

REPRODUTIBILIDADE DA CLASSIFICAÇÃO DA OSSIFICAÇÃO DO ÚMERO PROXIMAL NA ESCOLIOSE IDIOPÁTICA

REPRODUCIBILITY OF THE CLASSIFICATION OF PROXIMAL HUMERAL OSSIFICATION IN IDIOPATHIC SCOLIOSIS

REPRODUCIBILIDAD DE LA CLASIFICACIÓN DE LA OSIFICACIÓN DEL HÚMERO PROXIMAL EN LA ESCOLIOSIS IDIOPÁTICA

ANTONIO REINALDO DE SOUSA FILHO¹, RODRIGO CASTRO DE MEDEIROS¹, GEORGE BRAGA MUNIZ¹, MARCELO PAULO MELO DE SOUZA¹, ANDRÉ FLAVIO FREIRE PEREIRA¹,
LUCIANO TEMPORAL BORGES CABRAL¹, MARCUS ANDRÉ COSTA FERREIRA¹, TÚLIO ALBUQUERQUE DE MOURA RANGEL¹

1. Hospital Getúlio Vargas, Departamento de Ortopedia e Traumatologia, Grupo de Cirurgia da Coluna, Recife, PE, Brasil.

RESUMO

Objetivo: Avaliar a reprodutibilidade intra e interobservadores da classificação de ossificação do úmero proximal em pacientes portadores de escoliose idiopática. **Métodos:** Estudo observacional, descritivo e transversal. Foram selecionadas radiografias (anteroposteriores) de 29 pacientes com diagnóstico de escoliose idiopática acompanhados no Ambulatório de Cirurgia da Coluna do Departamento de Ortopedia do Hospital Getúlio Vargas, Recife, Pernambuco. Essas radiografias foram avaliadas e classificadas por nove cirurgiões ortopedistas de coluna em dois momentos, com intervalo mínimo de 30 dias, para análise da reprodutibilidade intraobservador e interobservador da classificação de ossificação do úmero proximal utilizada como preditor do pico de velocidade de crescimento. **Resultados:** A reprodutibilidade intraobservador com o índice Kappa atingiu concordância moderada a substancial. Já na análise da reprodutibilidade interobservador com o método de kappa de Fleiss constatou-se concordância de razoável a moderada, exceto no estágio 5, no qual a concordância variou de substancial a quase perfeita. **Conclusões:** Neste estudo, a reprodutibilidade da classificação de Li, na maioria dos estágios foi razoável a moderada na avaliação interobservador e moderada à substancial na avaliação intraobservador, o que diverge da literatura atual. **Nível de evidência III; Estudos diagnósticos – Investigação de um exame para diagnóstico.**

Descritores: Escoliose; Crescimento; Reprodutibilidade dos Testes.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the intra- and interobserver reproducibility of the classification of proximal humeral ossification in patients with idiopathic scoliosis. **Methods:** Observational, descriptive, cross-sectional study. Radiographs (anteroposterior) of 29 patients diagnosed with idiopathic scoliosis were chosen and investigated at the Spine Surgery Outpatient Clinic of the Department of Orthopedics and Traumatology of the Hospital Getúlio Vargas, Recife, Pernambuco. These radiographs were evaluated and classified by 9 spinal orthopedic surgeons at two moments, with a minimum interval of 30 days, for analysis of the intraobserver and interobserver reproducibility of the classification of proximal humeral ossification used as a predictor of peak growth velocity. **Results:** Intraobserver reproducibility achieved moderate to substantial concordance with the kappa index. In the analysis of interobserver reproducibility using the Fleiss' kappa method, a reasonable to moderate concordance was observed, except for in stage 5, in which concordance ranged from substantial to almost perfect. **Conclusion:** In this study, the reproducibility of the Li classification in most of the stages was reasonable to moderate for the interobserver assessment and moderate to substantial for the intraobserver assessment, which differs from the current literature. **Level of evidence III; Diagnostic studies – Investigation of a diagnostic test.**

Keywords: Scoliosis; Growth; Reproducibility of Results.

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la reproductibilidad intra e interobservador de la clasificación de osificación del húmero proximal en pacientes con escoliosis idiopática. **Métodos:** Estudio observacional, descriptivo y transversal. Se seleccionaron radiografías (anteroposteriores) de 29 pacientes con diagnóstico de escoliosis idiopática en la Clínica de Cuidados Ambulatorios de Cirugía de Columna del Departamento de Ortopedia del Hospital Getúlio Vargas, Recife, Pernambuco. Estas radiografías fueron evaluadas y clasificadas por nueve cirujanos ortopedistas de columna, en dos momentos, con un intervalo mínimo de 30 días, para analizar la reproductibilidad intraobservador e interobservador de la clasificación de osificación del húmero proximal utilizada como predictor de la velocidad máxima de crecimiento. **Resultados:** La reproductibilidad intraobservador con el índice Kappa alcanzó concordancia de moderada a sustancial de la reproductibilidad intraobservador. En el análisis de la reproductibilidad interobservador con el método de kappa de Fleiss, se encontró concordancia de razonable a moderada, excepto en la etapa 5, en que la concordancia varió de sustancial a casi perfecta. **Conclusiones:** En este estudio, la reproductibilidad de la clasificación de Li en la mayoría de las etapas fue de razonable a moderada en la evaluación interobservador y de moderada a sustancial en la evaluación intraobservador, lo que difiere de la literatura actual. **Nivel de Evidencia III; Estudios de Diagnóstico – Investigación de una prueba de diagnóstico.**

Descritores: Escoliosis; Crecimiento; Reproducibilidad de los Resultados.

Estudo realizado no Hospital Getúlio Vargas (HGV), Recife, PE, Brasil.

Correspondência: Antonio Reinaldo de Sousa Filho. Rua Demócrito de Souza Filho, 156, Recife, PE, Brasil. 50610120. r.filho@hotmail.com

<http://dx.doi.org/10.1590/S1808-185120212003235614>

Coluna/Columna. 2021;20(3):165-8



Recebido em 29/03/2020 aceito em 30/04/2021

Revisado por: Dr. Cristiano Magalhães Menezes/Dr. Marcelo Ítalo Rizzo Neto

INTRODUÇÃO

A escoliose idiopática (EI) representa cerca de 80% de todas as escolioses e é a principal causa de deformidade da coluna em pacientes pediátricos. Seu diagnóstico requer um desvio no plano coronal maior que 10° , aferido pela técnica de Cobb. A etiologia permanece indefinida, sendo provavelmente multifatorial.^{1,2}

Fatores de risco para a progressão da deformidade estão bem definidos e incluem: sexo, magnitude, localização da curva e maturidade esquelética. Durante o pico da velocidade da curva de crescimento somático, os pacientes têm maior risco de progressão da curva. Assim, a indicação das diversas modalidades de tratamento (observação, órtese ou cirúrgico) requer a adequada avaliação da maturidade esquelética a fim de prognosticar o crescimento remanescente.^{3,4}

A Scoliosis Research Society⁵ recomenda que pacientes esqueleticamente imaturos, portadores de curvas entre 25° a 40° , sejam tratados através do uso de colete com o objetivo de impedir a progressão da deformidade. Pacientes esqueleticamente imaturos com curvas de magnitude maior que 45° ou pacientes esqueleticamente maduros com curvas $\geq 50^\circ$ opta-se pelo tratamento cirúrgico, visto que estes dois últimos grupos apresentam prognóstico de progressão da curva na idade adulta.

A acurácia do risco de progressão da deformidade escoliônica através da avaliação da maturidade esquelética tem sido tema de vários estudos na literatura. Dentre eles, pode-se destacar: a) método de Risser, o qual avalia a progressão da ossificação apófise da crista ilíaca;⁶ b) a classificação das ossificações do rádio e ulna distais descrita por Luk et al.;⁷ c) atlas de Greulich - Pyle da ossificação das mãos e punhos que, embora seja mais precisa, é de difícil aplicabilidade na prática clínica;⁸ d) ossificação da crista do ísquio, método que no estudo de Landin et al.,⁹ mostrou ser correspondente ao sinal de Risser.

Em 2008, baseado nos métodos Tanner-Whitehouse e Greulich-Pyle, Sanders e outros autores descreveram um método de avaliação da idade óssea no qual são avaliadas radiografias da mão e punho.^{10,11} Embora essa classificação seja considerada o padrão-ouro em termos de acurácia da previsão do crescimento remanescente,¹² sua aplicabilidade prática também é difícil. Desta forma, o método que permanece sendo mais comumente empregado até os dias atuais para avaliação da maturidade esquelética é o de Risser.¹³

Em 2018, Li et al.,³ propuseram uma nova forma de avaliar a maturidade esquelética a qual é alegada ser capaz de prever o pico da velocidade de crescimento. Estes autores desenvolveram uma classificação radiográfica centrada na avaliação de dois parâmetros distintos evidenciados durante a evolução da ossificação do úmero proximal: a) a morfologia da borda lateral da epífise proximal do úmero e sua correlação geométrica com a cortical metafisária lateral do úmero; e, b) a evolução do fechamento da fise do úmero proximal.

A última classificação supracitada é constituída por cinco estágios evolutivos: estágio 1 - mostra a epífise lateral incompletamente ossificada, de modo que a margem lateral é retificada e orientada em posição oblíqua em relação à cortical metafisária lateral, o que permite evidenciar como uma área triangular radioluscente; estágio 2 - demonstra a margem lateral da epífise proximal do úmero arredondada mas que ainda não tangencia uma linha que representa a projeção proximal da cortical metafisária lateral; Nos estágios 3 a 5 a borda lateral da epífise proximal do úmero tangencia a linha que representa a projeção proximal da cortical metafisária lateral, sendo os três estágios distinguidos através do fechamento da fise umeral proximal. No estágio 3, a metade lateral da fise está totalmente aberta, sem fusão óbvia; no estágio 4, a metade lateral da fise apresenta uma fusão parcial; o 5º estágio demonstra uma fusão completa de toda a fise proximal do úmero. (Figura 1)

Ainda segundo Li et al.,¹² a transição entre os estágios 2 e 3 precede o segundo pico da curva de crescimento somático em até um ano em 72 % dos casos analisados. Por fim, esses mesmos autores salientam que os marcos de ossificação umeral apresentam

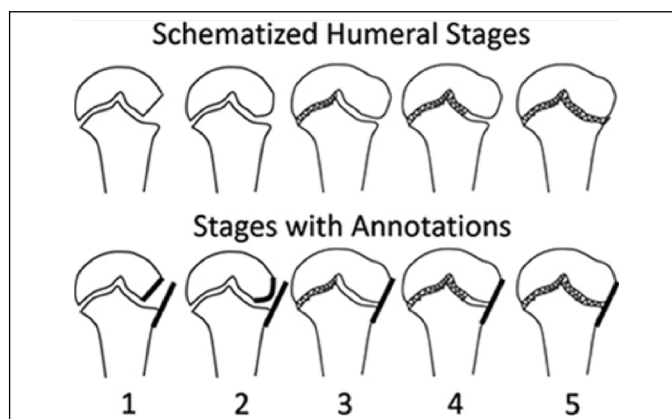


Figura 1. Classificação da ossificação do úmero proximal. A sequência de 1 a 5 representa os marcos de progressão deste fenômeno. Reproduzida de Li et al.³

menor sobreposição entres os estágios quando comparada com o sistema de Risser e que, portanto, sua classificação seria de fácil compreensão e mais simples utilização, além de não necessitar de radiografias adicionais em pacientes portadores de escoliose.

Tendo em vista as vantagens acima descritas para a aplicabilidade ambulatorial da classificação da ossificação da cabeça do úmero como preditora do pico da velocidade de crescimento, é fundamental a avaliação da sua reprodutibilidade intra e interobservadores.

Assim, o objetivo desta pesquisa é avaliar a reprodutibilidade intra e inter-observadores da classificação de ossificação do úmero proximal em pacientes portadores de escoliose idiopática.

METODOLOGIA

O desenho do estudo aplicado foi do tipo observacional, descritivo, em corte transversal, no qual foram avaliadas radiografias panorâmicas pré-operatórias, em incidência ântero-posterior, da coluna vertebral de pacientes portadores de escoliose idiopática acompanhados no Hospital Getúlio Vargas - Recife/PE no período que compreendeu os anos de 2018 e 2019. As imagens radiográficas foram coletadas a partir do arquivo médico do grupo de cirurgia da coluna do hospital.

Inicialmente foram catalogadas 186 radiografias de pacientes distintos. Durante a seleção das radiografias o critério de inclusão utilizado foi a possibilidade de analisar de modo adequado e simultâneo as deformidades escoliônicas da coluna e a porção proximal do úmero esquerdo. A escolha da lateralidade foi de acordo com a utilizada no trabalho do autor da classificação a fim de padronização da análise. Foram excluídas do estudo as radiografias que não evidenciaram escoliose não idiopáticas ou cuja técnica radiográfica foi considerada com visibilidade inadequada para avaliação do grau de ossificação do úmero proximal. Foram coletados ainda dados epidemiológicos referentes à idade e gênero.

A coleta permitiu a inclusão de 29 radiografias, nas quais foi possível evidenciar todas as diferentes fases do espectro da classificação da ossificação do úmero proximal proposta por Li et al.³ Todas as imagens foram compiladas em programa de Power Point para, a seguir, serem apresentadas em dois momentos distintos, e com intervalo de tempo mínimo de 30 dias entre as avaliações, a um grupo de 10 cirurgiões de coluna.

Todos os participantes são ortopedistas e possuem tempo de experiência na especialidade amplamente variado. Todos os participantes foram previamente apresentados ao sistema de classificação de Li et al.³ A seguir, foram fornecidos cartões padronizados para marcação de reposta objetiva (29 casos sequenciais para selecionar apenas um estágio da classificação para cada caso apresentado). O tempo para resposta foi deixado livre consoante necessidade individualizada. A avaliação foi realizada separadamente para

cada um dos participantes. Por fim, entre a primeira e a segunda apresentação, os casos foram reordenados de forma cega onde somente o autor sabia a correlação da apresentação das imagens entre os dois momentos.

A padronização radiográfica para análise do ombro esquerdo, a qualidade radiográfica adequada, o fornecimento do cartão padronizado para resposta objetiva, a apresentação aos participantes separadamente com tempo livre e o intervalo entre as duas avaliações teve por objetivo evitar mitigar eventuais bias e permitir melhor avaliação a reprodutibilidade intra e interobservadores para a referida classificação em análise.

Os dados coletados foram compilados em tabelas de Excel, analisados pelo programa *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS). Os resultados das variáveis categóricas foram apresentados em forma de tabela com suas respectivas frequências absolutas e relativas. Para verificar a concordância intra e inter-observadores, os dados foram submetidos a tratamento estatístico através dos testes de Kappa (intraobservadores) e Kappa-Fleiss (interobservadores).¹⁴ Para interpretação do índice de Kappa, foram considerados os valores entre 0,81 e 1,0 como concordância quase perfeita; valores entre 0,61 e 0,8, concordância substancial; entre 0,41 e 0,6, moderada; entre 0,21 e 0,4, razoável; entre 0 e 0,2, fraca; menor que zero, insignificante. Os resultados foram interpretados a partir a análise de Landis e Koch.¹⁴

Esse estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Agamenon Magalhães - Recife/PE (CAAE: 31450820.8.0000.5197). Todos os participantes assinaram o Termo de Livre Consentimento Esclarecido (TCLE).

RESULTADOS

Das 29 radiografias analisadas, 21 pertenciam a pacientes do sexo feminino (72,4%). A idade média dos casos foi de $13,6 \pm 3,9$ anos. (Tabela 1)

Dos 10 ortopedistas cirurgiões de coluna convidados para participarem da pesquisa, apenas um não respondeu ao convite no tempo estipulado pelo pesquisador. Destes, 3 (33,3%) apresentavam entre 1 e 5 anos de experiência em cirurgia da coluna, enquanto 6 (66,7%) apresentavam mais de 10 anos.

Na análise intraobservador, (Tabela 2) cinco observadores obtiveram concordância substancial enquanto outros dois apenas moderadas. Não foi possível calcular o Kappa dos resultados de outros dois observadores, pois não houve simetria nas respostas entre os dois momentos de avaliação. A concordância global interobservador foi moderada tanto na da primeira avaliação $K = 0,564$, como na segunda avaliação $K = 0,489$ ($p < 0,001$). Na análise dos dois momentos juntos também obteve-se uma reprodutibilidade moderada $k = 0,531$ ($p < 0,001$). (Tabela 3)

O estágio 5 de Li et al.,³ foi único a apresentar concordância quase perfeita interobservador na primeira avaliação e o único a apresentar concordância substancial no segundo momento e na avaliação global. Já nos estágios 2 e 3 houve baixa concordância em todos os cenários de avaliação ($p < 0,001$). (Tabela 3)

DISCUSSÃO

A escoliose idiopática acomete cerca de 2 a 3% da população menor que 16 anos. Quando tem início em pacientes maiores que sete anos tem uma incidência maior em pacientes do sexo feminino. No presente estudo a idade média dos pacientes avaliados foi de

Tabela 1. Dados epidemiológico de sexo e idade dos pacientes portadores de escoliose idiopática submetidos a avaliação radiográfica do ombro.

| Variáveis | n | % |
|-------------|----|------|
| Sexo | | |
| Masculino | 8 | 27,6 |
| Feminino | 21 | 72,4 |

Tabela 2. Avaliação intraobservadores entre os dois momentos da aplicação da classificação de Li et al.³

| Comparação | Kappa | p-valor | Grau de Concordância |
|------------|-------|---------|----------------------|
| A1 x A2 | 0,551 | <0,001 | Moderada |
| B1 x B2 | 0,776 | <0,001 | Substancial |
| C1 x C2 | * | * | * |
| D1 x D2 | 0,767 | <0,001 | Substancial |
| E1 x E2 | 0,688 | <0,001 | Substancial |
| F1 x F2 | 0,723 | <0,001 | Substancial |
| G1 x G2 | * | * | * |
| H1 x H2 | 0,485 | <0,001 | Moderada |
| I1 x I2 | 0,774 | <0,001 | Substancial |

*Não calculável.

Tabela 3. Concordâncias interobservadores estratificadas segundo os estágios de Li et al.,³ para as avaliações no 1º e 2º segundo momentos separadamente, bem como globalmente, avaliado pelo método de Kappa Fleiss.¹⁴

| Comparação | Kappa | p-valor | Grau de Concordância |
|-------------------------------|-------|---------|----------------------|
| Avaliação 1 | | | |
| Geral | 0,564 | < 0,001 | Moderada |
| Estágio | | | |
| 1 | 0,513 | < 0,001 | Moderada |
| 2 | 0,390 | < 0,001 | Razoável |
| 3 | 0,259 | < 0,001 | Razoável |
| 4 | 0,659 | < 0,001 | Substancial |
| 5 | 0,815 | < 0,001 | Quase perfeita |
| Avaliação 2 | | | |
| Geral | 0,489 | < 0,001 | Moderada |
| Estágio | | | |
| 1 | 0,489 | < 0,001 | Moderada |
| 2 | 0,334 | < 0,001 | Razoável |
| 3 | 0,384 | < 0,001 | Razoável |
| 4 | 0,439 | < 0,001 | Moderada |
| 5 | 0,702 | < 0,001 | Substancial |
| Avaliação 1 e 2 juntas | | | |
| Geral | 0,531 | < 0,001 | Moderada |
| Estágio | | | |
| 1 | 0,512 | < 0,001 | Moderada |
| 2 | 0,367 | < 0,001 | Razoável |
| 3 | 0,342 | < 0,001 | Razoável |
| 4 | 0,551 | < 0,001 | Moderada |
| 5 | 0,758 | < 0,001 | Substancial |

$13,60 \pm 3,99$ anos, sendo 72,4% do gênero feminino, o que está de acordo com a literatura.^{1,15,16}

Em seu artigo original em 2018, Li et al.,³ analisaram radiografias do úmero proximal em incidência ântero-posterior de pacientes com os membros superiores ao lado do corpo, com as mãos voltadas para frente (posição anatômica). Os resultados publicados de concordância intraobservador e interobservador foram substanciais, com o valor do teste de kappa de 0,80 e 0,78, respectivamente. O cálculo de coeficiência de correlação intraclassa foi excelente ($ICC \geq 0,75$).

Em um segundo estudo realizado pelo mesmo grupo em 2019, foi avaliada a confiabilidade da classificação de Li et al.,³ através do coeficiente de correlação intraclassa. Neste segundo estudo, a avaliação o úmero não seguiu o padrão radiográfico do primeiro, onde a posição do ombro/ braço não foi controlada. Apesar dessa ausência de padrão radiográfico, não foi observado diferença na confiabilidade da classificação. O coeficiente intraclassa foi de 0,97 para a análise intraobservador e 0,92 para a interobservador, permanecendo com uma interpretação da reprodutibilidade como excelente.¹²

No presente estudo, a apresentação dos casos a um grupo de cirurgiões com experiência heterogênea é, em tese, um fator que poderia reforçar a aplicabilidade cotidiana da classificação de Li

et al.,³ uma vez que teria a capacidade de alcançar a todos. Contudo, os resultados obtidos foram divergentes dos publicados pelo grupo idealizador dessa classificação, tanto na avaliação interobservador como intraobservador.

Um vez que os resultados de concordância intraobservadores obtidos foram moderada a substancial, em contraste com a concordância interobservadores que, na maioria dos casos, variou de razoável a substancial, duas análises se impõem: a) dentro da distribuição dos casos apresentados, a quantidade de pacientes classificados como “estágio 5” deve ter sido estatisticamente maior que os demais e, desta forma, ter “desviado” o resultado Kappa intraobservadores para uma confiabilidade mais robusta. Além disso, no estágio 5 a ossificação já está finalizada, tornando-se mais fácil de identificá-la; b) se por um lado, a baixa concordância interobservadores na maioria dos cenários pode refletir um treinamento inadequado dos participantes para a aplicação da classificação, por outro lado, pode sugerir a divergência de compreensão entre os participantes quanto ao conceito do fechamento da placa de crescimento.

Embora a toda fise aberta progrida sua calcificação a partir da invasão vascular no pólo metafisário (camada de calcificação provisória), o seu “fechamento / amadurecimento” se inicia a partir do depósito de cálcio na zona hipertrófica (zona de crescimento longitudinal), fato este visível na radiografia como “pontilhados radiodensos” dispersos em meio a região radiolúescente da fise que podem levar a divergência de classificação entre uma fise aberta ou não.¹⁷⁻¹⁹

Saliente-se ainda que numa fise totalmente fechada já houve a criação de uma ponte óssea a qual produz uma imagem

homogênea de osso trabecular que impede a dificuldade de definição. Este fato foi evidenciado em nosso trabalho através da boa concordância interobservador somente no estágio 5 (fise totalmente fechada) e a baixa concordância justamente da identificação dos estágios 2 e 3 (momentos de início da calcificação da fise).¹⁷⁻¹⁹

Embora cada fise específica apresente um padrão distinto de fechamento, nos parece que a classificação de Risser^{20,21} seja mais aceita pelo fato de ser avaliada uma apófise, o que radiograficamente seria mais fácil de evidenciar a presença da calcificação parcial (Risser 1 a 4) e o fechamento completo (Risser 5).

Assim, pode ser que o adequado treinamento para a aplicação da classificação de Li et al.,³ necessite melhor orientação dos médicos quanto à definição e identificação do fechamento da fise.

CONCLUSÃO

Nesse estudo, a reprodutibilidade da classificação de Li et al.,³ foi, na maioria dos estágios, de razoável a moderada na avaliação interobservador e de moderada à substancial para a avaliação intraobservador, o que diverge da literatura atual. A busca por um método preciso, de fácil aprendizado e que seja reprodutível para a avaliação da idade óssea é importante, pois fundamentalmente o tratamento dos pacientes com escoliose, sendo, portanto, necessário mais estudos.

Todos os autores declaram não haver nenhum potencial conflito de interesses referente a este artigo.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES: ARSF, RCM, GBM, MPMS, AFFP, LTBC, MACF e TAMR contribuíram com redação, revisão, coleta de dados, análise estatística e confecção do projeto de pesquisa.

REFERÊNCIAS

1. Lenke LG, Silva FE, Lehman RA Jr. Idiopathic scoliosis. In: Garfin SR, Eismont FJ, Bell GR, Bono CM, Fischgrund J. Rothman-Simeone and Herkowitz's the spine. Philadelphia: Saunders/Elsevier; 2011. p. 451-68.
2. Penha PJ, Ramos NLJP, Carvalho BKG, Andrade RM, Schmitt ACB, João SMA. Prevalence of adolescent idiopathic scoliosis in the state of Sao Paulo, Brazil. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2018;43(24):1710-8. doi: 10.1097/BRS.0000000000002725
3. Li D, Cui JJ, DeVries S, Nicholson AD, Li E, Petit L, et al. Humeral head ossification predicts peak height velocity timing and percentage of growth remaining in children. *J Pediatr Orthop*. 2018;38(9):e546-50. doi: 10.1097/BPO.0000000000001232.
4. Neal K, Shirley E, Kiezbak G. Maturity indicators and adolescent idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2018;43(7):E406-12. doi: 10.1097/BRS.0000000000002483.
5. Scoliosis Research Society. Dúvidas Comuns sobre Escoliose. 2020 [acesso em: 2020 fev 2020]. Disponível em: https://www.srs.org/portuguese/patient_and_family/scoliosis/.
6. Manning MM, Calhoun J, Joseph C, Risser Sr., 1892-1982. *Clin Orthop Relat Res*. 2010;468(3):643-5. doi: 10.1007/s11999-009-1095-0
7. Luk KD, Saw LB, Grozman S, Cheung KM, Samartzis D. Assessment of skeletal maturity in scoliosis patients to determine clinical management: a new classification scheme using distal radius and ulna radiographs. *Spine J*. 2014;14(2):315-25. doi: 10.1016/j.spinee.2013.10.045.
8. Cheung JP, Samartzis D, Cheung PW, Cheung KM, Luk KD. Reliability analysis of the distal radius and ulna classification for assessing skeletal maturity for patients with adolescent idiopathic scoliosis. *Global Spine J*. 2016;6(2):164-8. doi: 10.1055/s-0035-1557142.
9. Landim E, Cavali PTM, Pasqualini W, Gracitelli LC. Classificação da ossificação da crista do isquio na maturidade esquelética e sua correlação com o sinal de Risser. *Rev Bras Ortop*. 1998;33(2):109-10.
10. Dimeglio A, Canavese F. Progression or not progression? How to deal with adolescent idiopathic scoliosis during puberty. *J Child Orthop*. 2013;7(1):43-9. doi: 10.1007/s11832-012-0463-6
11. Sitoula P, Verma K, Holmes L Jr, Gabos PG, Sanders JO, Yorgova P, et al. Prediction of curve progression in idiopathic scoliosis: validation of the sanders skeletal maturity staging system. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2015;40(13):1006-13. doi: 10.1097/BRS.0000000000000952.
12. Li D, Linderman GC, Cui JJ, DeVries S, Nicholson AD, Li E, et al. The proximal humeral ossification system improves assessment of maturity in patients with scoliosis. *J Bone Joint Surg Am*. 2019;101(20):1868-74. doi: 10.2106/JBJS.19.00296.
13. Yang JH, Bhandarkar AW, Suh SW, Hong JY, Hwang JH, Ham CH. Evaluation of accuracy of plain radiography in determining the Risser stage and identification of common sources of errors. *J Orthop Surg Res*. 2014;9:101. doi: 10.1186/s13018-014-0101-8.
14. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*. 1977;33(1):159-74.
15. Freeman III BL. Escoliose e cifose. In: Canale ST (ed.). *Cirurgia ortopédica de Campbell*. 10ª ed. Barueri: Manole; 2006. p. 1751-954.
16. Hawary RE, Zaaroor-Regev D, Floman Y, Lonner BS, Alkhalife YI, Betz RR. Brace treatment in adolescent idiopathic scoliosis: risk factors for failure-a literature review. *Spine J*. 2019;19(12):1917-25. doi: 10.1016/j.spinee.2019.07.008.
17. Diedtz FR, Morcuend JA. Embriologia e desenvolvimento do sistema musculoesquelético. In: Morrissy RT, Weinstein SL. *Ortopedia pediátrica de Lovell e Winter*. Baureri: Manole; 2005. p. 1-35.
18. Dimeglio A. Crescimento em ortopedia pediátrica. In: Morrissy RT, Weinstein SL. *Ortopedia pediátrica de Lovell e Winter*. Baureri: Manole; 2005. p. 36-67.
19. Zember JS, Rosenberg ZS, Kwong S, Kothary SP, Bedoya MA. Normal skeletal maturation and imaging pitfalls in the pediatric shoulder. *Radiographics*. 2015;35(4):1108-22. doi: 10.1148/rg.2015140254.
20. Vira S, Husain Q, Jalai C, Paul J, Poorman GW, Poorman C, et al. The interobserver and intraobserver reliability of the Sanders Classification versus the Risser Stage. *J Pediatr Orthop*. 2017;37(4):e246-9. doi: 10.1097/BPO.0000000000000891.
21. Newton PO, Wenger DR. Escolioses idiopática e congênita. In: Morrissy RT, Weinstein SL. *Ortopedia pediátrica de Lovell e Winter*. Baureri: Manole; 2005. p. 737-806.