

CARACTERIZAÇÃO ANATOMOCLÍNICA E ASPECTOS RADIOGRÁFICOS DA INVAGINAÇÃO BASILAR E OUTRAS NEURODISPLASIAS ASSOCIADAS: UMA BREVE REVISÃO

Daniel Lopes Araújo¹, **Bruno Abílio da Silva Machado**², **Vitória Pires Alencar**³,
Emanuel Osvaldo de Sousa⁴, **Allan Bruno Alves de Sousa Santos**⁵, **Josué Brito Gondim**

¹ Universidade Federal de Pernambuco, (lopes.araujo@gmail.com)

² Centro Universitário Maurício de Nassau, (brunnoabillio92@gmail.com)

³ Centro Universitário UNINOVAFAPI, (vitoriapalencar@outlook.com)

⁴ Universidade Estadual do Piauí, (emanfisio@hotmail.com)

⁵ Faculdade de Educação São Francisco, (abass@faesf.com.br)

⁶ Instituto Michelle Sales, (josue5brito1@gmail.com)

Resumo

Objetivo: o objetivo da presente pesquisa foi associar os aspectos anatômicos e clínicos da IB por meio de achados em exames por imagem e correlacionar esses resultados a acurácia sobre o desempenho diagnóstico da ressonância magnética (RM) como método avaliativo para a invaginação basilar e outras anormalidades associadas. **Método:** Trata-se de um estudo de revisão da literatura. Para tanto, utilizamos na busca os descritores: Invaginação basilar; Malformação; Junção craniovertebral (juntos e separados). No critério de seleção optamos por artigos completos, no período de: 2014 – 2021 (últimos 5 anos), nos idiomas: português e inglês. As buscas foram realizadas nos bancos de dados: Scielo, Pubmed, Google acadêmico. Os artigos foram selecionados primeiramente por título, posteriormente por resumo, e por fim, por leitura completa. **Resultados:** A Invaginação Basilar (IB) é a anormalidade mesodérmica mais comumente encontrada entre as principais anormalidades da junção craniovertebral (JCV). Caracteriza-se pela protusão severa da coluna cervical no tronco encefálico por meio do forame magno. Estudos acerca dessa temática são grande importância clínica, especialmente na região nordeste do Brasil, onde há um grande índice de casos dessas malformações. Observou-se que a ressonância magnética é considerada o padrão ouro para avaliação de pacientes acometidos com IB. A anatomia demonstrada através de imagens de RM sugere que os principais achados são deslocamento superior do processo odontoide, inclinação exagerada do forame magno e compressão do tronco encefálico, que em alguns casos podem estar associados a um quadro de malformação de Chiari. Desse modo, será visível a herniação das tonsilas cerebelares. A correção cirúrgica geralmente é solicitada, porém essas intervenções irão depender do tipo de neurodisplasia. **Conclusão:** É perceptível a importância clínica e o saber aprofundado acerca das malformações da junção craniovertebral, para que exista uma boa abordagem cirúrgica e a melhora da qualidade de vida do paciente.

Palavras-chave: Invaginação basilar; Malformação; Junção craniovertebral.

Área Temática: Inovações e Tecnologias na Área Clínica e Cirúrgica

Modalidade: Trabalho completo

A junção craniovertebral (JCV) é o complexo anatomofuncional que marca a transição entre o cérebro e a medula espinhal e que envolve o forame magno, sendo composta pelo osso occipital, primeira e segunda vértebras cervicais, bem como alguns ligamentos importantes e outras estruturas vasculares e neurais. Dessa forma, por se tratar de uma região de bastante complexidade, pode estar sujeita ao acometimento de anormalidades conformacionais, congênicas ou adquiridas, como platibasia, malformação de Arnold Chiari e invaginação basilar (MARINI et al., 2017; DO VALE et al., 2019; SILVA et al., 2020).

A Invaginação Basilar (IB) é a malformação mesodérmica mais comum da junção craniovertebral, que consiste em uma insinuação da coluna cervical em direção à base do crânio. Está subdividida em dois tipos, o tipo A: acontece quando há invasão do processo odontóide (dente do eixo) pelo forame magno; o tipo B ocorre quando as duas primeiras vértebras cervicais ascendem de forma conjunta, trazendo a compressão do tronco encefálico (TE). Esse tipo de anomalia é geralmente frequente na Ásia e no nordeste brasileiro. Vale salientar que a IB do tipo B apresenta a quase totalidade dos casos nessa região do Brasil, já na Índia, quase metade dos casos é de invaginação basilar do tipo A. Em alguns casos, na IB do tipo B, nota-se malformação de Chiari associada (BARRETO et al., 2017; MIRANDA et al., 2017; DE BRITO E SILVA et al., 2020).

Muitos autores atuais ainda continuam a confundí-la com a platibasia, servindo de índices radiológicos errôneos para o diagnóstico de invaginação da base do crânio. Quanto às malformações nervosas associadas, basta referir a falta de precisão que subsiste sobre o conceito da síndrome de Arnold Chiari, numerosas vezes associada às deformidades ósseas da transição crânio-raqueana. O conhecimento adequado sobre essa patologia se faz necessário dado o caráter polimorfo da sintomatologia clínico-neurológica da invaginação basilar, onde muitos diagnósticos errôneos são dados, confundindo-a com siringomiélobulbia, esclerose múltipla e esclerose lateral amiotrófica (VIEIRA et al., 2018; NETO et al., 2018).

Diversas são as hipóteses de como ocorre o surgimento da IB. Existem a causa primária, que está ligada por um desenvolvimento anormal do neuroesqueleto do eixo, sendo frequentemente associada a outras anomalias congênicas e a causa secundária é causada por afecções ósseas diversas, como osteomalácia, osteogênese imperfeita, doença de Paget, displasia fibrosa e osteoporose. Em um dos primeiros estudos no que se diz respeito a invaginação basilar, mencionava-se que uma das principais características visíveis de pacientes acometidos com IB é um pescoço curto, em outros casos, podem ocorrer variações como: baixa

implantação capilar, delimitação na mobilidade da região do pescoço, dor e limitação na região cervical (DO VALE et al., 2019; SHAH; SERCHI, 2016; CREMONESI et al., 2020).

Ainda que não existam tantos dados epidemiológicos acerca dessas malformações, a literatura encontrada evidencia que o nordeste brasileiro apresenta um panorama considerável de casos de pacientes acometidos por neurodisplasias da JCV. Relata-se uma maior incidência em indivíduos com a idade entre 30 à 50 anos, sendo rara a ocorrência de casos em crianças (DO VALE et al., 2019).

Quando começaram as investigações sobre patologias da JCV, o diagnóstico por imagem era realizado através de exames radiográficos simples, pois era o único método disponível na época. Mas esse método diagnóstico apresentava diversas problemáticas quanto a qualidade da imagem e sobreposição de estruturas anatômicas que por muitas vezes nem eram o objetivo do estudo. À medida em que as tecnologias foram avançando, novas possibilidades surgiram para que as avaliações diagnósticas se tornassem mais seguras (NASCIMENTO et al., 2018).

Na atualidade, a comprovação diagnóstica pode ser realizada através de análises de exames por imagem de exames radiológicos mais complexos, como ressonância magnética (RM) e tomografia computadorizada (TC). A RM é considerada por diversos autores o exame de radiodagnóstico padrão ouro para avaliação desses tipos de patologia, pois, permite a mensuração dos parâmetros crâniométricos de normalidade, que são: ângulo clivocanal (ACC), o ângulo basal de Welcker (ABW) e a distância do odontoide à linha de Chamberlain (DOLC), bem como uma melhor visualização de estruturas que constituem a extensão da junção craniovertebral e fossa posterior (VIEIRA et al., 2018; NETO et al., 2018).

Embora assuntos relacionados com anormalidades da JCV sejam de suma importância clínica, os estudos que abordam essa temática ainda se encontram bastante escassos, o que serviu de incentivo para a realização desse trabalho. Diante disso, o objetivo dessa pesquisa foi correlacionar os aspectos anatômicos, morfológicos e clínicos de anormalidades da junção craniovertebral, com ênfase na invaginação basilar, associada ou isolada, além de fazer uma comparação radiográfica a partir de achados imaginológicos de ressonância magnética por meio de um estudo de revisão de literatura.

2 MÉTODO

Este estudo foi do tipo revisão integrativa (RI) da literatura nacional e internacional com abordagem retrospectiva em plataformas virtuais que disponibilizam coleções selecionadas de

periódicos científicos, foram estas: Literatura Latino-americana e do Caribe em Ciências da

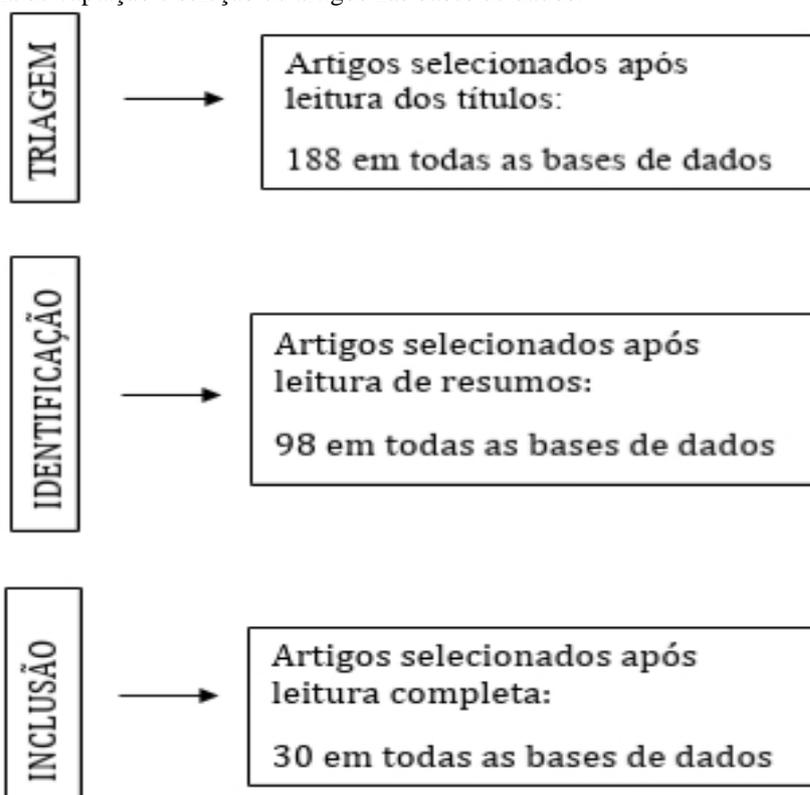
Saúde (LILACS[®]), *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online* (MEDLINE[®]), por meio da ferramenta de indexação de publicações médicas (PubMed), e *Scientific Electronic Library Online* (SciELO). Desenvolveu-se em etapas recomendadas por Mariano (2017): identificação do tema e questão de pesquisa, análise de critérios para inclusão e exclusão de artigos científicos; informações a serem extraídas dos estudos selecionados; avaliação dos estudos incluídos; interpretação dos resultados e apresentação da síntese do conhecimento.

Para tanto, foram utilizadas as perguntas norteadoras: “o que é a invaginação basilar? qual o desempenho diagnóstico da ressonância magnética para diagnóstico da IB? e de que forma essa anormalidade se configura na imagem de RM?”

Foram utilizadas as seguintes terminologias cadastradas nos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS): basilar invagination, Arnold-Chiari malformation, syringomyelia, platybasia, hydrocephalus e brachycephaly (juntos e separados).

Os artigos foram selecionados primeiramente por leitura de título, posteriormente por leitura dos resumos e por fim por meio de leitura completa dos artigos. A pesquisa e seleção desses estudos foram feitas de junho até outubro de 2020. Esquema contendo o fluxograma de busca e seleção dos artigos vinde na figura 1.

Figura 1. Esquema de captação e seleção de artigos nas bases de dados.



Fonte: elaborado pelos autores, 2021.

Como critérios de inclusão, foram selecionados artigos científicos que contemplem o tema em questão, os tipos de estudo foram: estudos e relatos de casos clínicos, revisões de literatura, ensaios iconográficos e estudo de coorte, com abordagem quantitativa e qualitativa, indexados as plataformas no período de 2014 à 2020 (últimos sete anos). Como critérios de exclusão optou-se por artigos não relacionados com o tema, publicados anteriormente ao ano de 2014, que não estavam escritos nos idiomas escolhidos, que não continham embasamento entre metodologia e resultados coerentes e relevantes diante da temática e que estavam duplicados em bases de dados divergentes.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante dos critérios estabelecidos na metodologia desse estudo, foram selecionados 30 artigos científicos para a realização do trabalho.

ANOMALIAS DA JUNÇÃO CRANIOVERTEBRAL

A Junção craniovertebral (JCV) é uma região neuroanatômica de passagem, formada pelo osso occipital e pelas duas primeiras vértebras cervicais, o atlas e o axís. Esse esquema esquelético envolve estruturas importantes dentro da configuração anatomofuncional do Sistema Nervoso Central (SNC), como por exemplo, o tronco cerebral, o cerebelo e a porção proximal da coluna cervical. O atlas (C1) é uma vértebra da coluna cervical que é formada a partir de dois arcos, um anterior e outro posterior, e duas massas laterais, essas massas possuem estruturas denominadas faces articulares e processos transversos. O axís (C2) possui um corpo vertebral anterior, que tem um processo em forma de eixo, que pode ser chamado de dente do axís ou processo odontoíde. O atlas dá origem a articulação atlanto-occipital, a partir do momento em que se articula com os côndilos do osso occipital. Inferiormente, o atlas se articula com o axís por meio das suas faces articulares, dando origem a articulação atlanto-axial, principal responsável pela rotação lateral da cabeça (SHOJA et al., 2018; MANAIA, 2018; MEDEIROS, 2019).

Para Lan e colaboradores (2018) a Malformação de Arnold-Chiari (MC), Platibasia, Braquicefalia, e mais especificamente, a Invaginação Basilar (IB), são as principais anomalias

que podem comprometer a região da Junção Craniovertebral, onde todas as primeiras podem claramente estar associadas a IB.

A Síndrome de Arnold Chiari (MC) é uma das principais malformações da JCV em adultos, e caracteriza quatro anomalias raras que tem ligação direta com a base do crânio. Essa patologia se configura pela herniação congênita ou adquirida do cerebelo por meio do forame magno, trazendo como resultado, a compressão do tronco cerebral. A MC pode estar subdividida em quatro tipos: Tipo I, II, III e IV, onde o quadro de acometimento pode causar alterações graves e ocasionar problemas severos. Há algum tempo vem se estudando a Malformação de Arnold Chiari, e sua implicação clínica que está relacionada com a redução da fossa posterior (FP), no entanto, como a IB pode estar fortemente associada com essa malformação, o comprometimento da FP pode ser ainda maior. Para Pinter et al., (2016) a platibasia é definida como o achatamento da base do crânio. Estudos científicos de pesquisadores da área puderam comprovar que se encontra uma forte correlação entre a platibasia e a invaginação basilar, onde para alguns pesquisadores, a platibasia está mais pertinente as características da invaginação basilar do tipo B, ainda que não possua encadeamentos explícitos com a sintomatologia neurológica, entretanto, tem atividade constante na delimitação da fossa posterior juntamente com a IB. A braquicefalia é um fenótipo de cabeça, desse modo não possui definição patológica, e possui um grande panorama de casos na região nordeste do Brasil e geralmente está correlacionada com a invaginação basilar, onde, quanto maior o índice craniano, maior será a protusão cranial do dente do axís, ou seja, uma forte associação entre a hiperbraquicefalia e a invaginação basilar (CARVALHO NETO, 2017; DE MAGALHÃES et al., 2017; QUEIROZ et al., 2017; RIBEIRO, 2019).

Para Araújo et al., (2017) além das anomalias supracitadas, algumas patologias frequentemente podem estar associadas, sendo alguns exemplos a hipoplasia da foice do cérebro, hipoplasia de tenda cerebelar, ausência de septo pelúcido, microgiria, anormalidades do tentório, anormalidades do aqueduto, hidrocefalia, cisto no forame de Magendie, lacuna no crânio, hidromielia, platibasia, fusão de vértebras cervicais, fusão atlanto-occipital, hemivértebras, escoliose, espinha bífida com meningocele ou mielomeningocele.

As anomalias da JCV podem ter algumas implicações clínicas e cirúrgicas, pelo índice do risco de compressão óssea sobre a transição bulbomedular, ocasionando distúrbios motores como hemiparesia, distúrbios sensoriais compressivos de estruturas como o tronco encefálico e alguns nervos cranianos. Além disso, essas alterações forçam a JCV a ficar em posição de cifose excessiva, o que pode comprometer a vascularização local e provocar dores

musculares e esqueléticas. O diagnóstico desses distúrbios tem uma contribuição valiosa por meio de métodos de imagem (NASCIMENTO et al., 2018; SILVA et al., 2016).

O predomínio de pacientes com IB e MC, isoladamente ou em associação, entre si e com siringomielia, está de acordo com os dados encontrados na literatura, reafirmando o achado de que a IB é uma patologia frequente no nordeste brasileiro (DO NASCIMENTO et al., 2016; NASCIMENTO et al., 2018; DO VALE et al., 2019).

INVAGINAÇÃO BASILAR E O DIAGNÓSTICO POR IMAGEM

Inicialmente, o método radiológico mais acessível para diagnóstico dessas anomalias era a radiografia convencional. Contudo, com o avanço das tecnologias, novas opções foram surgindo, como a tomografia computadorizada (TC), chegando até a ressonância magnética, que permite uma visualização satisfatória quanto as estruturas da JCV (JAIN et al., 2016; GOEL, 2017; FUTNER et al., 2016).

O principal benefício da RM em relação a TC, é justamente no que se diz respeito a melhor demonstração de estruturas neurais, em conjunto com o esqueleto, além disso, ambas evitam a sobreposição de estruturas vistas em exames de radiografia simples. Entretanto, estudos de validação do uso dos antigos parâmetros craniométricos radiográficos como ACC, ABW e DOLC, em exames de RM, e suas respectivas reprodutibilidades são escassos na literatura (XU, 2016; SILVA et al., 2020)

O exame de ressonância magnética (RM) pode ser aplicado em diversas áreas, como na física, química, engenharia e medicina. A mesma tem, sobretudo, participação imprescindível na análise de estruturas anatômicas no sentido de identificar e diagnosticar as mais diversas patologias de um corpo humano, já que possui funções mais complexas do que os exames convencionais, sem nenhuma necessidade de que o paciente submetido ao exame seja exposto a algum tipo de radiação ionizante, o que de certa forma pode ser um aspecto favorável nesse sentido. A RM tem um grande potencial para o diagnóstico da invaginação basilar, por analisar de forma criteriosa as estruturas constituintes da região anatômica da JCV, onde, seu diagnóstico seguro, identificação da possível etiologia e as avaliações de tratamento que são definidas de acordo com o tipo de IB, podem interferir de forma significativa a qualidade de vida dos pacientes (LOBÃO et al., 2020; BASTOS, 2020).

Os parâmetros da JCV podem ser inseridos em grupos de acordo com a estrutura anatômica avaliada. Levando em consideração os principais parâmetros encontrados na

literatura, alguns deles mensuram a projeção superior do processo odontóide, são eles: a distância do ápice do odontóide para a linha de Chamberlain (DOLC), distância do ápice do odontóide para a linha de McGregor (DOMG), e o ângulo clivo-canal (ACC); os empregados na avaliação da conformação da base do crânio são representados pelo ângulo basal de Welcker (ABW) e o ângulo de Boogaard (ABO) (NASCIMENTO, 2019).

Muitos dos parâmetros craniométricos que eram utilizados na detecção de anomalias da JCV foram primeiro propostos há várias décadas em imagens de radiografia convencional, que demonstravam somente estruturas ósseas. O posicionamento do paciente era sujeito à angulação, e apenas uma imagem frontal e uma imagem lateral única geralmente estavam disponíveis em exames de cabeça. Além disso, pontos de referência ósseos eram, às vezes, difíceis de visualizar, devido à sobreposição de estruturas que não deveriam ser o objeto do estudo. Outras problemáticas relacionadas com a qualidade das imagens obtidas eram relatadas, o que incapacitava, de certa forma, a visualização anatômica (FRADE et al., 2017; DE BRITO SILVA et al., 2020; VASCONCELOS et al., 2020).

Além de trazer contribuições acerca do diagnóstico, os métodos de craniometria da JCV têm sido utilizados para a condução de diversas pesquisas sobre o assunto, e também investigar suas relações anatômicas e prognóstico pós-cirúrgico (HENDERSON et al., 2017; LAN et al., 2018).

Mesmo diante de toda relevância clínica da craniometria para a avaliação e quantificação da IB, alguns resultados sobre a acurácia diagnóstica daqueles parâmetros clássicos ainda são pendentes na literatura, onde, desde as primeiras descrições na radiografia os limites de normalidade têm sido divergentes. A ausência de um consenso pode estar associado à diversas abordagens metodológicas dos estudos, como por exemplo, à padronização dos critérios de amostragem e ao método de imagem utilizado, que na maioria dos estudos, têm sido utilizados os exames de ressonância magnética (NASCIMENTO, 2019).

No início dos estudos sobre a invaginação basilar, quando Chamberlain (1939) realizou a descrição da linha que envolvem as regiões pálabo-occipital, a qual recebe o seu nome, vários outros recursos foram propostos (MIRANDA et al., 2017). Entretanto, os critérios craniométricos utilizados para mensurar a DOLC são utilizados até hoje, onde, é considerada uma das melhores medidas para avaliação da JCV.

No que se diz respeito ao exame de ressonância magnética para diagnóstico da IB, quase sempre a sequência de pulso utilizada é de T1 sagital volumétrica e isotrópica. Há registros na literatura de que quando o aparelho de RM é de baixo campo, as limitações

teciduais são compensadas com um tempo de aquisição maior. O corte seccional mais utilizado é o sagital, que melhor demonstra o ápice do processo odontóide e demais referências craniométricas necessárias para a mensuração dos testes craniométricos (NASCIMENTO, 2018).

Os resultados indicados por Nascimento (2019) mostraram que os parâmetros clássicos de Chamberlain (DOLC) e Boogaard (ABO) apresentaram um melhor desempenho para detectar a IB. Isso não foi surpreendente visto que aqueles parâmetros são empregados na avaliação da IB há várias décadas, desde as primeiras descobertas acerca dessa patologia. Um fator que pode ter contribuído para a forte confiabilidade no presente estudo é o fato de as medidas terem sido realizadas na RM, que oferece resolução espacial dos marcos anatômicos da JCV, permitindo a reprodução precisa das medidas. Os outros métodos craniométricos, DOMG, ACC e ABW, também foram testados e se demonstraram eficazes, tendo assim sua importância na avaliação e radiodiagnóstico de malformações como a IB, todavia, o ABO e DOLC apresentaram uma maior acurácia.

Nas evidências encontradas nos trabalhos realizados por Do Nascimento et al., (2016) e Nascimento et al., (2018), foram identificados poucos estudos em RM sobre reprodutibilidade de parâmetros craniométricos da JCV. Em um estudo realizado por Silva et al., (2020), pesquisadores puderam analisar a reprodutibilidade intraobservador e interobservador do ângulo cervicomedular, que também é utilizado como método para avaliação do risco de compressão da medula espinhal. O ângulo cervicomedular é caracterizado como um ângulo formado pela interseção de linhas traçadas paralelamente à superfície anterior da medula e do tronco cerebral. Nesse estudo, a média foi de 158,46°, sendo essas medidas altamente confiáveis (DE BRITO SILVA et al., 2020).

4 CONCLUSÃO

Diante do exposto, é perceptível a importância clínica e o saber aprofundado acerca das malformações da junção craniovertebral, nos seus mais diversos parâmetros: anatomia, diagnóstico, avaliações e tratamento. Desta forma, pode haver o desencadeamento de novas abordagens diante do quadro de acometimento, trazendo assim uma melhoria na qualidade de vida de pacientes portadores dessas anormalidades.

É importante justificar a utilização imagiológica da ressonância magnética como método criterioso no diagnóstico de IB, ressaltando que a falha diagnóstica ou até mesmo o

diagnóstico tardio pode acabar trazendo sequelas incapacitantes e permanentes em consequência da compressão crônica de estruturas nervosas constituintes da JCV.

Entretanto, sabe-se que essa temática é um assunto de poucas referências na literatura. Por este motivo, novos estudos podem trazer contribuições consideráveis para pesquisadores e médicos que no seu dia a dia lidam com essa questão.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Itamar Alves et al. MALFORMAÇÃO DE ARNOLD-CHIARI: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.

BASTOS, JSOÉ CARLOS FERREIRA; SALES, GILVANDENYS LEITE. A FÍSICA NA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA.

CARVALHO NETO, Arnolfo de; BERTHOLDO, Débora Brighente. Craniocervical junction abnormalities in northeast Brazilian population. **Arquivos de neuro-psiquiatria**, v. 75, n. 7, p. 410-411, 2017.

CREMONESI, Eugesse et al. Anestesia para Portador de Disostose Metafisária de Jansen Relato de um Caso. **Brazilian Journal of Anesthesiology**, v. 35, n. 1, p. 67-69, 2020.

DE BRITO SILVA, Alexandre Tejo Pereira et al. Parâmetros craniométricos para platibasia e invaginação basilar na ressonância magnética: estudo de reprodutibilidade. **Radiologia Brasileira**, v. 53, n. 5, p. 314-319, 2020.

DE MAGALHÃES, Marcelo José da Silva et al. Alterações neuroanatômicas do encéfalo na malformação Arnold-Chiari II. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, n. 19, p. e710-e710, 2019.

DO NASCIMENTO, José Jailson Costa et al. Cranial measurement indices in the state of Paraíba, Northeast of Brazil. **Int J Anat Res**, v. 4, n. 3, p. 2637-42, 2016.

DO VALE, Bruna Lisboa et al. Cefaleia em Malformações da Junção Craniovertebral. Análise de 65 casos operados. **JBNC-JORNAL BRASILEIRO DE NEUROCIRURGIA**, v. 29, n. 2, 2019.

FRADE, Heitor Cabral et al. Cranio-vertebral transition assessment by magnetic resonance imaging in a sample of a northeast Brazilian population. **Arquivos de neuro-psiquiatria**, v. 75, n. 7, p. 419-423, 2017.

FURTNER, J. et al. Occipitocervical junction: Anatomy, craniometry and pathology. **Der Radiologe**, v. 56, n. 4, p. 375-86; quiz 387, 2016.

GOEL, Atul. Short neck, short head, short spine, and short body height—Hallmarks of basilar invagination. **Journal of craniovertebral junction & spine**, v. 8, n. 3, p. 165, 2017.

HENDERSON, Fraser C. et al. Utility of the clivo-axial angle in assessing brainstem deformity: pilot study and literature review. **Neurosurgical review**, v. 41, n. 1, p. 149-163, 2018.

JAIN, Nishchint et al. CT and MR imaging of odontoid abnormalities: a pictorial review. **The Indian journal of radiology & imaging**, v. 26, n. 1, p. 108, 2016.

LAN, Sibin et al. Atlantoaxial joint distraction for the treatment of basilar invagination: clinical outcomes and radiographic evaluation. **World neurosurgery**, v. 111, p. e135-e141, 2018.

LOBÃO, Carlos Augusto Ferreira et al. Hemifacial Spasm Associated with Chiari Type I Malformation: Surgical Considerations and Case Report. **Arquivos Brasileiros de Neurocirurgia: Brazilian Neurosurgery**, v. 39, n. 02, p. 136-141, 2020.

MANAIA, Gustavo Fitas. Abordagem Posterior no Tratamento da Malformação da Junção Crânio-Vertebral.

MARIANO, Ari Melo; ROCHA, Maíra Santos. Revisão da literatura: apresentação de uma abordagem integradora. In: **AEDEM International Conference**. 2017. p. 427-442.

MEDEIROS, Rafael José de. **Descrição anatômica do acesso transmaxilar à base do crânio: estudo em cadáveres humanos**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

MIRANDA, Carlos Eduardo Vasconcelos et al. Management of a Complex Basilar Invagination Case with Multiple Revision Surgeries-Case Report. **Brazilian Neurosurgery-Arquivos Brasileiros de Neurocirurgia**, 2017.

NASCIMENTO, José JC et al. Relationship between basilar invagination and brachycephaly in Northeastern Brazil. **European journal of radiology**, v. 104, p. 58-63, 2018.

NASCIMENTO, José Jailson Costa do. **Desempenho diagnóstico de parâmetros craniométricos para a invaginação basilar**. 2019. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

NETO, Severino Aires Araújo; FRANÇA, Caio César Nuto Leite; DE ALMEIDA, Maurus Marques. Análise da transição craniovertebral por ressonância magnética em amostra do Nordeste brasileiro.

QUEIROZ, Rodolfo Mendes et al. Cleidocranial dysplasia: description with emphasis on the radiographic aspects of three cases in a family. **Medicina (Ribeirão Preto)**, v. 50, n. 6, p. 371-376, 2017.

RIBEIRO, Elayne Cristina de Oliveira. **Parâmetros do volume da fossa posterior na impressão basilar do tipo b na braquicefalia**. 2019. Dissertação de Mestrado. Brasil.

SHOJA, Mohammadali M. et al. Embryology of the craniocervical junction and posterior cranial fossa, part I: development of the upper vertebrae and skull. **Clinical Anatomy**, v. 31, n. 4, p. 466-487, 2018.

SILVA, Luís Eduardo Carelli Teixeira da et al. Results of the use of peek cages in the treatment of basilar invagination by Goel technique. **Coluna/Columna**, v. 15, n. 1, p. 61-64, 2016.

SILVA, Alexandre Tejo Pereira de Brito et al. Craniometric parameters for the evaluation of platybasia and basilar invagination on magnetic resonance imaging: a reproducibility study. **Radiologia Brasileira**, v. 53, n. 5, p. 314-319, 2020.

VASCONCELOS, Beatriz B. et al. Is Basilar Invagination Related with Stenosis of the Hypoglossal Nerve Canal?. **World neurosurgery**, v. 137, p. e354-e357, 2020.

VIEIRA, Renata Mendes et al. Espectro do envolvimento do sistema nervoso central em doenças reumatológicas: ensaio iconográfico. **Radiologia Brasileira**, v. 51, n. 4, p. 262-267, 2018.

XU, Shuaishuai; GONG, Ruozhen. Clivodens angle: a new diagnostic method for basilar invagination at computed tomography. **Spine**, v. 41, n. 17, p. 1365-1371, 2016.