

VARIABILIDADE ESPINOPÉLVICA DE ACORDO COM O TIPO DE CURVA DA CLASSIFICAÇÃO DE ROUSSOULY

SPINOPELVIC VARIABILITY ACCORDING TO THE ROUSSOULY CLASSIFICATION CURVE TYPE

VARIABILIDAD ESPINOPÉLVICA DE ACUERDO CON EL TIPO DE CURVA DE LA CLASIFICACIÓN DE ROUSSOULY

RAPHAEL DE REZENDE PRATALI,¹ LUIZ EDUARDO MOREIRA PASSOS,¹ CARLOS EDUARDO ALGAVES SOARES DE OLIVEIRA,¹ CARLOS FERNANDO P. S. HERRERO²

1. Hospital do Servidor Público Estadual de São Paulo, Serviço de Ortopedia e Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil.

2. Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto, Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor, Ribeirão Preto, SP, Brasil.

RESUMO

Objetivo: Avaliar a variabilidade dos parâmetros sagitais espinopélvicos em uma amostra de pacientes, assim como a distribuição de lordose no segmento lombar da coluna vertebral. **Métodos:** Trata-se de um estudo transversal, considerando radiografias da coluna total de uma amostra de pacientes. Os pacientes foram avaliados de acordo com a classificação de Roussouly e foram considerados os parâmetros radiográficos do alinhamento sagital espinopélvico, além da medida da lordose de cada segmento da coluna lombar. Os parâmetros radiográficos foram correlacionados com o tipo da classificação de Roussouly. **Resultados:** Noventa pacientes foram incluídos no estudo. Houve correlação significativa entre a incidência pélvica (IP) e a lordose lombar (LL) L1-S1 ($R=0,89$; $p<0,0001$). O valor da IP foi significativamente maior nos tipos 3 e 4 de Roussouly do que nos tipos 1 e 2 ($p<0,001$), assim como o valor da LL L1-S1 ($p<0,001$). Considerando o total da amostra, 67% da LL L1-S1 estava localizada entre L4-S1, porém com variação conforme o tipo de curva pela classificação de Roussouly. **Conclusões:** O presente estudo demonstrou grande correlação entre os valores da IP e da LL, assim como a importância do segmento lombar distal (L4-S1) no valor global da LL L1-S1, ainda maior nos pacientes com menor valor de IP (tipos 1 e 2 de Roussouly). **Nível de evidência II; Análise retrospectiva de banco de dados prospectivo (coorte); Estudo diagnóstico.**

Descritores: Coluna Vertebral; Classificação; Mau Alinhamento Ósseo; Radiografia.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the variability of spinopelvic sagittal parameters and the distribution of lordosis in the lumbar spine in a sample of patients. **Methods:** This is a cross-sectional study considering full-spine radiographs of a patient sample. The patients were classified according to the Roussouly classification and both radiographic spinopelvic alignment parameters and the lordosis measurement of each lumbar spinal segment were considered. The radiographic parameters were correlated with the Roussouly classification type. **Results:** Ninety patients were included in the study. There was significant correlation between pelvic incidence (PI) and lumbar lordosis (LL) ($R=0.89$; $p<0.0001$). The values of PI were significantly higher in Roussouly types 3 and 4 than in types 1 and 2 ($p<0.001$), as were the values of LL L1-S1 ($p<0.001$). Considering the total sample, 67% of LL L1-S1 was located between L4-S1, but with variations by the Roussouly classification curve types. **Conclusion:** This study demonstrated a high correlation between the values of PI and LL, as well as the importance of the distal lumbar segment (L4-S1) in the overall value of LL L1-S1, which was even higher in patients with a lower PI value (Roussouly types 1 and 2). **Level of evidence II; Retrospective analysis of a prospective database (Cohort); Diagnostic study.**

Keywords: Spine; Classification; Bone Malalignment; Radiography.

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la variabilidad de los parámetros sagitales espinopélvicos en una muestra de pacientes, así como la distribución de lordosis en el segmento lumbar de la columna vertebral. **Métodos:** Se trata de un estudio transversal, considerando radiografías de la columna total de una muestra de pacientes. Los pacientes fueron evaluados de acuerdo con la clasificación de Roussouly y fueron considerados los parámetros radiográficos de la alineación sagital espinopélvica, además de la medida de la lordosis de cada segmento de la columna lumbar. Los parámetros radiográficos fueron correlacionados con el tipo de la clasificación de Roussouly. **Resultados:** Fueron incluidos 90 pacientes en el estudio. Hubo correlación significativa entre la incidencia pélvica (IP) y la lordosis lumbar (LL) L1-S1 ($R=0,89$; $p <0,0001$). El valor de la IP fue significativamente mayor en los tipos 3 y 4 de Roussouly que en los tipos 1 y 2 ($p <0,001$), así como el valor de la LL L1-S1 ($p <0,001$). Considerando el total de la muestra, 67% de la LL L1-S1 estaba localizada entre L4-S1, aunque con variación conforme al tipo de curva por la clasificación de Roussouly. **Conclusiones:** El presente estudio demostró gran correlación entre los valores de la IP y de la LL, así como la importancia del segmento lumbar distal (L4-S1) en el valor global de la LL L1-S1, aún mayor en los pacientes con menor valor de IP (tipos 1 y 2 de Roussouly). **Nivel de evidencia II; Análisis retrospectivo de banco de datos prospectivo (cohorte), Estudio diagnóstico.**

Descriptorios: Columna Vertebral; Clasificación; Desviación Ósea; Radiografía.

Estudo realizado no Serviço de Ortopedia e Traumatologia do Hospital do Servidor Público Estadual de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

Correspondência: Raphael de Rezende Pratali. Rua Pedro de Toledo, 1800, Bairro Vila Clementino, São Paulo, SP, Brasil. 04039-901. pratalir@gmail.com



<http://dx.doi.org/10.1590/S1808-185120201902224176>

INTRODUÇÃO

O estudo do equilíbrio sagital da coluna sagital tem se popularizado nas últimas décadas com inúmeras evidências mostrando correlação entre a perda do alinhamento sagital espino-pélvico e deterioração funcional e de qualidade de vida.¹⁻⁴ Sendo assim, inúmeros parâmetros radiográficos foram descritos para o entendimento do alinhamento sagital espino-pélvico, assim como para o reconhecimento da perda do alinhamento.^{1,2,5,6}

Dentre esses parâmetros radiográficos, destacam-se os parâmetros do formato e posição pélvica,⁷ assim como a lordose lombar (LL), medida entre L1 e S1, assim como a relação entre a LL e a incidência pélvica (IP).⁵ No entanto, alguns autores questionam o conceito de intervalo anatómicos fixos para as diferentes curvaturas da coluna vertebral, incluindo a cifose torácica medida entre T4-T12 e a lordose lombar entre L1-S1. Berthonaud e colaboradores, por exemplo, apresentaram o conceito do “ponto de inflexão” como uma variável funcional que corresponde ao ponto de transição entre a lordose lombar e a cifose torácica, independentemente de que nível anatómico isso ocorra, e o conceito da variabilidade da extensão das curvaturas na coluna vertebral.⁸

Roussouly et al. apresentaram um sistema de classificação de variantes normais de alinhamento sagital da coluna vertebral, levando em consideração o formato e a inclinação da pelve e a distribuição de lordose pelo segmento lombar, considerando o “ponto de inflexão”.⁹ Foram descritos quatro tipos de curvas⁹ e recentemente um quinto tipo foi incluído.¹⁰ O objetivo do presente estudo foi avaliar a variabilidade dos parâmetros do alinhamento sagital espino-pélvico em uma amostra de pacientes, assim como a distribuição da curvatura lordótica no segmento lombar da coluna vertebral.

MÉTODOS

Trata-se de uma análise transversal de um banco de dados radiográficos, coletado prospectivamente, de pacientes atendidos em um ambulatório de patologias da coluna vertebral de um único serviço. O trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do serviço responsável pelo estudo (CAAE: 97266618.0.0000.5463), com dispensa da coleta de assinatura do termo de consentimento livre esclarecido por considerar apenas dados já coletados em um banco de dados radiográficos.

Foram incluídos exames de radiografia da coluna total (radiografia panorâmica da coluna vertebral) que permitisse a avaliação e mensuração dos parâmetros espino-pélvicos de interesse e de indivíduos maiores de 18 anos. Foram excluídos exames de pacientes com antecedente de cirurgia prévia neurológica ou na coluna vertebral, doenças neurológicas ou neuromusculares, história de trauma ou doença neoplásica na coluna vertebral e queixa de incapacidade no quadril/joelho/tornozelo/pé que pudesse alterar as posições articulares.

Coleta de dados

Todos os exames radiográficos foram realizados no mesmo serviço, seguindo uma técnica padronizada: pacientes em ortostatismo, confortáveis, com o cotovelo em flexão total e ombro em flexão de 45°, com as mãos relaxadas e os dedos apoiados sobre a clavícula ou o osso malar.^{11,12} Os parâmetros radiográficos de interesse foram medidos utilizando-se o software Surgimap Spine (Nemaris Inc. New York, USA) validado para mensuração de parâmetros radiográficos na coluna vertebral.¹³ A lordose de cada segmento da coluna lombar foi medida (L1-L2, L2-L3, L3-L4, L4-L5 e L5-S1), assim como a LL entre L1 e S1. (Figura 1) Também foram considerados os parâmetros IP, versão pélvica (VP), inclinação sacral (IS) e a discrepância entre a IP e a LL (IP-LL). Também foram considerados dados demográficos e dados do prontuário médico dos pacientes. De acordo com as características do alinhamento sagital da coluna vertebral, os pacientes foram classificados segundo o sistema proposto por Roussouly et al.⁹

A análise estatística foi realizada utilizando o programa R, versão 3.4.9 (R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria). Os dados consistem em variáveis de natureza quantitativa e a

normalidade da distribuição foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk. Os parâmetros radiográficos foram comparados entre os diferentes tipos da classificação de Roussouly através do teste de ANOVA. O nível de significância considerado foi de 5%.

RESULTADOS

Noventa pacientes preencheram os critérios de inclusão e foram considerados no estudo. (Tabela 1) Destes, 66 pacientes (73%) eram mulheres e 24 (27%) eram homens. A média da idade dos pacientes foi 56,2 anos (desvio padrão [DP]: 14,6), variando entre 18 e 95 anos. Com relação à classificação de Roussouly, 14 pacientes (15,6%) foram classificados como tipo 1, 18 (20%) como tipo 2, 38 (42,2%) como tipo 3 e 20 (22,2%) como tipo 4.

Parâmetros radiográficos

A média do valor da IP, considerando o total da amostra, foi 53,6° (DP: 12), variando entre 22° e 88°. A média do valor da VP foi 13,6° (DP: 7,3°) e a média do valor da IS foi 40° (DP: 9,4°). A média do valor da LL entre L1 e S1 foi 57,8° (DP: 11,2°), variando entre 27° e 80°. Houve correlação significativa entre a IP e a LL L1-S1 ($R = 0,89$; $p < 0,0001$). A média do valor da lordose do segmento distal da coluna lombar, entre L4-S1, foi 39°, correspondendo a 2/3 (67,2%) do total da LL entre L1-S1. A média do valor de IP-LL, considerando o total da amostra, foi -4,2° (DP: 5,3), variando entre -10° e 8°.

Relação dos parâmetros radiográficos com a classificação de Roussouly

A Tabela 2 ilustra a relação dos parâmetros radiográficos com a classificação de Roussouly. O valor da IP foi significativamente diferente entre os tipos da classificação de Roussouly ($p < 0,001$), sendo que a média do valor da IP foi 40,2° (DP: 9,4°) para o tipo 1; 46° (DP: 5,4°) para o tipo 2; 54,7° (DP: 6°) para o tipo 3 e 67,7° (DP: 10,8°) para o tipo 4. (Figura 2) A IP foi estatisticamente diferente entre os tipos 1 e 3 ($p < 0,001$), 1 e 4 ($p < 0,001$), 2 e 3 ($p = 0,001$), 2 e 4 ($p < 0,001$) e 3 e 4 ($p < 0,001$). (Figura 3) Não houve diferença na IP entre os tipos 1 e 2 ($p = 0,16$).

O valor da LL foi significativamente diferente entre os tipos da classificação de Roussouly ($p < 0,001$), sendo que a média do valor da IP foi 47,3° (DP: 9,5°) para o tipo 1; 48,1° (DP: 7,8°) para o tipo 2; 59,4° (DP: 4,9°) para o tipo 3 e 70,8° (DP: 8,1°) para o tipo 4. (Figura 4) A IP foi estatisticamente diferente entre os tipos 1 e 3 ($p < 0,001$), 1 e

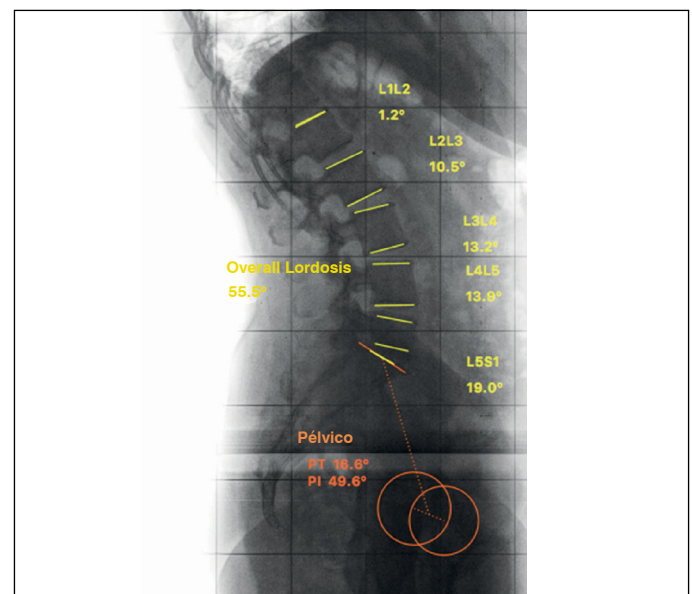


Figura 1. Ilustração da medida dos parâmetros radiográficos considerados no estudo.

4 ($p < 0,001$), 2 e 3 ($p < 0,001$), 2 e 4 ($p < 0,001$) e 3 e 4 ($p < 0,001$). (Figura 5) Não houve diferença na LL entre os tipos 1 e 2 ($p = 0,991$).

Considerando os pacientes tipo 1 de Roussouly, a lordose do segmento distal da coluna lombar (L4-S1) correspondeu a 76,3% da LL L1-S1, com ponto de inflexão localizado em L2-L3. Nos pacientes tipo 2 de Roussouly, a lordose entre L4-S1 correspondeu a 62% da LL L1-S1, com ponto de inflexão localizado em L1-L2. Nos pacientes tipo 3 de Roussouly, a lordose entre L4-S1 correspondeu a 70,8%, com ponto de inflexão localizado em T12-L1. Nos pacientes tipo 4 de Roussouly, a lordose entre L4-S1 correspondeu a 60,9%, com ponto de inflexão localizado em T12-L1.

DISCUSSÃO

Está bem definido que a LL é dependente do valor da IP, sendo que o aumento do valor da IP é diretamente proporcional ao valor absoluto da LL, medido entre L1-S1.¹⁴ No entanto, além do valor absoluto, a variação do valor da IP também influencia no comportamento da curvatura lombar, sobretudo na extensão da distribuição da lordose. Esse conceito foi observado por Roussouly e foi a base para o sistema de classificação para variantes normais do alinhamento sagital da coluna vertebral apresentado.⁹ O presente

Tabela 1. Dados demográficos da amostra e distribuição segundo a Classificação de Roussouly.

Total amostra	90 pacientes (100%)
Homens	24 pacientes (27%)
Mulheres	66 pacientes (73%)
Idade	
Média (Desvio Padrão)	56,2 anos (14,6)
Varição	18 – 95 anos
Classificação roussouly	
Tipo 1	14 pacientes (15,6%)
Tipo 2	18 pacientes (20%)
Tipo 3	38 pacientes (42,2%)
Tipo 4	20 pacientes (22,2%)

Tabela 2. Distribuição da IP e da LL de acordo com o tipo de curva segundo a Classificação de Roussouly.

Classificação	IP	LL L1-S1	L1-L2	L2-L3	L3-L4	L4-L5	L5-S1
Tipo 1	40,2° (9,4°)	47,4° (9,6°)	-2° (2,3°)	3,9° (2,7°)	10°(4°)	15,9° (3,2°)	20,5° (4,9°)
Tipo 2	46° (5,4°)	48,1° (7,8°)	0,1° (3,2°)	7,5° (3,4°)	10,6° (3,3°)	14,5° (4,5°)	16,4° (5,9°)
Tipo 3	54,7° (6°)	59,4° (4,9°)	0,2° (3,2°)	7° (3,5°)	10,7° (3,8°)	17,9° (4°)	24,4° (6,4)
Tipo 4	67,6° (10,8)	70,8° (8°)	1,9° (3°)	10,5° (4°)	14° (4,1°)	20,6° (5,4°)	25,3° (10,1°)

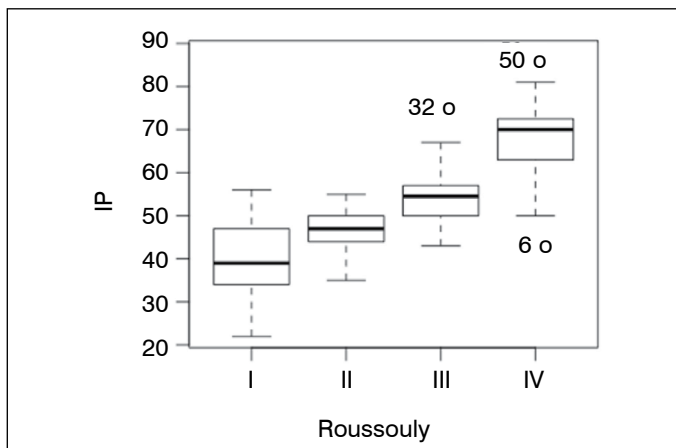


Figura 2. Valores da incidência pélvica (IP) de acordo com a classificação de Roussouly.

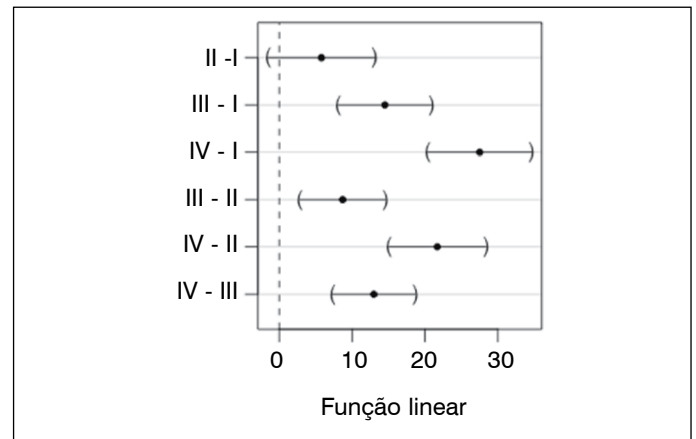


Figura 3. Comparação dos valores da IP, pelo teste de ANOVA, entre os tipos da classificação de Roussouly.

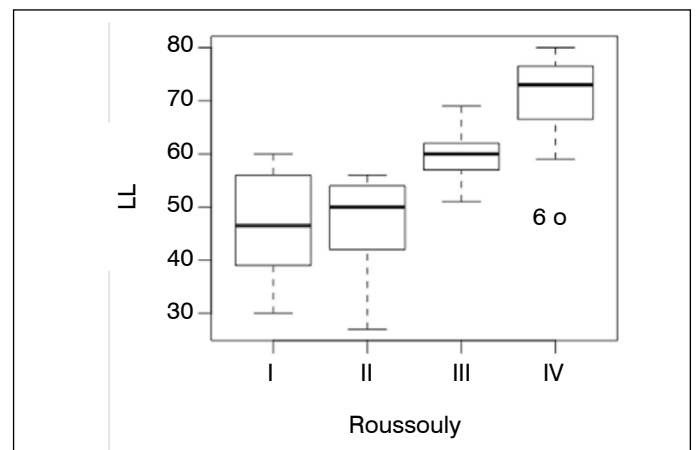


Figura 4. Valores da lordose lombar L1-S1 (LL) de acordo com a classificação de Roussouly.

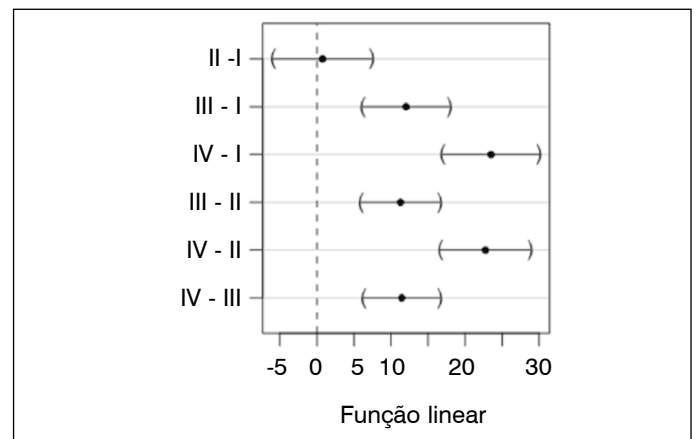


Figura 5. Comparação dos valores da LL, pelo teste de ANOVA, entre os tipos da classificação de Roussouly.

estudo avaliou uma amostra de pacientes quanto ao alinhamento sagital espino-pélvico e a classificação pelo sistema proposto por Roussouly.

Laouissat e colaboradores¹⁰ investigaram a acurácia da classificação de Roussouly, considerando 296 indivíduos. Comparando seus resultados com os resultados do presente estudo, o tipo 1 foi o menos frequente em ambos (12% vs. 15,6% respectivamente), enquanto o tipo 3 foi o mais comum em ambos (46% vs. 42,2%). No artigo citado, o tipo 2 inclui 22% enquanto no presente estudo

incluiu 20%. O tipo 4 totalizou 20% da população do estudo de Laouissat e colaboradores e 22,2% do presente estudo.

Com relação a relação entre os parâmetros radiográficos e a classificação de Roussouly, o presente estudo observou que o valor da IP foi maior nos tipos 3 e 4, comparado com os tipos 1 e 2, sendo maior no tipo 4 que no tipo 3 de Roussouly. Esse resultado coincide com o que foi publicado no artigo original de Roussouly e colaboradores,⁹ assim como no artigo de Laouissat e colaboradores.¹⁰ Igualmente, o valor da LL L5-S1 foi maior nos tipos 3 e 4, sendo maior no tipo 4 que no tipo 3, comparado com os tipos 1 e 2, igualmente observado nos artigos citados.^{9,10}

A literatura tem demonstrado que 2/3 do total da LL L1-S1 está localizada no segmento distal da coluna lombar (L4-S1).^{9,15} Os dados do presente estudo evidenciaram que, no total da amostra, o segmento L4-S1 foi responsável por 67,2% do valor da LL L1-S1. Considerando os diferentes tipos da classificação de Roussouly, a distribuição da lordose pelo segmento lombar apresentou variação: Tipo 1, com pacientes com baixa IP (média 40°) e lordose curta, geralmente compondo três vértebras, sendo que 76% da LL L1-S1 localizou-se entre L4-S1; Tipo 2, também com baixa IP (46°) e curva lombar menos pronunciada (LL L1-S1 média 48°), 62% da LL L1-S1 localizou-se entre L4-S1; Tipo 3, com IP média de 54°, o número de vértebras que compõem a lordose lombar aumenta e 70% da LL L1-S1 localizou-se entre L4-S1; Tipo 4, com IP mais elevada (média 67°), apresentou LL mais acentuada (média 70°) e mais ampla, sendo que 60% da LL L1-S1 localizou-se entre L4-S1.

Um estudo recente avaliou o alinhamento sagital espinopélvico considerando uma amostra de 268 indivíduos.¹⁶ Também

foi observado que 67% da lordose lombar se localizou entre os segmentos L4 e S1, similar ao observado no presente estudo e em outros artigos publicados. Além disso, foi analisada a correlação entre a LL e a IP, com obtenção de uma expressão aritmética, pelo modelo de regressão linear, em que a $LL\ L1-S1 = 0,54 \times IP + 27,6$ ($R = 0,56$). Assim, demonstraram que em pacientes com IP mais baixa ($IP < 50^\circ$) espera-se valor de LL superior ao da IP, enquanto em pacientes com IP mais elevada espera-se valor de LL inferior ao da IP, respeitando o conceito apresentado no artigo de Schwab e colaboradores que $LL = IP \pm 9^\circ$.¹⁴ No presente estudo, também foi observada uma elevada correlação entre IP e LL, sendo que, pelo modelo de regressão linear, o valor da $LL\ L1-S1 = 0,83 \times IP + 13$, com $R=0,89$ e $R^2=0,80$ ($p < 0,001$).

CONCLUSÕES

O presente estudo apresentou a análise do alinhamento sagital espinopélvico em uma amostra de pacientes brasileiros, que demonstrou a taxa de frequência da distribuição segundo a classificação de Roussouly. Ficou confirmada a elevada correlação entre os valores de IP e da LL, assim como em outros artigos publicados. Foi evidenciado a importante participação do segmento lombar distal (L4-S1) no valor global da LL L1-S1, ainda maior nos pacientes com menor valor de IP (tipos 1 e 2 de Roussouly).

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

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES: Cada autor contribuiu de forma individual e significativamente para o desenvolvimento desse manuscrito. Conceito e desenho do estudo: RRP. Aquisição de dados e aprovação do CEP: LEMP. Coleta dos dados: LEMP. Análise e interpretação dos dados: RRP. Desenvolvimento do artigo: RRP. Revisão crítica do artigo: CFPSH. Revisão da versão final para submissão: RRP, LEMP, CEASO e CFPSH.

REFERÊNCIAS

- Glassman SD, Bridwell K, Dimar JR, Horton W, Berven S, Schwab F. The impact of positive sagittal balance in adult spinal deformity. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005;30(18):2024-9.
- Lafage V, Schwab F, Patel A, Hawkinson N, Farcy JP. Pelvic tilt and truncal inclination: two key radiographic parameters in the setting of adults with spinal deformity. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009;34(17):E599-606.
- Bess S, Line B, Fu KM, McCarthy I, Lafage V, Schwab F, et al. The health impact of symptomatic Adult Spinal Deformity: Comparison of deformity types to United States population norms and chronic diseases. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2016;41(3):224-33.
- Pellisé F, Vila-Casademunt A, Ferrer M, Domingo-Sabat M, Bagó J, Pérez-Gruoso FJ, et al. Impact on health related quality of life of adult spinal deformity (ASD) compared with other chronic conditions. *Eur Spine J*. 2015;24(1):3-11.
- Schwab FJ, Blondel B, Bess S, Hostin R, Shaffrey Cl, Smith JS, et al. Radiographical spinopelvic parameters and disability in the setting of adult spinal deformity: a prospective multicenter analysis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013;38(13):E803-12.
- Pratali RR, Hennemann SA, Amaral R, Silva LECT, Carvalho MOP, Daher MT, et al. Standardized terminology of adult spine deformity for Brazilian Portuguese. *Coluna/Columna*. 2015;14(4):281-5.
- Legaye J, Duval-Beaupère G, Hecquet J, Marty C. Pelvic incidence: a fundamental pelvic parameter for three-dimensional regulation of spinal sagittal curves. *Eur Spine J*. 1998;7(2):99-103.
- Berthonnaud E, Dimnet J, Roussouly P, Labelle H. Analysis of the sagittal balance of the spine and pelvis using shape and orientation parameters. *J Spinal Disord Tech*. 2005;18(1):40-7.
- Roussouly P, Gologly S, Berthonnaud E, Dimnet J. Classification of the normal variation in the sagittal alignment of the human lumbar spine and pelvis in the standing position. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005;30(3):346-53.
- Laouissat F, Sebaaly A, Gehrchen M, Roussouly P. Classification of normal sagittal spine alignment: refounding the Roussouly classification. *Eur Spine J*. 2018;27(8):2002-11.
- Glassman SD, Bridwell K, Dimar JR, Horton W, Berven S, Schwab F. The impact of positive sagittal balance in adult spinal deformity. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005;30(18):2024-9.
- Pratali RR, Nasreddine MA, Diebo B, Oliveira CEAS, Lafage V. Normal values for sagittal spinal alignment: a study of Brazilian subjects. *Clinics (Sao Paulo)*. 2018;73:e647.
- Lafage R, Ferrero E, Henry JK, Chailier V, Diebo B, Liabaud B, et al. Validation of a new computer-assisted tool to measure spino-pelvic parameters. *Spine J*. 2015;15(12):2493-502.
- Schwab F, Lafage V, Patel A, Farcy JP. Sagittal plane considerations and pelvis in the adult patient. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009;34(17):1828-33.
- Janik TJ, Harrison DD, Cailliet R, Troyanovich SJ, Harrison DE. Can the sagittal lumbar curvature be closely approximated by an ellipse? *J Orthop Res*. 1998;16(6):766-70.
- Le Huec JC, Hasegawa K. Normative values for the spine shape parameters using 3D standing analysis from a database of 268 asymptomatic Caucasian and Japanese subjects. *Eur Spine J*. 2016;25(11):3630-7.