC da aparência normal da anatomia da LP permite a avaliação das metas da CENS e da cirurgia reconstrutiva, inclusive o planejamento cuidadoso, o uso de abordagem cirúrgica adjunta, ressecção eficiente das células aéreas etmoidais na LP, evita sua lesão, e dimensões adequadas do implante.¹⁷ Nos estudos anatômicos radiológicos, os parâmetros anatômicos das paredes orbitais, a área e o volume da cavidade orbital foram analisados para orientar o cirurgião na escolha de uma abordagem endoscópica adequada e para evitar complicações cirúrgicas.^{12,14,18,19}

Muitos problemas clínicos, inclusive polipose nasal, seio maxilar hipoplásico, uncinectomia, antrostomia do meato médio, epistaxe grave, descompressão e reconstrução

orbitais, podem requerer uma abordagem cirúrgica endoscópica na LP.^{2,4} Durante a CENS, uma penetração inesperada da LP, que fica logo acima da antrostomia maxilar, juntamente com a periórbita, pode causar complicações orbitais, como hemorragia maciça, hematoma orbital, cegueira e neuropatia óptica.^{4,5,14} Shigeta et al. relataram uma prevalência de 5,8% de lesão na LP em seu estudo prospectivo.⁵ Há relatos de diferentes graus de polipose nasal que afetam até 4% da população, observa-se que pólipos maiores representam um fator de risco durante a CENS.⁶ Além disso, Gore et al. demonstraram que as células aéreas etmoidais residuais na LP foram identificadas em 79% dos pacientes na CENS de revisão.²⁰ Portanto, a identificação radiológica das posições da LP a partir da perspectiva da abordagem endoscópica pode ser de grande ajuda na remoção eficiente das células aéreas etmoidais na LP, evita a penetração. Além disso, também pode fornecer uma base para futuros estudos para identificar variações na LP associadas a maior risco de lesão ou doença residual.^{4,6,14}

Na literatura, a prevalência das fraturas puras da parede medial orbital foi maior do que as fraturas de assoalho, com uma proporção em torno de 1,8:1.^{11,21} Embora o ponto mais fraco da parede medial seja a LP, os septos ósseos entre as células etmoidais, as quais aparecem em forma de favo de mel, apoiam a LP contra as forças do trauma. No entanto, as fraturas combinadas da parede orbital ocorrem principalmente no IMS e causam a perda do apoio ósseo interno.^{1,11} Além disso, cirurgiões reconstrutores podem ser confrontados com pacientes difíceis, como casos que envolvem fraturas complexas, e a reconstrução de grandes defeitos apresenta desafios. A discrepância significativa entre o formato do implante e a forma anatômica normal da parede orbital em fraturas, inclusive o IMS, pode resultar em redução

insuficiente do volume orbital.^{7,10,21} Por outro lado, o FEA e o FEP, no nível da sutura frontoetmoidal, podem servir como referência anatômica vital para a colocação adequada do implante. Como resultado da redução e reconstrução imprecisas das paredes orbitárias, podem ocorrer complicações residuais, como enftalmia, diplopia, hemorragia retrobulbar resultante da lesão da artéria etmoidal posterior e enfisema orbital.^{7,10,11} Assim, a cirurgia de revisão para tratar essas complicações é necessária, antes que ocorram sequelas. Para evitar essas complicações, é necessário conhecer a morfometria orbital linear e angular, inclusive o IMS.⁷ Como a parede medial orbital pode ser fraturada facilmente e a LP é mais usada na abordagem endoscópica endonasal, o conhecimento das dimensões anatômicas da parede medial aumenta a taxa de sucesso da técnica cirúrgica e minimiza as complicações iatrogênicas.²²

O FEA e o FEP, como um entalhe na parede medial orbital, foram usados para identificar as dimensões da LP. Além disso, esses parâmetros podem ser usados na confirmação da margem posterior da fratura, o que é crucial para evitar a enftalmia residual devido à colocação inadequada do implante.^{10,11,21} Com imagens por TC, Song et al. mediram as alturas anterior e posterior da LP, o comprimento e a área da LP, obtiveram os valores de 15,32 mm, 11,04 mm, 30,50 mm e 4 cm².¹¹ Com imagens de TC em 3D, Kang et al. relataram as alturas anterior e posterior da LP e os ângulos inferomediais como 17,73 mm, 12,76 mm, 132,118° e 136,88°, respectivamente.²¹ Em nosso estudo, os valores médios do comprimento, área, altura anterior e posterior da LP e ângulos inferomediais foram 33,3 ± 2,9 mm, 451 ± 81 cm², 17,4 ± 2,7 mm, 9,6 ± 2,5 mm, 147,8° ± 7,54° e 152,72° ± 9,61°, respectivamente. Todos os parâmetros mostraram tendência a aumentar com o envelhecimento e foram maiores nos homens, semelhantemente aos achados de Kang et al. Além disso, os valores angulares não mostraram diferença estatisticamente significativa em relação a sexo, idade e lateralidade.

A análise por TC da área de superfície do assoalho e da parede medial orbital pode oferecer uma compreensão precisa do tamanho da janela cirúrgica para ressecar ou reparar a doença orbital e nasossinusal. Em muitos estudos anteriores, o volume basal da órbita óssea normal, o qual é útil na predição da enftalmia, foi medido e comparado com alterações volumétricas na órbita fraturada.^{12,14,19} Felding et al. mediram o volume e a área de superfície da cavidade orbital como 24,27 ± 3,88 cm³ e 32,47 ± 2,96 cm² com uma técnica de amostragem estereológica sem viés.¹² Calculamos o volume médio de uma órbita óssea em forma de pirâmide octogonal como 19,29 ± 1,61 cm³. Van Rompaey et al. mediram a área do assoalho orbital e da parede medial no espaço retrobulbar como 4,33 cm² e 3,34 cm² por meio de imagens de tomografia computadorizada.¹⁴ Com crânios secos, Fitzugh et al. mediram a área do assoalho orbital e da parede medial como 7,14 cm² e 6,58 cm², respectivamente.¹⁹ Medimos os valores médios desses parâmetros como 7,20 cm² e 6,89 cm², valores semelhantemente aos de Fitzugh et al. Esses valores também foram maiores no sexo masculino quando comparados com o feminino, mostraram tendência a aumentar com o envelhecimento, conforme visto nas tabelas 2 e 3.

De acordo com estudos anteriores, houve uma diferença significativa entre as medidas morfométricas da cavidade orbital, o que dificultou a seleção do tamanho adequado do material de reparo.^{7,8} As dimensões da EO octogonal são fatores importantes para a reconstrução das bordas orbitais e do volume.¹⁹ Khademi et al., Ji et al. e Fitzugh et al. encontraram largura e altura orbital de 32,14 mm, 33,35 mm, 33,9 mm e 28,49 mm, 39 mm, 38,7 mm, respectivamente.^{18,19,23} Em nosso estudo, esses valores foram de 35,9 mm e 39,2 mm, foram maiores em homens do que em mulheres, resultados semelhantemente aos de estudos anteriores. Ji et al. mediram a área média da EO como 11,80 cm², semelhantemente ao nosso valor de 11,46 cm².²³ Khademi et al.¹⁸ encontraram uma profundidade orbital, do FO à EO, de 38,84 mm; no entanto, nossa medida foi de 46,3 mm. Verificamos que os valores da medida da EO foram maiores no sexo masculino e aumentaram significativamente com a idade ($p < 0,05$), embora não tenha havido diferença estatisticamente significativa com relação à lateralidade (tabela 3).

Durante a cirurgia endoscópica nasossinusal, o limite inferior da antrostomia do meato médio foi a inserção da concha nasal inferior à parede nasal lateral. Se no pré-operatório a localização da LP relacionada a esse limite puder ser identificada, a penetração da LP, a qual foi a complicação iatrogênica mais frequente (5%), será evitada.⁴ Assim, classificamos a localização da LP quanto à perspectiva endoscópica e analisamos a relação com as medidas morfométricas na tabela 4. El-Anwar et al. também descreveram as posições da LP em pacientes que tinham pólipos nasais e relataram a prevalência dos tipos A, B, C como 60,6%, 18,6%, 21,3%, respectivamente.⁶ Em nosso estudo, demonstramos que a proporção dos tipos A, B e C na anatomia nasossinusal normal foi de 80,5%, 16%, 3,5%. Uma LP localizada medialmente (Tipo B), menos resistente a intervenções cirúrgicas, pode ser facilmente penetrada durante a uncinectomia. Uma LP localizada lateralmente (Tipo C) requer uma remoção adequada das células aéreas etmoidais sem causar penetração da LP.⁴ El-Anwar et al. verificaram que os pacientes com pólipos maiores estavam consideravelmente mais associados à LP do Tipo B do que aqueles com pólipos menores.⁶ Neste estudo, a profundidade orbital e o comprimento da LP mostraram valores maiores no Tipo C e valores menores no Tipo B. Tanto a altura da parede medial anterior quanto a posterior e os ângulos inferomediais foram maiores no Tipo B e menores no Tipo C. Os valores médios da área da parede inferior, altura e largura orbitais foram significativamente maiores no Tipo A do que no Tipo C ($p < 0,05$). Além disso, a área da EO, o volume orbital e a área da parede medial mostraram uma leve tendência a aumentar no Tipo A.

Em comparação com estudos anteriores, nossos resultados mostraram pouca diversidade, dependeram das diferenças nos marcos de referência, metodologia e etnias. Por outro lado, com imagens da RMP, medimos alguns parâmetros que não foram usados em estudos anteriores, como uma área da EO que se assemelhava em seu formato a um polígono octogonal e os ângulos inferomediais anterior e posterior, úteis para a cirurgia reconstrutiva. Também analisamos a relação entre as variações da LP e os valores dessas medidas referentes à CENS. Assim, os

dados para comparação foram deficientes. Contudo, um maior número de pacientes e de estudos futuros, inclusive medidas em crianças e pacientes com fraturas orbitais, podem fornecer resultados mais abrangentes aos pesquisadores.

Conclusão

Neste estudo, avaliamos as variações da LP e a morfometria orbital e analisamos suas associações em relação à cirurgia endoscópica em todos os aspectos. Como resultado, as variações da LP podem alterar a geometria orbital e desempenham um papel fundamental na escolha de uma abordagem cirúrgica adequada para evitar sua penetração. Esses resultados enfatizaram novamente o valor da TC pré-operatória, a qual pode oferecer uma compreensão precisa da anatomia regional da órbita óssea e de seu entorno. O conhecimento abrangente da anatomia normal da LP permite uma cirurgia nasossinusal mais segura e eficaz e é essencial para uma reconstrução suficiente com o implante adequado, assim como para a recriação da inclinação natural no IMS. Dessa forma, o sucesso da técnica cirúrgica aumenta e o melhor resultado pode ser fornecido.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

- Sherman D, Lemke B. Orbital anatomy and its clinical applications. *Duane's Clin Ophthalmol*. 1992;2:13–20.
- Celik S, Ozer MA, Kazak Z, Govsa F. Computer-assisted analysis of anatomical relationships of the ethmoidal foramina and optic canal along the medial orbital wall. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2015;272:3483–90.
- Park J, Kim J, Lee J, Chang M, Lee H, Park M, et al. Secondary reconstruction of residual enophthalmos using an endoscope and considering the orbital floor and medial wall slope. *J Craniofac Surg*. 2016;27:992–5.
- Herzallah IR, Marglani OA, Shaikh AM. Variations of lamina papyracea position from the endoscopic view: a retrospective computed tomography analysis. *Int Forum Allergy Rhinol*. 2015;5:263–70.
- Shigeta Y, Okushi T, Yoshikawa M. Endoscopic sinus surgery complications a prospective multicenter study. *Nihon Jibiinkoka Gakkai Kaiho*. 2012;115:22–8.
- El-Anwar MW, Khazbak AO, Eldib DB, Algazzar HY. Lamina papyracea position in patients with nasal polypi: a computed tomography analysis. *Auris Nasus Larynx*. 2018;45:487–91.
- Cho RI, Davies BW. Combined orbital floor and medial wall fractures involving the inferomedial strut: repair technique and case series using preshaped porous polyethylene/titanium implants. *Craniofac Trauma Reconstr*. 2013;6:161–70.
- Miloro M, Ghali GE, Larsen P, Waite P. Peterson's principles of oral and maxillofacial surgery. B C Decker. 2004;1:168–82.
- Lee JE, Lee JJ, Lee SU, Nam KY, Kwon JH, Park JH, et al. Ct-based morphological analysis of isolated inferior and medial blow-out orbital fractures in Korean adults. *Orbit*. 2015;34:303–8.
- Reiter MJ, Schwoppe RB, Theler JM. Postoperative ct of the orbital skeleton after trauma: review of normal appearances and common complications. *AJR Am J Roentgenol*. 2016;206:1276–85.
- Song WK, Lew H, Yoon JS, Oh MJ, Lee SY. Role of medial orbital wall morphologic properties in orbital blow-out fractures. *Investig Ophthalmol Vis Sci*. 2009;50:495–9.
- Felding UA, Bloch SL, Buchwald C. The dimensions of the orbital cavity based on high-resolution computed tomography of human cadavers. *J Craniofac Surg*. 2016;27:1090–3.
- Lethaus B, Weigl S, Kloss-Brandstatter A, Kloss FR, Kessler P, Holzle F, et al. Looking for landmarks in medial orbital trauma surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2013;42:209–13.
- Van Rompaey J, Bush C, Solares CA. Anatomic analysis specific for the endoscopic approach to the inferior, medial and lateral orbit. *Orbit*. 2014;33:115–23.
- Joseph JM, IP G. Orbital fractures: a review. *Clin Ophthalmol*. 2011;5:95–100.
- Caranci F, Cicala D, Cappabianca S, Briganti F, Brunese L, Fonio P. Orbital fractures: role of imaging. *Semin Ultrasound CT MR*. 2012;33:385–91.
- Santos DT, Oliveira JX, Vannier MW, Cavalcanti MG. Computed tomography imaging strategies and perspectives in orbital fractures. *J Appl Oral Sci*. 2007;15:135–9.
- Khademi Z, Bayat P. Computed tomographic measurements of orbital entrance dimensions in relation to age and gender in a sample of healthy Iranian population. *J Curr Ophthalmol*. 2016;28:81–4.
- Fitzhugh A, Naveed H, Davagnanam I, Messiha A. Proposed three-dimensional model of the orbit and relevance to orbital fracture repair. *Surg Radiol Anat*. 2016;38:557–61.
- Gore MR, Ebert CS Jr, Zanation AM, Senior BA. Beyond the "central sinus": radiographic findings in patients undergoing revision functional endoscopic sinus surgery. *Int Forum Allergy Rhinol*. 2013;3:139–46.
- Kang HS, Han JJ, Oh HK, Kook MS, Jung S, Park HJ. Anatomical studies of the orbital cavity using three-dimensional computed tomography. *J Craniofac Surg*. 2016;27:1583–8.
- Lethaus B, Weigl S, Kloss-Brandstatter A, Kloss F, Kessler P, Holzle F, et al. Looking for landmarks in medial orbital trauma surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2013;42:209–13.
- Ji Y, Qian Z, Dong Y, Zhou H, Fan X. Quantitative morphometry of the orbit in Chinese adults based on a three-dimensional reconstruction method. *J Anat*. 2010;217:501–6.