

# Tudo é Ciência: do Big Bang ao Metaverso

1º Congresso Brasileiro de Ciência  
e Saberes Multidisciplinares

## Estudo anatômico comparativo do forame transverso

Caio da Fraga Rocha Lopes<sup>1</sup>; [0000-0001-6840-9855](tel:0000-0001-6840-9855)

Samara de Souza Freitas<sup>1</sup>; [0000-0002-5331-8907](tel:0000-0002-5331-8907)

Mariana Silva Cunha<sup>1</sup>; [0000-0003-0374-8260](tel:0000-0003-0374-8260)

Marcos Guimarães de Souza Cunha<sup>1</sup>; [0000-0002-9607-9520](tel:0000-0002-9607-9520)

Sergio Ibañez Nunes; [0000-0003-3444-3566](tel:0000-0003-3444-3566)

1 – UniFOA, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, RJ.  
[sergio.ibanez@foa.org.br](mailto:sergio.ibanez@foa.org.br)

**Resumo:** Introdução: O forame transverso das vértebras cervicais tem grande importância clínica, uma vez que, por ele, passa a artéria vertebral, que contribui significativamente para a irrigação encefálica. É importante o bom conhecimento acerca dessas estruturas, já que, nas cirurgias ortopédicas da coluna, as próteses (parafusos) são fixadas muito próximo dessas artérias e variações anatômicas podem impactar nestas situações. Método: foi realizada uma revisão bibliográfica nas principais bases de dado com os descritores: “Vértebras Cervicais”; “Variação Anatômica”; “Artéria Vertebral”. Resultados: Poucos estudos com uma amostragem significativa foram encontrados, a maior parte dos estudos evidencia a importância do conhecimento da variação anatômica do forame transverso, no que tange à vascularização encefálica. Considerações finais: Estudos que sinalizem a variação do forame transverso são importantes na clínica e na cirurgia, para desvendar a alteração circulatória encefálica

**Palavras-chave:** Vértebras cervicais. Variação anatômica. Artéria vertebral. Forame transverso.

# Tudo é Ciência: do Big Bang ao Metaverso

1º Congresso Brasileiro de Ciência  
e Saberes Multidisciplinares

## INTRODUÇÃO

O forame transverso está presente nas vértebras cervicais, mais precisamente localizado no processo transverso dessas vértebras, bilateralmente (YOUNG, 2014).

Por esses forames passam as artérias vertebrais que promovem 30% do fluxo sanguíneo encefálico e compõem o Polígono de Willis. Essas artérias são ramos provenientes das Artérias Subclávias (LACERDA et al., 2016; MOREIRA, 2020).

Existem algumas variações anatômicas do forame transverso: incompleto ou reduzido, assimétrico, duplo, triplo, ou até mesmo agenesia do forame. Essas variações podem provocar estenoses, comprometendo o calibre das artérias vertebrais, o que pode levar a déficits transitórios ou permanentes na vascularização encefálica (BARELLA et al., 2019).

A partir disso, é importante o conhecimento e estudo dessas variações anatômicas para possível prevenção de déficits do fluxo sanguíneo, bem como para auxiliar ortopedistas e neurocirurgiões em seus procedimentos cirúrgicos. Assim, o presente estudo busca avaliar essa correlação entre as variações anatômicas dos forames transversos e acidente vascular encefálicos, além de quaisquer alterações do fluxo sanguíneo.

## MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido por meio de revisão bibliográfica sistematizada de artigos a partir de buscas nas seguintes bases de dados: Scielo, PubMed e The Lancet. Além disso, também se utilizou livro físico disponível na biblioteca do UniFOA. Com foco em avaliar a relação existente entre as variações anatômicas dos forames transversos e impactos no fluxo sanguíneo encefálico, as pesquisas foram direcionadas nesse caminho, fazendo uso das palavras-chave: variação anatômica, vértebras cervicais, artéria vertebral e forame transverso. Foram utilizados estudos datados dos anos 2007 a 2020.

Já existe projeto aprovado pelo Comitê de Ética, CAAE, número 48662821.2.0000.5237, para realização de medição dos forames transversos das

# Tudo é Ciência: do Big Bang ao Metaverso

1º Congresso Brasileiro de Ciência  
e Saberes Multidisciplinares

vértebras cervicais do laboratório de anatomia do UniFOA. Este estudo está em fase de coleta de dados.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### Anatomia

O Forame Transverso é um orifício localizado nos processos transversos das vértebras cervicais (C1 a CVII). Cada vértebra cervical possui, então, dois forames: um à direita do corpo vertebral e outro à esquerda. Esse orifício é, geralmente, simétrico em ambos os lados e é limitado por barras ósseas que terminam lateralmente nos tubérculos anterior e posterior. Por sua vez, os tubérculos se conectam lateralmente ao forame, formando a chamada Barra Costotransversária, pois podem ter desenvolvimento anômalo e formar as costelas cervicais mais frequentes nas sexta e sétima vértebras cervicais. (YOUNG, 2014; DUARTE et al., 2020; MOORE, 2019)

As vértebras CIII a CVI são chamadas vértebras típicas, por terem características em comum: pequeno corpo vertebral, cujo comprimento no sentido laterolateral é maior do que o anteroposterior, com face superior côncava e inferior convexa; forame vertebral grande e triangular; processos espinhosos curtos. Já as vértebras C1, C2 e CVII são chamadas vértebras atípicas, por possuírem particularidades: a vértebra C1, também chamada de Atlas, é um osso anular, sem processo espinhoso e sem corpo, possui forames transversos, mas não tubérculos e sulcos no processo transverso. A vértebra C2, que recebe o nome de Áxis, apresenta um dente que se projeta do corpo, voltado para a região superior. A CVII possui um processo espinhoso longo, que não é bífido e seus processos transversos são grandes, com forames transversos pequenos (MOORE, 2019; YOUNG, 2014). Abaixo é possível visualizar na Figura 1, as vértebras cervicais, além dos forames transversos assinalados com um asterisco (\*):

# Tudo é Ciência: do Big Bang ao Metaverso

1º Congresso Brasileiro de Ciência  
e Saberes Multidisciplinares

Figura 1 - Características das Vértébras Cervicais



Fonte: Grátis PNG; Pixel Squid; Felipe Barros; Moreira, 2019.

O forame transverso é originado pela fusão do processo costal com o corpo vertebral e o processo transverso, ao longo da oitava semana de gestação. A partir dessa fusão podem ocorrer defeitos de formação, que levam a variações anatômicas, o que é muito importante para a definição do formato e tamanho dos forames (YOUNG, 2014).

A distância média entre o forame transverso e o corpo vertebral é de 5,5 mm, a partir da borda lateral da articulação uncovertebral. O diâmetro anteroposterior do forame mede em média 5,6 mm e o laterolateral, mede cerca de 6,5 mm (MOREIRA, 2020).

### Relação dos forames transversos com a artéria vertebral

Pelos forames transversos passam os vasos vertebrais (veias e artérias vertebrais) de todas as vértebras cervicais, com apenas uma exceção: os forames da CVII não recebem as artérias, apenas as veias. Portanto, a artéria vertebral, ramo da artéria subclávia, penetra no forame transverso da sexta vértebra cervical, ascendendo até o forame da vértebra atlas, onde insere no crânio, através do forame magno. Por fim, as artérias vertebrais direita e esquerda se unem, formando a artéria basilar que, por sua vez, contribui para a formação do Polígono de Willis (MOORE et al., 2019; AKAR et al., 2015; KAJIMOTO et al., 2007; ZIBIS et al., 2017).

### Variações anatômicas e possíveis danos ao fluxo sanguíneo encefálico

Como toda estrutura anatômica humana, o forame transverso pode sofrer variações ou alterações anatômicas, congênitas ou adquiridas. No caso das alterações ou variações adquiridas, a causa é usualmente degeneração óssea por calcificação anômala ou falha estrutural, como na osteoporose (MOREIRA, 2020; XIAOZHI et al., 2018).

# Tudo é Ciência: do Big Bang ao Metaverso

1º Congresso Brasileiro de Ciência  
e Saberes Multidisciplinares

No caso específico do forame transverso, as variações anatômicas conhecidas são a duplicação, triplicação, forame aberto, ausência de forame ou mesmo hipoplasia (ZIBIS et al., 2017). A duplicação do forame transverso apresenta um percentual de ocorrência de 4,7 a 16,5% e corresponde a uma frequência padronizada em humanos adultos, que ascende e descende a partir da CVI:  $CIII < CIV < CV < CVI > CVII$ . Portanto, a duplicação do forame é mais frequente na vértebra CVI e isso pode ser explicado por possíveis variações que ocorrem no curso e desenvolvimento da Artéria Vertebral (SANCHIS-GIMENO et al., 2018).

Como apresentado anteriormente, neste estudo, a artéria vertebral é um ramo da artéria subclávia e ascende anteriormente ao processo transverso da vértebra CVII, penetrando, então, no forame da CVI (MOORE et al., 2019; SANCHIS-GIMENO et al., 2018). Além disso, a artéria vertebral se divide em 4 segmentos: o primeiro estende desde a subclávia, passa anteriormente ao processo transverso da CVII e penetra no forame da CVI. Já o segundo começa a partir do forame da CVI e segue até o forame da CI, enquanto o terceiro inicia a partir do forame da CI até o forame magno e, por último, o quarto segmento parte do forame magno até formar a artéria basilar (SANCHIS-GIMENO et al., 2018; ZIBIS et al., 2017).

O segundo segmento, que estende da CVI a CI, é relatado como o que mais apresenta danos, de acordo com estudos e, a relação entre as áreas do forame e da artéria pode ter grande valor diagnóstico acerca de compressão ou trauma da artéria vertebral. Assim, variações anatômicas do forame podem estar relacionadas com insuficiência vertebrobasilar, acidente vascular cerebral (AVC) isquêmico, estenose da artéria vertebral e até mesmo a Doença do Alzheimer vem sendo associada a essas variações, em estudos recentes. (SANCHIS-GIMENO et al., 2018; ZIBIS et al., 2017). Em estudo, Sanchis-Gimeno et al., 2018 aponta que cerca de um quarto dos AVCs isquêmicos são relacionados à circulação vertebrobasilar e estenose da artéria vertebral, seja nas porções intracranianas ou extras. Porém, devido ao fato da artéria basilar ser formada pela junção das duas artérias vertebrais e a circulação do Polígono de Willis também ser colateral, a ocorrência de estenose unilateral da artéria vertebral, na maioria das vezes é assintomática. Todavia, a compressão unilateral dessa artéria pode gerar sintomas e, além disso, qualquer trauma pode promover ocorrência de

# Tudo é Ciência: do Big Bang ao Metaverso

1º Congresso Brasileiro de Ciência  
e Saberes Multidisciplinares



trombos, embolia ou comprometer o fluxo sanguíneo no geral, resultando em alterações neurológicas.

Esse mesmo estudo, revisou angiotomografia computadorizada da região cervical de 83 indivíduos, no Hospital General Universitario de Valencia, na Espanha. Desses 83 indivíduos, 36 eram mulheres e 47 homens. Além disso, 14 homens (51,9%) e 13 mulheres (48,1%) possuíam duplicação do forame transverso. Os resultados demonstraram que as hipóteses por eles traçadas se correlacionavam: indivíduos com duplicação do forame apresentam uma área de forame menor do que indivíduos normais e, a relação entre as áreas do forame transverso e da artéria vertebral ( $A_{FT}/A_{AV}$ ) é menor em indivíduos com duplicação do que em indivíduos normais. Isso porque, de fato, a área do forame é reduzida em casos de duplicação. Todavia, o estudo mostrou que a área da artéria vertebral não é reduzida em indivíduos com duplicação. Ou seja, o fato de apresentar forames duplicados não influenciou na área de secção da artéria (SANCHIS-GIMENO et al., 2018).

Mesmo que a área de secção transversal da artéria não seja influenciada pela duplicação, é importante perceber que os forames diminuídos geram pontos de constrição na artéria e que isso tem grande relevância clínica e cirúrgica, uma vez que traumas ou mesmo rotações da região cervical em indivíduos com forame duplicado, geram maior possibilidade de complicações do que em indivíduos normais. Assim, até mesmo rotações de pequena amplitude poderiam promover redução do fluxo sanguíneo através da artéria vertebral, a ponto de gerar uma isquemia transitória. Portanto, indivíduos que apresentam forame duplicado provavelmente apresentam maior probabilidade de sofrer compressões da artéria vertebral com sintomas associados do que indivíduos que não possuem duplicação (SANCHIS-GIMENO et al., 2018).

Outro estudo, realizado via análise de 50 angiotomografias computadorizadas, das quais 32 eram de indivíduos masculinos e 18 femininos, demonstrou que, dessas, 17 vértebras (4,85%) de 15 pacientes apresentavam variações anatômicas e que a duplicação de forame foi a variação mais frequente. Também relataram que foram encontradas variações na artéria vertebral de 7 pacientes (14%) e assimetria da

# Tudo é Ciência: do Big Bang ao Metaverso

1º Congresso Brasileiro de Ciência  
e Saberes Multidisciplinares



artéria em 12 pacientes (24%). Além disso, 6 pacientes (12%) tinham hipoplasia da artéria (ZIBIS et al., 2017).

Nesse estudo, ao contrário do exposto anteriormente, ao avaliar a correlação entre os forames e as artérias vertebrais, viu-se que 60% dos pacientes que apresentam variações anatômicas, também apresentam variações ou assimetria na artéria vertebral, comparado aos 25,7% dos pacientes que não apresentam variação anatômica (ZIBIS et al., 2017).

No geral, os estudos demonstram que essas variações aumentam a probabilidade de interrupção do fluxo sanguíneo encefálico, tanto por rotações cervicais de baixa amplitude, como traumas provocados por acidentes, por exemplo, ou mesmo por cirurgias (SANCHIS-GIMENO et al., 2018; ZIBIS et al., 2017).

## **Acidentes vasculares encefálicos**

Podem ser hemorrágicos ou isquêmicos. Os primeiros, são causados por rupturas de vasos intracranianos e os isquêmicos, por sua vez, podem ser provocados por compressão extrínseca ou intrínseca. As compressões intrínsecas ocorrem normalmente por placas ateromatosas que reduzem o calibre do vaso internamente na artéria, podendo ser intra ou extracranianas. As intracranianas geram pouca sintomatologia, uma vez que irrigam uma área pequena. Já as extracranianas, têm consequências maiores, uma vez que as áreas vascularizadas são maiores e, os casos mais graves, são relacionados à artéria carótida interna, devido ao seu fluxo intenso. Assim, redução ou privação no fluxo das artérias vertebrais causam acidentes vasculares usualmente envolvendo o cerebelo (BARELLA et al., 2019; SANCHIS-GIMENO et al., 2018; ZIBIS et al., 2017).

## **Abordagem cirúrgica na coluna cervical**

As cirurgias da coluna cervical têm abordagem anterior, com objetivo de acesso aos corpos vertebrais. Com isso, variações dos forames transversos podem causar lesões hemorrágicas ou dificultar a fixação de próteses e, portanto, o conhecimento anatômico e de possíveis variações anatômicas ajudam a evitar complicações cirúrgicas (PEKALA et al., 2017; ZIBIS et al., 2017).

# Tudo é Ciência: do Big Bang ao Metaverso

1º Congresso Brasileiro de Ciência  
e Saberes Multidisciplinares

Já a via posterior é mais utilizada para lesões nos pedículos e processos transversos e, da mesma maneira, as variações do forame transversos podem interferir nos resultados cirúrgicos (AKAR et al., 2015; ZIBIS et al., 2017).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Poucos estudos sobre a relação entre variações anatômicas dos forames transversos e as artérias vertebrais foram desenvolvidos e, além disso, os estudos realizados apresentam amostras relativamente pequenas, o que não permite conclusões específicas. Todavia, essas informações são muito relevantes para a investigação clínica e procedimentos cirúrgicos, uma vez que as variações anatômicas demonstram grande possibilidade de impacto no fluxo sanguíneo encefálico. Portanto, é importante a avaliação eficiente e conhecimento dos profissionais de saúde acerca desses possíveis impactos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKAR, A. et al. The relationship vertebral artery with anatomical landmarks in the posterior craniovertebral junction of fresh human cadavers in Turkish population.

**Turkish Neurosurgery**, 2015.

BARELLA, R. P. et al. Profile of the care of patients with vascular cerebral accident in a phantantrophic hospital of the south of Santa Catarina and feasibility study for implementation of the Stroke. Unit. v. 48, n. 1, p. 131–143, mar. 2019.

DUARTE, M. L. et al. Artéria Vertebral Tortuosa – Um achado raro. **Revista Brasileira de Neurologia e Psiquiatria**. v. 24, n. 2, 2020.

YOUNG, W. F. Sistema Endócrino. Coleção Netter de Ilustrações Médicas. Volume 2. **London: Elsevier Health Sciences Brazil**, 2014.

KAJIMOTO, B. H. J. et al. Estudo anatômico do trajeto da artéria vertebral na coluna cervical inferior humana. **Acta Ortopédica Brasileira**, v. 15, n. 2, p. 84 – 86, 2007.

LACERDA, N. et al. Variação anatômica de artéria vertebral: um relato de caso. **Rev. Ciênc. Saúde Nova Esperança**. v. 14, n. 2, p. 131–36, dez. 2016.

MOORE, Keith L. et al. **Anatomia Orientada para Clínica**. 8.ed. Guanabara Koogan, 2019.



# Tudo é Ciência: do Big Bang ao Metaverso

1º Congresso Brasileiro de Ciência  
e Saberes Multidisciplinares

MOREIRA, J. J. M. Estudo morfométrico do forame transverso. Mestrado em Ortopedia, Traumatologia e Reabilitação - Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, 15 jan. 2020.

PEKALA, P. A. et al. Prevalence of foramen arcuale and its clinical significance: a meta-analysis of 55,985 subjects. **Journal of Neurosurgery: Spine**, v. 27, n.3, p. 276-290, set. 2017.

SANCHIS-GIMENO, Juan A. et al. Can the transverse foramen/ vertebral artery ratio of double transverse foramen subjects be a risk for vertebrobasilar transient ischemic attacks? **Journal of Anatomy**, 2018.

XIAOZHI, L. et al. A rare case of the dual origin of the right vertebral artery with an aortic arch origin of the left vertebral artery. **Eur J Anat**, v. 22, n.5, p. 419– 423, 2018.

ZIBIS, Aristeidis et al. Variations of transverse foramina in cervical vertebrae: what happens to the vertebral artery? **European Spine Journal**, 27.ed. p. 1278-1285, 2018