

Parâmetros craniométricos para platibasia e invaginação basilar na ressonância magnética: estudo de reprodutibilidade

Craniometric parameters for the evaluation of platybasia and basilar invagination on magnetic resonance imaging: a reproducibility study

Alexandre Tejo Pereira de Brito Silva^{1,a}, Lucas Tejo Pereira de Brito Silva^{1,b}, Alysson Emannuel Neves Rodrigues Vieira^{1,c}, Cibelle Ingrid Estevão de Melo^{1,d}, José Jailson Costa do Nascimento^{2,e}, Carlos Fernando de Mello Júnior^{1,f}, Selene Cordeiro Vasconcelos^{1,g}, Severino Aires de Araújo-Neto^{1,h}

1. Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, PB, Brasil. 2. Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, PE, Brasil.

Correspondência: Dr. Alexandre Tejo Pereira de Brito Silva. Universidade Federal da Paraíba. Cidade Universitária, s/nº. João Pessoa, PB, Brasil, 58051-900. E-mail: alexandretejo@gmail.com.

a. <https://orcid.org/0000-0001-9106-5261>; b. <https://orcid.org/0000-0002-0081-9900>; c. <https://orcid.org/0000-0002-0996-9542>;

d. <https://orcid.org/0000-0001-8464-8944>; e. <https://orcid.org/0000-0002-0365-665X>; f. <https://orcid.org/0000-0002-7316-8520>;

g. <https://orcid.org/0000-0002-8828-1251>; h. <https://orcid.org/0000-0001-5141-2601>.

Recebido para publicação em 26/5/2019. Aceito, após revisão, em 8/11/2019.

Como citar este artigo:

Silva ATPB, Silva LTPB, Vieira AENR, Melo CIE, Nascimento JJC, Mello Júnior CF, Vasconcelos SC, Araújo-Neto SA. Parâmetros craniométricos para platibasia e invaginação basilar na ressonância magnética: estudo de reprodutibilidade. Radiol Bras. 2020 Set/Out;53(5):314–319.

Resumo **Objetivo:** Realizar um estudo de reprodutibilidade do ângulo clivocanal (ACC), ângulo basal de Welcker (ABW) e distância do odontoide à linha de Chamberlain (DOLC) em ressonância magnética (RM).

Materiais e Métodos: Quatro examinadores, dois graduandos de medicina e dois radiologistas, avaliaram, respectivamente, 100 e 50 indivíduos adultos submetidos a RM de crânio, consecutiva e aleatoriamente. Cada um realizou duas leituras para cada paciente em diferentes ocasiões, de forma cega e independente. As análises de concordância intraobservador e interobservador foram realizadas pelo coeficiente de correlação intraclasse (CCI), com intervalo de confiança de 95%.

Resultados: As medidas médias, considerando todos os examinadores, foram: ACC = 150°, ABW = 130°, DOLC = 2,5 mm. A análise interobservador entre os estudantes revelou CCI de 0,980, 0,935 e 0,967 para ACC, ABW e DOLC, respectivamente, e para os radiologistas, CCI de 0,977, 0,941 e 0,982, respectivamente. A análise interobservador entre estudantes e radiologistas revelou CCI de 0,980, 0,992 e 0,990, respectivamente. Em relação à análise intraobservador, as medidas do ACC tiveram CCI variando entre 0,929 e 0,959, ABW entre 0,918 e 0,964 e DOLC entre 0,918 e 0,981.

Conclusão: ACC, ABW e DOLC obtiveram excelentes reprodutibilidades intraobservador e interobservador na RM.

Unitermos: Cefalometria; Invaginação basilar; Junção craniovertebral; Processo odontoide/anormalidades; Ressonância magnética; Reprodutibilidade de resultados.

Abstract **Objective:** The present study aims to perform a reproducibility study of the clivus-canal angle (CCA), Welcker's basal angle (WBA), and the distance from the odontoid process to Chamberlain's line (DOCL) on magnetic resonance imaging (MRI).

Materials and Methods: Two medical students and two radiologists respectively evaluated 100 and 50 consecutive MRI scans of adult skulls, selected randomly. Each examiner, working independently and blinded to the previous results, performed readings for each patient on two different occasions. Measurements were performed in T1-weighted sequences acquired in the midsagittal plane. The levels of intraobserver reproducibility and interobserver agreement were evaluated by calculating the intraclass correlation coefficients (ICCs) and the corresponding 95% confidence intervals.

Results: The mean values obtained by the examiners were 150° for the CCA, 130° for the WBA, and 2.5 mm for the DOCL. The ICC for interobserver agreement was 0.980, 0.935, and 0.967, for the CCA, WBA, and DOCL, respectively, for the students, compared with 0.977, 0.941, and 0.982, respectively, for the radiologists, and 0.980, 0.992, and 0.990, respectively, for all of the examiners together. In the analysis of intraobserver agreement, the ICC ranged from 0.929 to 0.959 for the CCA, from 0.918 to 0.964 for the WBA, and from 0.918 to 0.981 for the DOCL.

Conclusion: The measurement of the CCA, WBA, and DOCL appears to show excellent intraobserver reproducibility and interobserver agreement on MRI.

Keywords: Cephalometry; Basilar invagination; Craniovertebral junction; Odontoid process/abnormalities; Magnetic resonance imaging; Reproducibility of results.

INTRODUÇÃO

A junção craniovertebral (JCV) marca a transição entre o cérebro e a medula espinal, sendo responsável pela

mobilidade e estabilidade craniana. Esta região abrange várias estruturas anatômicas, tais como o osso occipital, o forame magno, o atlas e o eixo, os ligamentos de suporte e

importantes estruturas vasculares e neurais, e está sujeita a anormalidades conformacionais, congênitas ou adquiridas, como platibasia e invaginação basilar⁽¹⁻⁴⁾.

Platibasia se refere ao achatamento da base do crânio, e a invaginação basilar se refere à projeção cefálica do processo odontoide em direção à fossa posterior^(4,5). Ambas as alterações podem estar associadas. Sintomas neurológicos de compressão medular e do tronco encefálico podem ocorrer na invaginação basilar^(4,6). A invaginação basilar pode ser classificada em dois tipos: A e B. No tipo A existe uma instabilidade atlantoaxial na qual o processo odontoide luxado transpassa o plano do forame magno. No tipo B, a base do crânio invagina e leva consigo a coluna cervical superior para um plano mais cefálico em relação à base occipital. Entretanto, neste tipo, o processo odontoide permanece alinhado ao arco anterior da vértebra C1 e, dessa forma, não invade o forame magno⁽⁶⁾. Aparentemente, cada tipo decorre de um processo fisiopatológico diferente, sendo o tipo A predominantemente uma luxação e o tipo B decorrente de algum grau de displasia óssea, geralmente occipital.

As anomalias na JCV são especialmente frequentes na Índia e no nordeste brasileiro⁽⁷⁻⁹⁾, ressaltando-se que o tipo B constitui a quase totalidade dos casos nessa região do Brasil, enquanto na Índia quase metade dos casos é de invaginação basilar tipo A. Nesses países, as casuísticas cirúrgicas relatadas estão entre as maiores do mundo⁽¹⁰⁻¹²⁾. Estudos indicam que a invaginação basilar tipo B pode estar associada a conformação achatada da calota craniana, ou braquicefalia, fenótipo encontrado em cerca de 80% da população nordestina brasileira, de acordo com Nascimento et al., e essa prevalência é bem maior do que em amostras de europeus ocidentais e norte-americanos^(10,13). Conforme frisado por Frade et al.⁽¹¹⁾, esses autores acreditam que essas anomalias são ainda mais prevalentes no sertão nordestino do que na zona litoral, onde, desde 2013, avaliam amostras de RM de crânio. Diante dessas peculiaridades epidemiológicas, fisiopatológicas e certamente terapêuticas que distinguem os tipos de invaginação basilar, o presente trabalho restringe-se ao estudo do tipo B.

O diagnóstico por imagem é fundamental na avaliação das anormalidades da JCV e tem como base o uso de parâmetros craniométricos compostos essencialmente por linhas e ângulos. Três dos parâmetros mais empregados são o ângulo clivocanal (ACC), o ângulo basal de Welcker (ABW) e a distância do odontoide à linha de Chamberlain (DOLC)^(2,4,5,14-16). Em princípio, esses parâmetros foram propostos para exames de radiografia simples, única ferramenta de diagnóstico por imagem disponível na época^(14,15,17).

À medida que a tomografia computadorizada (TC) e, posteriormente, a ressonância magnética (RM), hoje o padrão ouro, foram disponibilizadas para uso clínico, os antigos parâmetros radiográficos para JCV passaram a ser aplicados nos novos métodos, tanto para fins assistenciais quanto nas pesquisas. A principal vantagem da RM em

relação à TC consiste na melhor demonstração das estruturas neurais, em conjunto com o esqueleto, além de ambas evitarem as sobreposições de estruturas ósseas observadas na radiografia^(2,17,18). Não obstante, 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^(11,14,17,19).

O presente estudo tem por objetivo avaliar a reprodutibilidade do ACC, ABW e DOLC na RM e comparar o desempenho da análise craniométrica da JCV realizada por estudantes de medicina e radiologistas experientes.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este é um estudo retrospectivo de validação de ferramenta diagnóstica em equipamento de tecnologia diferente da inicialmente testada. O projeto foi aprovado pelo comitê de ética da instituição (CAAE 30255914.1.0000.5188).

Desenho do estudo e amostra

Os autores realizaram, entre 2016 e 2017, um estudo de reprodutibilidade das medidas do ACC, do ABW e da DOLC em exames de RM de crânio de 100 pacientes adultos. Os exames foram realizados entre 2011 e 2012 e selecionados posteriormente de forma aleatória e consecutiva, a partir de um serviço privado de imagem. Os exames foram feitos por demanda ambulatorial espontânea, sob diversas indicações médicas, não relacionadas ao protocolo desta pesquisa. Pacientes com menos de 18 anos de idade não foram incluídos. Os critérios de exclusão foram história ou sinais imaginológicos de cirurgia na base do crânio e problemas na qualidade da imagem que impossibilitassem a identificação dos marcos anatômicos necessários ao traçado dos parâmetros.

Como o objetivo era abordar a reprodutibilidade do teste em toda sua gama de medições possíveis, platibasia ou invaginação basilar eventualmente encontradas nos exames de RM contidos na amostra não foram excluídas. Não são, porém, foco do estudo a estimativa de sua prevalência ou características patológicas específicas. Pelos motivos já expostos, não foram incluídos pacientes com invaginação basilar tipo A.

Método de imagem

Os exames foram realizados em aparelho 0.35 T Magnetom (Siemens Medical Solution, Erlangen, Alemanha). As medidas foram traçadas na sequência sagital gradiente-eco rápido tridimensional volumétrico e isotrópico, com espessura de corte de 0,9 a 1,1 mm, no corte mediano que melhor demonstrou, concomitantemente, o topo do processo odontoide e o aqueduto mesencefálico. Para atingir relação sinal-ruído semelhante à obtida habitualmente por aparelhos de alto campo, o número de aquisições nesta sequência foi aumentado e o tempo de aquisição foi, conseqüentemente, estendido para cerca de 9 minutos, comparável aos parâmetros de resolução de

imagem de um aparelho 1.5 T de RM com tempo de aquisição de 4–5 minutos. As imagens em formato DICOM foram manipuladas por meio do *software* OsiriX versão 3.9.2 (Pixmeo SARL, Berna, Suíça).

Craniometria

Com base no descrito por Smoker et al., o ACC foi medido como o ângulo formado pela interseção da linha desenhada ao longo da superfície posterior do clivo com a linha que tangencia a margem posterior do processo odontoide e corpo do eixo⁽¹⁵⁾. O ABW foi medido pela interseção entre linhas traçadas do násion até a tuberosidade da sela turca e outra deste ponto para o bázion⁽¹⁵⁾. A linha de Chamberlain foi traçada a partir da margem posterior do forame magno (ópstion) até a margem dorsal do palato duro; a DOLC foi medida por meio de uma linha traçada em ângulo de 90 graus da linha de Chamberlain até a ponta do processo odontoide (Figura 1)⁽²⁰⁾.

Os examinadores foram divididos em dois grupos: grupo A, composto por dois estudantes de medicina que cursavam o 3º ano, e grupo B, constituído por dois radiologistas com mais de 15 anos de experiência em neuroimagem. Os alunos receberam treinamento prévio, segundo as orientações da literatura, para a medição dos parâmetros craniométricos, sendo realizadas medidas em 10 exames escolhidos aleatoriamente e que não compuseram a amostra, em um estudo piloto que antecedeu o protocolo de pesquisa. Os estudantes avaliaram 100 exames de RM, enquanto os radiologistas avaliaram as 50 primeiras RMs da mesma amostra, quando a análise já alcançara significância estatística, justificando a descontinuidade da leitura pelos radiologistas. A leitura de cada exame foi feita duas vezes, com intervalo mínimo de três semanas entre as medidas para atenuar o viés de memória. As medições foram registradas em planilhas por auxiliares não relacionados ao procedimento de leitura, de modo que os examinadores ficaram cegos para seus resultados anteriores e os resultados dos outros examinadores.

Análise estatística

A análise estatística foi realizada utilizando o *software* SPSS versão 20.0 (IBM Corp., Armonk, NY, EUA). A confiabilidade intraobservador e interobservador foi avaliada pelo cálculo do coeficiente de correlação intraclass (CCI), interpretado da seguinte maneira: < 0,4, nível de concordância pobre; 0,40–0,59, nível de concordância razoável; 0,60–0,74, nível de concordância bom; > 0,74, nível de concordância excelente⁽²¹⁾. Para a análise interobservador foi utilizada a média aritmética das duas leituras de cada examinador. Para comparar o grupo A e o grupo B, usou-se a média das quatro medidas de cada grupo. A comparação entre os sexos foi realizada pelo teste U de Mann-Whitney. A correlação de Spearman foi utilizada para verificar a relação entre as medidas e a idade.

A representação gráfica foi realizada pelo gráfico de Bland-Altman, no qual cada ponto se refere a um exame de RM e sua localização no eixo y expressa a diferença entre as duas medidas avaliadas⁽²²⁾. O eixo y exibe três linhas: a linha central representa a diferença média da amostra e as linhas superior e inferior representam os limites de concordância dentro de ± 1.96 desvio-padrão da diferença média da amostra. O eixo x representa o valor médio do parâmetro medido. Quanto mais próximas entre si forem as linhas do eixo y e quanto maior o número de pontos concentrados dentro de seus limites, mais confiável será o exame.

RESULTADOS

Foram examinados 100 pacientes, sendo 55% do sexo feminino e 45% do sexo masculino. A média de idade foi de 45,7 anos, variando de 18 a 88 anos (desvio-padrão = 18,1). Não houve diferença significativa nos parâmetros craniométricos para sexo. Não houve correlação estatisticamente significativa entre os parâmetros craniométricos e a idade (ACC: $r = -0,094$, $p = 0,351$; ABW: $r = -0,065$, $p = 0,523$; DOLC: $r = 0,041$, $p = 0,684$).

Considerando todos os examinadores, a média do ACC foi de $150^\circ \pm 11^\circ$ (amplitude: 119–176°), a média do ABW

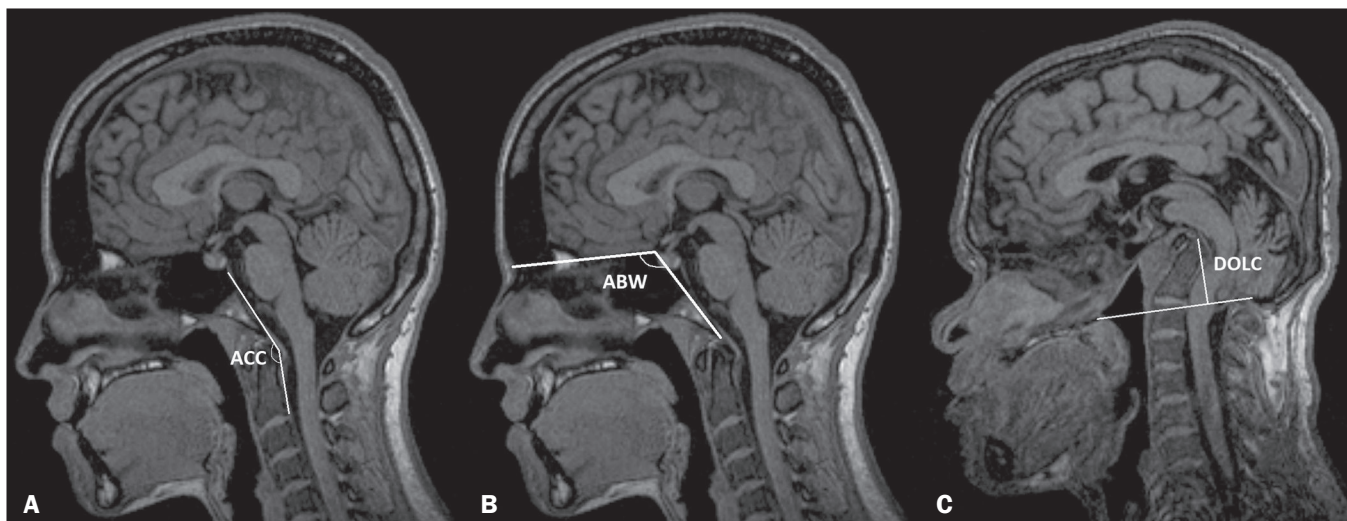


Figura 1. Plano sagital mediano, ponderação T1 da RM. **A:** Medição do ACC. **B:** Medição do ABW. **C:** Medição da DOLC.

foi de $130^{\circ} \pm 8,5^{\circ}$ (amplitude: $115\text{--}158^{\circ}$) e a DOLC teve média de $2,5 \text{ mm} \pm 5,8 \text{ mm}$ (variação: $-5,7$ a $17,4 \text{ mm}$).

Os valores médios e os valores do CCI para a reprodutibilidade intraobservador e interobservador são mostrados nas Tabelas 1 e 2. As representações gráficas da reprodutibilidade interobservador são mostradas nas Figuras 2, 3 e 4.

DISCUSSÃO

As anomalias da JCV podem ter implicações clinicocirúrgicas, pelo risco de compressão óssea sobre a transição bulbomedular, levando a distúrbios motores como hemiparesia, distúrbios sensoriais e distúrbios compressivos do tronco encefálico e de alguns nervos cranianos^(15–17,23). Além disso, essas alterações forçam a JCV a ficar em posição de cifose excessiva, o que pode comprometer a vascularização local e provocar dor musculoesquelética

crônica^(17,23). O diagnóstico desses distúrbios tem uma contribuição valiosa dos métodos de imagem.

Muitos dos parâmetros craniométricos mais utilizados na detecção de anomalias da JCV foram primeiramente propostos e testados há várias décadas em imagens de radiografia simples, que representam preponderantemente estruturas ósseas. Nela, dimensões absolutas são dependentes da distância do filme ao objeto e deste à fonte de raios-X. O posicionamento do paciente está sujeito à angulação, e apenas uma imagem frontal e uma imagem lateral única geralmente estão disponíveis nos exames da cabeça. Além disso, pontos de referência ósseos são às vezes difíceis de visualizar, devido à sobreposição de estruturas que não são o objetivo do estudo. Por sua vez, na RM, tanto as estruturas ósseas quanto as nervosas são bem delimitadas e as imagens seccionais em múltiplos

Tabela 1—Análise da reprodutibilidade intraobservador.

Examinador (exames)	ACC CCI (IC 95%)	ABW CCI (IC 95%)	DOLC CCI (IC 95%)
Estudante A (n = 50)	0,929 (0,897–0,952)	0,936 (0,905–0,956)	0,942 (0,914–0,960)
Estudante B (n = 50)	0,959 (0,939–0,972)	0,941 (0,913–0,960)	0,918 (0,880–0,944)
Radiologista A (n = 100)	0,944 (0,901–0,968)	0,964 (0,937–0,979)	0,981 (0,966–0,989)
Radiologista B (n = 100)	0,929 (0,878–0,959)	0,918 (0,860–0,953)	0,939 (0,894–0,965)

IC 95%, intervalo de confiança de 95%.

Tabela 2—Análise da reprodutibilidade interobservador.

Grupos comparados	Pacientes N	ACC CCI (IC 95%)	ABW CCI (IC 95%)	DOLC CCI (IC 95%)
Estudantes	100	0,980 (0,968–0,988)	0,935 (0,651–0,976)	0,967 (0,908–0,984)
Radiologistas	50	0,977 (0,953–0,988)	0,941 (0,941–0,981)	0,982 (0,967–0,990)
Estudantes e radiologistas	50	0,980 (0,891–0,993)	0,992 (0,985–0,996)	0,990 (0,977–0,995)

IC 95%, intervalo de confiança de 95%.

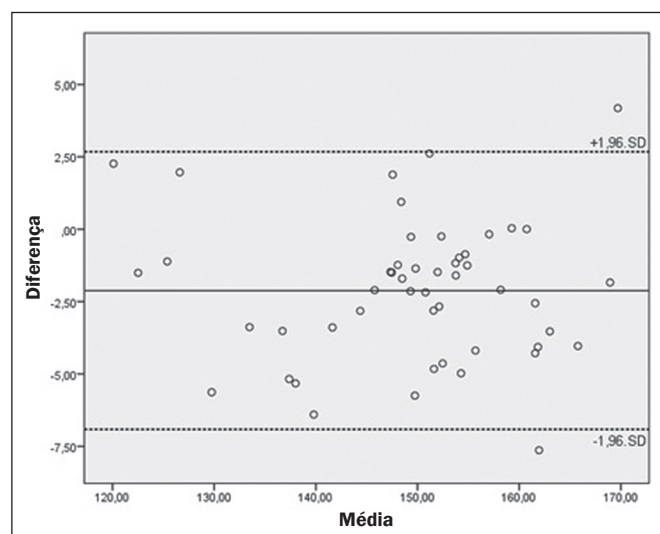


Figura 2. Gráfico Bland-Altman da reprodutibilidade interobservador entre as medidas do ACC dos estudantes e radiologistas mostra a diferença entre os valores médios de cada grupo (estudantes – radiologistas), com limites de confiança calculados pela fórmula: diferença média $\pm 1,96 \times$ desvio-padrão.

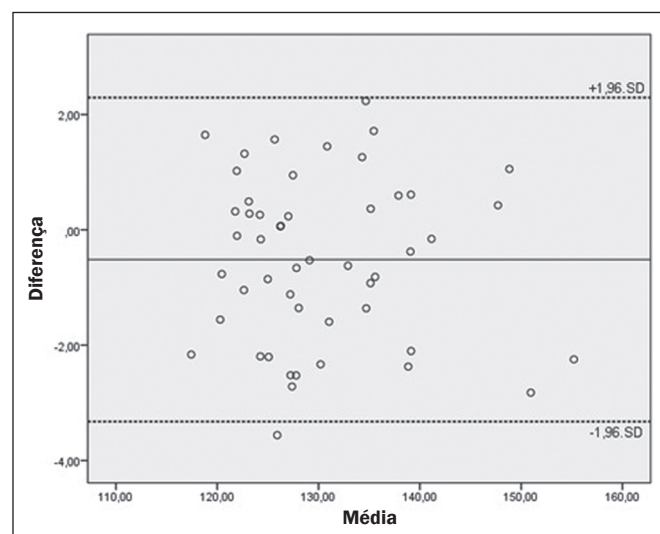


Figura 3. Gráfico Bland-Altman da reprodutibilidade interobservador entre as medidas do ABW dos estudantes e radiologistas mostra a diferença entre os valores médios de cada grupo (estudantes – radiologistas), com limites de confiança calculados pela fórmula: diferença média $\pm 1,96 \times$ desvio-padrão.

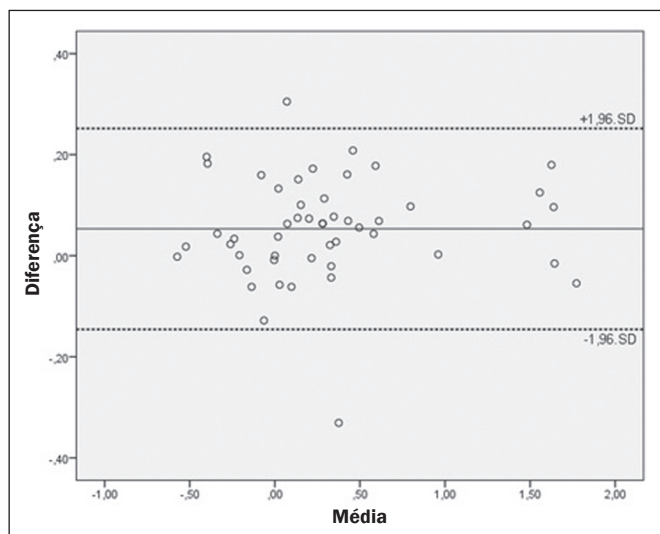


Figura 4. Gráfico Bland-Altman da reprodutibilidade interobservador entre as medidas da DOLC dos estudantes e radiologistas mostra a diferença entre os valores médios de cada grupo (estudantes – radiologistas), com limites de confiança calculados pela fórmula: diferença média \pm 1,96 \times desvio-padrão. Valores expressos em centímetros.

planos superam a desvantagem das estruturas sobrepostas nos exames de raios-X^(2,17).

Muitos são os estudos descritivos que tratam de perfis populacionais e limites de normalidade de parâmetros craniométricos, desde as radiografias, na primeira metade do século XX, até os novos métodos seccionais (TC e RM), a partir dos anos de 1980 até a data atual. Porém, o uso intercambiável de inúmeros parâmetros, primordialmente radiográficos, entre diferentes métodos de imagem carece da devida validação tanto no que tange à reprodutibilidade quanto à acurácia, pelas diferenças dos princípios físicos de geração de imagens aqui discutidos. Por conseguinte, evidências científicas de validação diagnóstica, incluindo medidas de reprodutibilidade (precisão) são necessárias para subsidiar a segura aplicação desses parâmetros diagnósticos na rotina clínica.

Embora escassos, os registros em TC e radiografias são mais numerosos. Xu et al. investigaram a confiabilidade e acurácia interobservadores do ângulo do clivodens e do ACC, com coeficiente de correlação de Kendal de 0,891 e 0,855, respectivamente, e ambos tiveram boa precisão. Embora o ACC tenha apresentado piores resultados, a área sob a curva ROC era de 0,916 e a diferença entre as duas medidas não foi estatisticamente significativa⁽²⁴⁾.

Shoda et al.⁽²⁵⁾ e Arponem et al.⁽²⁶⁾ avaliaram a reprodutibilidade das linhas de Chamberlain, McRae e McGregor em radiografias laterais de crânio. Os resultados de Shoda et al. revelaram CCI de 0,939, 0,802 e 0,97, respectivamente, para análise interobservador⁽²⁵⁾. O estudo de Arponem et al. teve como objetivo avaliar a variação na identificação de diferentes pontos anatômicos e sua influência na medição dos parâmetros citados acima e concluiu que as variações tiveram pequena diferença clinicamente significativa⁽²⁶⁾. Em 2015, Batista et al. ressaltaram a ausência

de estudos que testassem a reprodutibilidade de parâmetros craniométricos em TC, em um trabalho em que eles avaliaram a craniometria de 100 pacientes assintomáticos por meio da medição de 17 parâmetros craniométricos extraídos de exames de TC, incluindo os três parâmetros avaliados no presente estudo. Seus resultados foram meramente transversais e descritivos⁽²⁷⁾.

Na literatura de língua inglesa foram identificados alguns poucos estudos em RM sobre reprodutibilidade de parâmetros craniométricos da JCV. Em um dos estudos, Wang et al. analisaram a reprodutibilidade intraobservador e interobservador do ângulo cervicomedular, que também avalia o risco de compressão da medula espinhal. O ângulo cervicomedular é descrito 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⁽¹⁷⁾. Em outro estudo, de Martin et al., foram avaliadas as reprodutibilidades intraobservador e interobservador do ACC e da linha de Grabb, alvo do estudo, em RM. Esta linha é utilizada na avaliação de pacientes com malformação de Chiari e é descrita como a distância perpendicular entre o bázion e a margem inferior da vértebra C2. Foram utilizados quatro avaliadores, incluindo um graduando, e esses autores obtiveram altas reprodutibilidades entre as medições, com CCI de 0,879 para a linha de Grabb e 0,916 para o ACC; não houve correlação significativa entre tempo de experiência clínica e o CCI das medidas⁽²⁸⁾. Nascimento et al. avaliaram a acurácia de cinco parâmetros craniométricos na investigação de invaginação basilar tipo B, incluindo ACC, ABW e DOLC. Participaram dois examinadores e foram avaliadas a reprodutibilidade intraobservador e a curva ROC das medições. A acurácia diagnóstica foi maior que 0,8 para todos os parâmetros, sendo maior para a DOLC e o ângulo de Boogard. Nesse estudo não foi realizada análise interobservador e não houve participação de estudantes⁽¹⁹⁾.

Koenigsberg et al. realizaram uma comparação descritiva entre os valores do ABW obtidos em exames de RM e os valores obtidos em estudos anteriores que utilizaram técnicas de medições diferentes por meio de imagens de radiografia tradicional. Porém, não foi mensurada, estatisticamente, a concordância entre os resultados dos estudos e não foi avaliada a reprodutibilidade interobservador ou intraobservador⁽¹⁴⁾.

Os parâmetros testados na presente pesquisa demonstraram reprodutibilidades intraobservador e interobservador extremamente altas. Todas as comparações registraram CCI acima de 0,90, com intervalos de confiança estreitos e com margem mínima acima de 0,8 (considerado excelente), exceto um único valor (0,651) registrado na comparação interobservador dos estudantes. A análise gráfica de Bland-Altman corroborou a alta concordância das medidas, com baixos valores de diferença média. O desempenho dos estudantes foi semelhante ao dos radiologistas, o que permite pressupor que anos de experiência não são

determinantes para obter uma boa precisão na aplicação desses testes diagnósticos em RM.

No presente estudo, se forem aplicados os limites de normalidade sugeridos pela literatura, 51 pacientes seriam considerados anormais pelo ACC ($< 150^\circ$) e 9 pelo ABW ($> 140^\circ$). Pela DOLC, um dos parâmetros mais difundidos, metade dos pacientes teria o diagnóstico de invaginação basilar se o limite de normalidade for estabelecido em 2 mm, e 18 deles se for 5 mm. Para uma população que realizou seus exames de RM de crânio por motivos clínicos aleatórios e diversos, esses são índices inesperadamente elevados de anormalidades da JCV, o que faz supor que características populacionais específicas do nordeste do Brasil possam implicar uma distribuição de valores para estes parâmetros diferentes dos publicados em outros países.

O formato do crânio pode variar entre diferentes populações, sendo dependente de fatores étnicos, antropológicos e geográficos^(10,11,13,29). A braquicefalia é, por exemplo, muito mais prevalente em algumas regiões como o nordeste do Brasil e o sudeste da Ásia^(7,9,13). Cirurgiões brasileiros relataram associação entre anormalidades da JCV e braquicefalia em algumas séries de casos desde a década de 1970^(12,29). É possível que a abóbada craniana e os formatos da base do crânio estejam sob influência dos mesmos fatores constitucionais, sendo mais achatadas no Brasil do que na Europa, por exemplo. Assim sendo, é necessário que outros estudos venham a obter dados próprios e, em se corroborando esta tendência, propor parâmetros específicos para a população brasileira.

CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou que a reprodutibilidade das medidas do ACC, do ABW e da DOLC em RM são consistentemente altas entre estudantes treinados e radiologistas experientes. Sob treinamento básico, graduandos podem contribuir com aferições craniométricas em RM em trabalhos semelhantes, sem prejuízo metodológico ou estatístico.

REFERÊNCIAS

- Lopez AJ, Scheer JK, Leibl KE, et al. Anatomy and biomechanics of the craniocervical junction. *Neurosurg Focus*. 2015;38:E2.
- Ferreira JA, Botelho RV. The odontoid process invagination in normal subjects, Chiari malformation and basilar invagination patients: pathophysiologic correlations with angular craniometry. *Surg Neurol Int*. 2015;6:118.
- Smoker WR. Craniocervical junction: normal anatomy, craniometry, and congenital anomalies. *Radiographics*. 1994;14:255–77.
- Pinter NK, McVige J, Mechtler L. Basilar invagination, basilar impression, and platybasia: clinical and imaging aspects. *Curr Pain Headache Rep*. 2016;20:49.
- Botelho RV, Ferreira EDZ. Angular craniometry in craniocervical junction malformation. *Neurosurg Rev*. 2013;36:603–10.
- Nascimento JJC, Carreiro NMF, Oliveira GT, et al. Relationship between basilar invagination and brachycephaly in Northeastern Brazil. *Eur J Radiol*. 2018;104:58–63.
- Vidal CHF, Silva JC, Lins CJP, et al. Craniocervical junction malformation in Northeastern Brazil: the myth of the Dutch colonization. *Arq Neuropsiquiatr*. 2013;71:405–7.
- Vidal CHF. Surgical treatment of type I Chiari malformation: the role of Magendie's foramen opening e tonsils manipulation. *Arq Neuropsiquiatr*. 2015;73:179.
- Goel A. Basilar invagination, Chiari malformation, syringomyelia: a review. *Neurol India*. 2009;57:235–46.
- Silva JAG, Brito JCF, Nóbrega PV, et al. Achados cirúrgicos em 260 casos de impressão basilar e/ou malformação de Arnold-Chiari. *Arq Neuropsiquiatr*. 1994;52:363–9.
- Frade HC, França CCNL, Nascimento JJC, et al. Cranio-vertebral transition assessment by magnetic resonance imaging in a sample of a northeast Brazilian population. *Arq Neuropsiquiatr*. 2017;75:419–23.
- Silva JAG, Silva CEG, Brito JCF, et al. Impressão basilar e malformação de Arnold-Chiari: considerações técnico-cirúrgicas a propósito de 13 casos. *Arq Neuropsiquiatr*. 1978;36:27–31.
- Nascimento JJC, Ribeiro ECO, Silva Neto EJ, et al. Cranial measurement indices in the state of Paraíba, Northeast of Brazil. *Int J Anat Res*. 2016;4:2637–42.
- Koenigsberg RA, Vakil N, Hong TA, et al. Evaluation of platybasia with MR imaging. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2005;26:89–92.
- Smoker WRK, Khanna G. Imaging the craniocervical junction. *Childs Nerv Syst*. 2008;24:1123–45.
- Henderson FC Sr, Henderson FC Jr, Wilson WA 4th, et al. Utility of the clivo-axial angle in assessing brainstem deformity: pilot study and literature review. *Neurosurg Rev*. 2018;41:149–63.
- Wang S, Wang C, Passias PG, et al. Interobserver and intraobserver reliability of the cervicomedullary angle in a normal adult population. *Eur Spine J*. 2009;18:1349–54.
- Schweitzer ME, Hodler J, Cervilla V, et al. Craniocervical junction: normal anatomy with MR correlation. *AJR Am J Roentgenol*. 1992;158:1087–90.
- Nascimento JJC, Silva Neto EJ, Mello-Júnior CF, et al. Diagnostic accuracy of classical radiological measurements for basilar invagination of type B at MRI. *Eur Spine J*. 2019;28:345–52.
- Chamberlain WE. Basilar invagination (platybasia). *Yale J Biol Med*. 1939;11:487–96.
- Cicchetti DV. Guidelines, criteria, and rules of thumb for evaluating normed and standardized assessment instruments in psychology. *Psychol Assess*. 1994;6:284–90.
- Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*. 1986;327:307–10.
- Henderson FC, Wilson WA, Mott S, et al. Deformative stress associated with an abnormal clivo-axial angle: a finite element analysis. *Surg Neurol Int*. 2010;1:30.
- Xu S, Gong R. Clivodens angle: a new diagnostic method of basilar invagination at computed tomography. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2016;41:1365–71.
- Shoda N, Takeshita K, Seichi A, et al. Measurement of occipitocervical angle. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2004;29:E204–8.
- Arponen H, Elf H, Evälahti M, et al. Reliability of cranial base measurements on lateral skull radiographs. *Orthod Craniofac Res*. 2008;11:201–10.
- Batista UC, Joaquim AF, Fernandes YB, et al. Computed tomography evaluation of the normal craniocervical junction craniometry in 100 asymptomatic patients. *Neurosurg Focus*. 2015;38:E5.
- Martin JE, Bookland M, Moote D, et al. Standardized method for the measurement of Grabb's line and clival-canal angle. *J Neurosurg Pediatr*. 2017;20:352–6.
- Silva JAG, Holanda MMA. Basilar impression, Chiari malformation and syringomyelia: a retrospective study of 53 surgically treated patients. *Arq Neuropsiquiatr*. 2003;61:368–75.

