



Morphological and morphometric study of calcification of the petrosphenoidal ligament in a sample of dry human skulls from two States in the Brazilian Northeast

Estudo morfológico e morfométrico da calcificação do ligamento petrosfenoidal em uma amostra crânios humanos secos de dois Estados do Nordeste brasileiro

MOTA, Maria Marcelly Lucio⁽¹⁾, AGUIAR, Igor Hudson Albuquerque e⁽²⁾, PACHECO, Kaio Coura Melo⁽³⁾, LIMA, Fernando José Camello de⁽⁴⁾, CAMPINA, Renata Cristinny de Farias⁽⁵⁾, LEMOS, George Azevedo⁽⁶⁾

⁽¹⁾ 0000-0003-2302-5019; Universidade Federal de Alagoas. Maceió, AL, Brasil. maria.mota@foufal.ufal.br.

⁽²⁾ 0000-0001-8914-7452; Universidade Federal de Alagoas. Maceió, AL, Brasil. igor.aguiar@foufal.ufal.br.

⁽³⁾ 0000-0001-7804-5426; Universidade Federal de Alagoas. Maceió, AL, Brasil. kaio.melo_95@hotmail.com.

⁽⁴⁾ 0000-0003-1593-7747; Universidade Federal de Alagoas. Maceió, AL, Brasil. fernando.lima@icbs.ufal.br

⁽⁵⁾ 0000-0001-8256-7040; Universidade Federal de Pernambuco. Recife, PE, Brasil. renata.campina@ufpe.br.

⁽⁶⁾ 0000-0002-2140-216X; Universidade Federal de Alagoas. Maceió, AL, Brasil. George.lemos@icbs.ufal.br.

O conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos/as seus/as autores/as.

ABSTRACT

Recent studies have suggested that calcifications in the petrosphenoidal ligament (PSL) may increase the likelihood of abducens nerve injury, resulting in idiopathic paralysis of the lateral rectus muscle of the eyeball. However, the literature is still scarce in determining the occurrence of these calcifications and associated factors. Therefore, the objective of this study was to evaluate the occurrence of calcifications in the PSL in dry human skulls from Northeastern Brazil. The presence of areas indicative of calcifications in skulls belonging to the Federal University of Alagoas and the Federal University of Pernambuco were evaluated. Each ligament was classified into four patterns based on morphometric parameters, with the aid of a digital caliper: (1) Absence of calcifications; (2) < 50%; (3) 50% to < 100% and, (4) complete calcification. Statistical analyzes were tabulated in the jamovi statistical software, version 2.2.5, with a significance level of 5%. 65.5% of the skulls showed some degree of calcification. 56.4% had calcification on the right side and 40% on the left side. The most common classification was type 2. The frequency of calcification was statistically higher on the right side. The frequency of calcification in the PSL was high in the sample of skulls evaluated and more frequent on the direct side. More studies are necessary to better elucidate its occurrence, relationship with the sides of the skull, gender, age and possible clinical complications.

RESUMO

Estudos recentes têm sugerido que calcificações no Ligamento petrosfenoidal (LPE) podem aumentar a probabilidade de lesão do nervo abducente, resultando em paralisias idiopáticas do músculo reto lateral do globo ocular. No entanto, a literatura ainda é escassa na determinação da ocorrência destas calcificações e fatores associados. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a ocorrência de calcificações no LPE em crânios humanos secos do Nordeste brasileiro. Foram avaliadas a presença de áreas indicativas de calcificações em crânios pertencentes a Universidade Federal de Alagoas e a Universidade Federal de Pernambuco. Cada ligamento foi classificado em quatro padrões a partir de parâmetros morfométricos, com o auxílio de um paquímetro digital: (1) Ausência de calcificações; (2) < 50%; (3) 50% a < 100% e, (4) calcificação completa. As análises estatísticas foram tabuladas no software estatístico jamovi, na versão 2.2.5, com nível de significância de 5%. 65,5% crânios apresentaram algum grau de calcificação. 56,4% apresentaram calcificação no antímero direito e 40% no antímero esquerdo. A classificação mais comum foi o tipo 2. A frequência de calcificação foi estatisticamente maior no antímero direito. A frequência de calcificação no LPE foi elevada na amostra de crânios avaliados e mais frequentes ao antímero direito. Mais estudos são necessários para elucidar melhor sua ocorrência, relação com os antímeros do crânio, sexo, idade e possíveis complicações clínicas.

INFORMAÇÕES DO ARTIGO

Histórico do Artigo:

Submetido: 14/01/2024

Aprovado: 17/07/2024

Publicação: 24/07/2024



Keywords:

Skull, Skull Base, Ligaments, Calcification, Physiologic

Palavras-Chave:

Crânio, Base do Crânio, Ligamentos, Calcificação, Fisiológica

Introdução

O nervo abducente está ocasionalmente envolvido em fraturas da base crânio e suas lesões podem resultar em paralisia do músculo reto lateral do olho, estrabismo convergente e diplopia (Tubbs et al., 2012; Warwick & Williams, 1979). O longo trajeto do nervo através da cisterna pontina e sua curvatura abrupta sobre a parte petrosa do osso temporal o torna vulnerável a lesões decorrentes de deslocamento caudal do tronco encefálico e consequente estiramento do nervo (Warwick & Williams, 1979).

A região petroclival tem sido apontada como um dos locais de maior vulnerabilidade do nervo abducente, devido a sua íntima relação com um canal osteofibroso, conhecido pelo epônimo Canal de Dorello (Kshetry et al., 2013; Tubbs et al., 2012; Umansky et al., 1991). Este canal foi descrito por Primo Dorello em 1905 ao estudar possíveis fatores associados a paralisia transitória do nervo abducente na inflamação da orelha média (síndrome de Gradenigo), sendo conhecido posteriormente como canal de Dorello (Ambekar et al., 2012; Ferraro et al., 2018). Contudo, a primeira descrição anatômica deste canal deve-se a Wenzel Leopold Gruber em 1859, que também descreveu o ligamento petroesfenoidal (LPE), uma faixa fibrosa que forma o teto de um canal que permite a passagem do nervo abducente, denominado por ele de canal petroesfenoidal (Ambekar et al., 2012; Umansky et al., 1991). Por isso, o LPE é conhecido pelo epônimo ligamento de Gruber (Ambekar et al., 2012).

O canal de Dorello ou petroesfenoidal é limitado superiormente pelo LPE, enquanto que o ápice da parte petrosa do osso temporal e a parte superolateral do clivo formam seus outros limites (Icke et al., 2010). Tem sido descrito que o nervo abducente se encontra na parte média deste canal, envolvido por uma espécie de segundo tubo fibroso, preso fortemente as estruturas adjacentes, incluindo o LPE (Tubbs et al., 2012, 2014; Umansky et al., 1991). Esta aderência torna o nervo mais vulnerável a lesões por estiramento nos casos de deslocamento caudal do tronco encefálico, decorrente, por exemplo, de lesões expansivas superiores, punção lombar em pacientes com hipertensão craniana e tumores na região petroclival (Kshetry et al., 2013; Tubbs et al., 2012).

O LPE é uma faixa fibrosa, em formato de borboleta ou triangular, circundada por sangue venoso, fixada posteriormente ao ápice da parte petrosa do osso temporal e anteriormente a margem lateral do dorso da sela turca do osso esfenóide, inferior ao processo clinóide posterior (Skrzat et al., 2017; Touska et al., 2019; Umansky et al., 1991; Warwick & Williams, 1979). Apresenta um comprimento médio de 13.4 ± 3.3 mm e largura média de 6.1 ± 3.2 mm próximo ao processo clinóide posterior e 4.2 ± 1.6 mm no ápice petroso (Icke et al., 2010).

Devido à relação com o nervo abducente, alguns estudos têm sugerido que calcificações neste ligamento podem aprisionar e comprimir o nervo abducente, resultando em paralisias

idiopáticas do músculo reto lateral do olho (Ekanem et al., 2023; Icke et al., 2010; Özgür & Esen, 2015; Skrzat et al., 2017; Touska et al., 2019; Tubbs et al., 2014). Estas calcificações podem também aumentar as aderências do nervo abducente, ampliando a sua vulnerabilidade (Ekanem et al., 2023).

Apesar de descritas por muitos pesquisadores, a ocorrência de calcificações no LPE mostra valores discrepantes entre os estudos. Além disso, ainda persistem dúvidas sobre sua relação com fatores etários, sexo, antímeros e diferenças geográficas. Desta forma, o objetivo deste estudo é determinar a ocorrência de calcificações do LPE em uma amostra de crânios humanos secos de dois Estados do Nordeste brasileiro, através de uma classificação baseada em parâmetros morfométricos.

Materiais e Método

Desenho do estudo

Trata-se de um estudo transversal, com análises de aspetos morfológicos e morfométricos de calcificações da base do crânio.

Aspectos éticos

Os estudos realizados com cadáveres humanos ou partes destes, são regulamentados pela Lei N^o 8.051, de 30 de novembro de 1992, que dispõe sobre a utilização de cadáver não reclamado, para fins de estudos ou pesquisas científicas; e a Lei N^o 10.406, de 10 de janeiro de 2002, Art. 14, que retifica a disposição gratuita do próprio corpo, no todo ou em parte, para depois da morte (Lei n. 8.051, 1992; Lei n. 10.406, 2002; Lemos et al., 2020). Desta forma, o presente estudo seguiu a legislação brasileira, e obteve a sua aprovação pelo Setor de Anatomia Humana da UFAL e Laboratório de Antropologia e Osteologia Forense do Departamento de anatomia da UFPE.

Universo e amostra

O universo foi composto por todos os crânios humanos secos pertencentes ao laboratório de Anatomia Descritiva e Topográfica, do Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde (ICBS/UFAL) e Laboratório de Antropologia e Osteologia Forense (Departamento de anatomia/UFPE). A amostra foi constituída de acordo com os seguintes critérios de elegibilidade:

Critérios de inclusão

Foram incluídas bases de crânios íntegras (com a calota craniana removida), de indivíduos adultos, sem restrição de sexo e grupo étnico.

Critérios de exclusão

Foram excluídos os crânios seccionados em sentido sagital e com indícios de traumas em base do crânio ou deformidades craniofaciais. Foi realizada uma amostragem não probabilística por conveniência, buscando selecionar todos os crânios secos elegíveis, de acordo com os critérios descritos anteriormente.

Coleta de dados e instrumentos da pesquisa

Os crânios foram avaliados quanto a presença de calcificações parciais ou completas, com o auxílio de um paquímetro digital com precisão de 0.01 mm (MTX[®], Tools World, Guarulhos, SP, Brasil - MTX-316119).

A presença de áreas indicativas de calcificações foi avaliada bilateralmente nos pontos de fixação do LPE, conforme a seguinte descrição (Skrzat et al., 2017; Touska et al., 2019; Umansky et al., 1991; Warwick & Williams, 1979):

- Fixação posterior: Ápice da parte petrosa do temporal (medial a impressão trigeminal).
- Fixação anterior: margem lateral do dorso da sela turca do osso esfenoide, inferior ao processo clinóide posterior.

A presença de calcificações e o padrão de apresentação, se bilateral ou unilateral, foram registrados em uma ficha de avaliação desenvolvida para este estudo. Cada ligamento foi classificado em quatro tipos de padrões morfológicos (Adaptado de Touska et al., 2019):

- Tipo 1 – Ausência de calcificações;
- Tipo 2 – Presença de calcificações < 50% do ligamento;
- Tipo 3 – Presença de calcificações envolvendo 50% a < 100%;
- Tipo 4 – Ligamentos totalmente calcificados, formando forames.

Em todos os crânios, foram medidas as distâncias entre os pontos anatômicos de fixação do LPE, conforme descrito anteriormente. Na presença de calcificações parciais, também foram aferidos os comprimentos das áreas ligamentares calcificadas. Estas medidas de calcificação foram somadas, permitindo a determinação do valor total de calcificação para cada antímero do crânio. Em seguida, foi determinado o percentual de calcificação, a partir dos dados referentes a distância entre os pontos de fixação do LPE.

As medições foram realizadas com auxílio de um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm. Foram realizadas três aferições, sendo considerada média das três medidas.

Os casos que apresentaram uma linha de união entre as duas extremidades calcificadas dos ligamentos foram classificados como tipo 4 (Touska et al., 2019).

Nos crânios classificados como tipo 4 foram realizadas as seguintes análises morfomé-

tricas adicionais: (1) comprimento da barra calcificada, (2) maior diâmetro e (3) menor diâmetro do forame formado. Além disso, a fórmula para cálculo da área de elipses foi utilizada para calcular a área do respectivo forame:

Área = $a \times b \times \pi$, onde (a) representa o maior raio, (b) o menor raio e π é igual a 3,14. O diâmetro foi calculado multiplicando o raio por 2.

Todas as análises foram realizadas por um único examinador mediante calibração prévia. Para tanto, 20% da amostra foi analisada e classificada pelo pesquisador examinador e por um anatomista com experiência na área (expert). Em seguida, foi calculado o coeficiente de concordância Kappa interexaminador. O coeficiente Kappa interexaminador foi 0,84, indicando uma concordância quase perfeita com o “Expert”.

Análise estatística

Os dados foram tabulados no programa Jamovi, versão 2.2.5, e analisados por meio de estatística descritiva e inferencial. As diferenças estatísticas relacionadas às frequências de calcificações entre os antímeros do crânio foram determinadas pelo teste de McNemar. Para os dados morfométricos, realizou-se inicialmente o teste de Shapiro-Wilk para avaliar a distribuição dos dados, o qual demonstrou uma distribuição não paramétrica ($p < 0,05$). Desta forma, as diferenças estatísticas relacionadas à distância entre os pontos de fixação do LPE para os antímeros do crânio foram determinadas pelo teste W de Wilcoxon para grupos pareados. Já as diferenças estatísticas relacionadas ao comprimento das calcificações foram determinadas por meio do teste U de Mann-Whitney (grupos independentes). Em todas as análises, foi adotado um nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

Resultados

A partir de um amostra de 55 crânios, observou-se que 36 crânios (65,5%) apresentam alguma calcificação no LPE, sem distinção de antímero. 31 crânios (56,4%) apresentaram calcificação no antímero direito e 22 crânios (40%) no antímero esquerdo (Tabela 1). Nos crânios que apresentam alguma calcificação, tanto no antímero direito como no esquerdo, a classificação mais prevalente foi o tipo 2 (calcificações menores do que 50% da extensão ligamentar) (Figura 1, Tabela 2). No antímero direito, 2 crânios (3,6%) apresentaram calcificação completa do LPE e apenas 1 (1,8%) no antímero esquerdo. O teste de McNemar demonstrou que as frequências de calcificações foram estatisticamente diferentes entre os antímeros do crânio, com o antímero direito apresentando uma maior frequência de calcificação ($p = 0,039$) (Tabela 3).

Tabela 1.

Frequência de calcificações ligamentares

Frequência geral		
	N	%
Sem calcificação	19	34.5%
Com calcificação	36	65.5%
Frequência no antímero direito		
	N	%
Sem calcificação	24	43.6%
Com calcificação	31	56.4%
Frequência no antímero esquerdo		
	N	%
Sem calcificação	33	60%
Com calcificação	22	40%

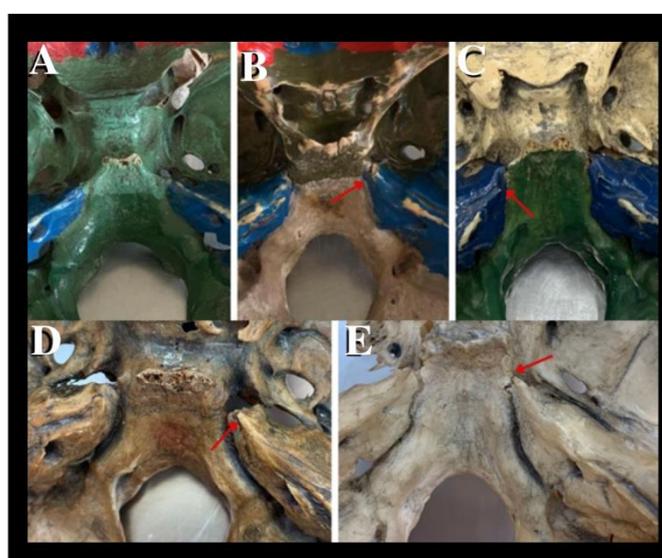


Figura 1.

Padrões morfológicos de calcificação do ligamento petrosfenóide. A) tipo 1; B) tipo 2; C) tipo 3; D) tipo 4; E) tipo 5

Tabela 2.

Classificação do grau de calcificação ligamentar

Antímero direito		
	N	%
Tipo 1	24	43.6%
Tipo 2	25	45.5%
Tipo 3	4	7.3%
Tipo 4	2	3.6%
Antímero esquerdo		
	N	%
Tipo 1	33	60 %
Tipo 2	20	36.4 %
Tipo 3	1	1.8%
Tipo 4	1	1.8 %

Tabela 3.*Associação entre a presença de calcificação nos antímeros dos crânios*

	Antímero esquerdo		Total	p
	Sem calcificação (n)	Com calcificação (n)		
Antímero direito				
Sem calcificação (n)	19	5	24	0.039*
Com calcificação (n)	14	17	31	
Total	33	22		

* *Teste de McNemar**n* = Número de crânios

O teste de Shapiro-Wilk demonstrou que os dados quantitativos não apresentaram uma distribuição normal ($p < 0,05$). A mediana da distância entre os pontos anatômicos de fixação do LPE no antímero direito foi de 5,44 (Amplitude Interquartil - AIQ 3,16) e 5,65 (AIQ 2,48) no antímero esquerdo. Nos crânios com algum grau de calcificação, a mediana do comprimento da calcificação no antímero direito foi 1,5 AIQ (2,15) e 1,27 (AIQ 2,1) no antímero esquerdo. No antímero direito, 2 crânios apresentaram calcificação completa, formando um forame. A área média do forame foi 8,51 mm² (Desvio-padrão - DP 2,54, mediana 8,61, AIQ 1,8). No antímero esquerdo, apenas um crânio apresentou calcificação completa, com a área do forame de 4,95 mm². Não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre os antímeros para a distância entre os pontos de fixação ligamentar e comprimento da calcificação (Tabela 4). Em virtude da amostra pequena, não foram realizadas comparações estatísticas relacionadas a área do forame formado nas calcificações ligamentares completas.

Tabela 4.*Diferenças estatísticas para a distâncias ligamentares e comprimento das calcificações entre os antímeros direito e esquerdo*

	Distância entre os pontos de fixação ligamentar ^a		
	Mediana	Amplitude interquartil (AIQ)	p*
Antímero Direito	5.44	3.16	0.121
Antímero Esquerdo	5.65	2.48	
	Comprimento da calcificação ^b		
	Mediana	Amplitude interquartil (AIQ)	p**
Antímero Direito	1.5	2.15	1.000
Antímero Esquerdo	1.27	2.1	

* *Teste de W de Wilcoxon (grupos pareados)*** *Teste U de Mann-Whitney (grupos independentes)*^a *N* = 55 no antímero direito e 55 no esquerdo (comparação pareada)^b *N* = 31 no antímero direito e 22 no esquerdo

Discussão

O conhecimento anatômico da região petroclival é importante, devido a riqueza de estruturas anatômicas e suas implicações clínicas (Kshetry et al., 2013). Neste estudo, abordamos a ocorrência de calcificações no LPE, uma faixa fibrosa que forma o teto do canal de *Dorrello* ou petroesfenoidal, através do qual passa o nervo abducente (Ambekar et al., 2012; Umansky et al., 1991).

Estudos recentes têm sugerido que calcificações no LPE podem aumentar as aderências do nervo abducente ao canal petroesfenoidal, aumentando a possibilidade de lesões nos casos de deslocamento caudal do tronco encefálico (Ekanem et al., 2023; Icke et al., 2010; Özgür & Esen, 2015; Skrzat et al., 2017; Touska et al., 2019; Tubbs et al., 2014). Além disso, a calcificação deste ligamento foi associada a paralisias do músculo reto lateral do olho devido a provável lesão compressiva o nervo abducente (Skrzat et al., 2017; Touska et al., 2019; Tubbs et al., 2014). A paralisia do músculo reto lateral pode ser identificada clinicamente como um desvio na posição ortofórica dos olhos, deficiência no movimento de abdução do olhar, esotropia (desvio em direção ao nariz) e diplopia binocular horizontal (Curi et al., 2013; Pinheiro et al., 2023). Assim, diante de sua importância clínica faz-se necessário investigar a ocorrência de calcificações no LPE.

Neste estudo, utilizando uma amostra de 55 crânios humanos secos de dois Estados da Região Nordeste do Brasil foi observada uma ocorrência elevada de calcificações no LPE (65,5%). Contudo, a maioria foram calcificações pequenas, envolvendo uma extensão menor do que 50% do ligamento. Corroborando com os nossos resultados, um estudo realizado com uma amostra de 175 crânios secos do Sudeste do Brasil, também identificou uma ocorrência elevada de calcificações do LPE. Os pesquisadores observaram que 83,42% dos crânios exibiram algum grau de calcificação ligamentar (De Oliveira et al., 2022).

Contudo, outros estudos mostraram uma ocorrência menor de calcificações do LPE, sendo observado percentuais como, 8% (amostra de 100 crânios humanos secos na região da América do Norte) (Ekanem et al., 2023), 8,8% (tomografias de 46 pacientes na Turquia) (Özgür & Esen, 2015), 10,8% (tomografias de 240 pacientes no Reino Unido) (Touska et al., 2019) e 11,5% (tomografias de 200 pacientes no Kuwait) (Kumar et al., 2023). Estas diferenças podem estar relacionadas a forma de avaliação das calcificações. Nos estudos de Özgür e Esen (Özgür & Esen, 2015); Kumar et al. (Kumar et al., 2023) e Ekanem et al. (Ekanem et al., 2023) os crânios ou imagens de tomografia foram classificados em ausência de calcificações, calcificações parciais e calcificações totais, sem explicar a metodologia para esta classificação. Neste estudo, utilizamos parâmetros morfométricos para classificar os crânios em 4 padrões: ausência de calcificações (Tipo 1), presença de calcificações < 50% do ligamento (Tipo 2), presença de calcificações envolvendo 50% a < 100% (Tipo 3) e ligamentos totalmente calcificados (Tipo

4). Acreditamos que ao usar medidas morfométricas, tornamos a avaliação mais sensível para calcificações menores do que 50% (Tipo 2), que foi o padrão mais observado neste estudo.

Touska et al. (Touska et al., 2019), argumentaram que calcificações envolvendo uma extensão ligamentar menor do que 50% não apresentam grande significância clínica. Assim, em seu estudo, os pesquisadores classificaram as imagens de tomografias em três padrões: ausência de calcificações, calcificação parcial (envolvendo uma extensão de 50% a menor do que 100% do ligamento) e calcificações totais (100% do LPE calcificado). Se contabilizarmos os percentuais apenas dos tipos 3 e 4, os resultados deste estudo se assemelham aos observados por Touska et al. (Touska et al., 2019). No antímero direito, foi observado que 10.9% dos crânios apresentam calcificações entre 50% e 100% (Tipo 3 e 4). Já no antímero esquerdo observou-se um percentual de 3.6%.

Neste estudo, observou-se que a frequência de calcificações foi estatisticamente maior no antímero direito em comparação ao antímero esquerdo. Não foi possível avaliar diferenças relacionadas ao sexo ou idade, pois estas informações estavam ausentes para a maioria dos crânios. Corroborando com os nossos resultados, Ekanem et al. (Ekanem et al., 2023) também observaram maior frequência de calcificação do LPE no antímero direito. Em relação ao sexo e idade, Kumar et al. (Kumar et al., 2023) não observaram associações estatísticas entre a frequência de calcificações parciais ou totais e estas variáveis.

Neste estudo, não foram observadas diferenças estatísticas relacionadas ao comprimento das calcificações ou distância entre os pontos de fixação ligamentar e os antímeros do crânio. Não localizamos outros estudos que conduziram análises morfométricas, possibilitando comparações com este estudo. Assim, novas pesquisas devem ser conduzidas para confirmar estes resultados.

Como limitações do estudo destacamos o número pequeno de crânios, em virtude das dificuldades de se obter bases de crânios com a região petroclival íntegra. Outra limitação foi a ausência de dados relativos à idade e sexo da amostra de crânios, impossibilitando avaliar se estas variáveis interferem estatisticamente na ocorrência dos diferentes padrões de calcificações do LPE. Assim, sugerimos a realização de mais estudos, especialmente conduzidos com imagens de tomografia, para avaliar melhor a ocorrência dos 4 padrões de calcificações, suas relações com os antímeros do crânio, sexo e idade, bem como a presença de sintomas relacionados a lesão do nervo abducente.

Conclusão

A ocorrência de calcificações no LPE foi elevada em uma amostra de crânios de dois Estados do Nordeste brasileiro, sendo a maioria do tipo 2, envolvendo uma extensão menor do que 50% do ligamento. O antímero direito apresentou estatisticamente maior frequência de calcificação e não foram observadas diferenças estatísticas relacionadas aos dados do comprimento das calcificações e distância entre os pontos de fixação. Mais estudos devem

conduzimos para elucidar melhor a ocorrência destas calcificações, relação com os antímeros do crânio, sexo e idade e possíveis complicações clínicas.

Agência financiadora

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) através da concessão de bolsas de iniciação científica.

REFERÊNCIAS

- Ambekar, S., Sonig, A., & Nanda, A. (2012). Dorello 's Canal and Gruber 's Ligament : Historical Perspective. *J Neurol Surg B*, 73, 430–433.
- Curi, R. L. N., Costa, I. C. B. O., & Barroso, T. G. M. (2013). Paralisia do VI nervo (abducente). *Rev Bras Oftalmol*, 72 (1), 59-69.
- De Oliveira, K. M., de Souza, S. D. G., Liberti, E. A., Benevenuto, G. D. C., de Faria, G. M., de Almeida, A. C. F., E Silva, A. C. C., Gonçalves, G. R., Reis, Y. P., Magalhães, W. A., de Almeida, V. L., Oliveira, M. de F. S., Grecco, L. H., Nicolato, A. A., & Dos Reis, F. A. (2022). Incomplete Petrosphenoidal Foramen: Morphological and Morphometric Analysis and the Proposal of a Classification Study in Brazilian Dry Skulls. *International Journal of Morphology*, 40(2), 507–515.
- Ekanem, U.-O. I., Chaiyamon, A., Cardona, J. J., Berry, J. F., Wysiadeci, G., Walocha, J. A., Iwanaga, J., Dumont, A. S., & Tubbs, R. S. (2023). Prevalence, Laterality, and Classification of Ossified Petroclival Ligaments: An Anatomical and Histological Study With Application to Skull Base Surgery. *Cureus*, 15(3):e36469 9
- Ferraro, F. M., Chaves, H., Olivera Plata, F. M., Miquelini, L. A., & Mukherji, S. K. (2018). Eponyms in Head and Neck Anatomy and Radiology | Epónimos en la anatomía y radiología de cabeza y cuello. *Revista Argentina de Radiología*, 82(2), 72–82.
- Icke, C., Ozer, E., & Arda, N. (2010). Microanatomical characteristics of the petrosphenoidal ligament of gruber. *Turkish Neurosurgery*, 20(3), 323–327.
- Kshetry, V. R., Lee, J. H., & Ammirati, M. (2013). The dorello canal: Historical development, controversies in microsurgical anatomy, and clinical implications. *Neurosurgical Focus*, 34(3), 1–7.
- Kumar, P. B., Al-Khamis, F. H., Taher, H. H., & Abdulreheim, A. (2023). Occurrence of the ossification of petrosphenoid ligament: a retrospective radiologic study from computed tomographic images. *Folia Morphologica*. doi:10.5603/FM.a2023.0004. Online ahead of print
- Lei nº 8.501/1992. (1992). Diário Oficial da União: Seção I, nº 240. <https://legis.senado.leg.br/norma/550377/publicacao/15715368>.
- Lei No 10.406/2002 da Presidência da República. (2002). Diário Oficial da União: Seção I, nº 8. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/110406compilada.htm.
- Lemos, G. A., Araújo, D. N., de Lima, F. J. C., & Bispo, R. F. M. (2020). Human anatomy education and management of anatomic specimens during and after COVID-19 pandemic: Ethical, legal and biosafety aspects. *Annals of Anatomy*. 233:151608.
- Özgür, A., & Esen, K. (2015). Ossification of the petrosphenoidal ligament: multidetector computed tomography findings of an unusual variation with a potential role in abducens nerve palsy.

Japanese Journal of Radiology, 33(5), 260–265.

- Pinheiro, F. S. M. V., Dechichi, T., Bueno, N. S., Moraes, N. V., Pacheco, M. A. S. (2023). Paralisia de nervo abducente com Abordagem cirúrgica pela técnica de Carlson-jampolsky: um relato de caso. *Arquivos IPB*, 65(2), 81-84.
- Skrzat, J., Mróz, I., Spulber, A., Zarzecki, M., & Walocha, J. (2017). Ossification of the petrosphenoid ligament - a case study. *Folia Medica Cracoviensia*, 57(2), 87–94.
- Touska, P., Hasso, S., Oztek, A., Chinaka, F., & Connor, S. E. J. (2019). Skull base ligamentous mineralisation: evaluation using computed tomography and a review of the clinical relevance. *Insights into Imaging*, 10(1):55.
- Tubbs, R. S., Radcliff, V., Shoja, M. M., Naftel, R. P., Mortazavi, M. M., Zurada, A., Loukas, M., & Cohen Gadol, A. A. (2012). Dorello canal revisited: An observation that potentially explains the frequency of abducens nerve injury after head injury. *World Neurosurgery*, 77(1), 119–121.
- Tubbs, R. S., Sharma, A., Loukas, M., & Cohen-Gadol, A. A. (2014). Ossification of the petrosphenoidal ligament: Unusual variation with the potential for abducens nerve entrapment in Dorello's canal at the skull base. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 36(3), 303–305.
- Umansky, F., Elidan, J., & Valarezo, A. (1991). Dorello's canal: A microanatomical study. *Journal of Neurosurgery*, 75(2), 294–298.
- Warwick, R., Williams, P. L. (1979). *Gray Anatomia* (35^a). Guanabara Koogan.