

# CORRELAÇÃO ENTRE ALINHAMENTO SAGITAL CERVICAL E CAPACIDADE FUNCIONAL NA ESPONDILOSE CERVICAL

CORRELATION BETWEEN CERVICAL SAGITTAL ALIGNMENT AND FUNCTIONAL CAPACITY IN CERVICAL SPONDYLOSIS

CORRELACIÓN ENTRE ALINEACIÓN SAGITAL CERVICAL Y CAPACIDAD FUNCIONAL EN LA ESPONDILOSIS CERVICAL

MARCEL MACHADO DA MOTTA<sup>1</sup>, RAPHAEL DE REZENDE PRATALI<sup>1</sup>, CARLOS EDUARDO ALGAVES SOARES DE OLIVEIRA<sup>1</sup>

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

## RESUMO

**Objetivo:** Correlacionar os parâmetros radiográficos do alinhamento sagital cervical com qualidade de vida e capacidade funcional em pacientes com espondilose cervical em tratamento conservador. **Métodos:** Trata-se de um estudo observacional e prospectivo em pacientes com espondilose cervical e sem indicação de cirurgia. Os 52 pacientes incluídos foram divididos em três grupos: dor axial, radiculopatia e mielopatia cervical. Os parâmetros radiográficos considerados foram lordose cervical (LC), eixo vertical sagital cervical (EVSC), ângulo de inclinação de T1 (AIT1) e discrepância entre inclinação de T1 e lordose cervical (AIT1-LC). A qualidade de vida e a capacidade funcional foram avaliadas por meio do questionário *Neck Disability Index* (NDI). A dor foi avaliada pela Escala Visual Analógica (EVA). A correlação entre os parâmetros radiográficos e os escores clínicos foi avaliada pelo coeficiente de correlação de Pearson. **Resultados:** Não houve diferença nos parâmetros radiográficos cervicais entre os três grupos. No total da amostra, a média do EVSC foi de 17,8° (± 8,3°); da LC, 22,4° (± 8,8°); do AIT1, 29,3° (± 6,6°) e da AIT1-LC, 7,0° (± 7,4°). Observou-se correlação inversa significativa ( $r = -0,3$ ,  $p = 0,039$ ) entre NDI e LC, mas não houve correlação significativa entre LC e EVA. EVSC ( $p = 0,541$ ), AIT1 ( $p = 0,287$ ) e AIT1-LC ( $p = 0,287$ ) não tiveram correlação significativa com NDI ou EVA. **Conclusão:** Considerando pacientes com espondilose cervical não candidatos à cirurgia, o único parâmetro sagital cervical que se correlacionou com capacidade funcional foi LC. Nesses pacientes, a correlação entre o alinhamento cervical e qualidade de vida precisa ser mais bem caracterizada.

**Descritores:** Espondilose; Cervicalgia; Lordose; Equilíbrio postural; Qualidade de vida.

## ABSTRACT

**Objective:** To correlate the radiographic parameters of sagittal cervical alignment with quality of life and functional capacity in patients with cervical spondylosis under conservative treatment. **Methods:** This is an observational and prospective study in patients with cervical spondylosis under conservative treatment and without indication for surgery. The 52 patients included were divided into three groups: axial pain, radiculopathy, and cervical myelopathy. The radiographic parameters considered were cervical lordosis (CL), cervical sagittal vertical axis (CSVA), T1 slope (TS) and the discrepancy between TS and CL (TS-CL). Quality of life and functional capacity were evaluated by the Neck Disability Index (NDI) questionnaire. Pain was assessed by the Visual Analogue Scale (VAS). The correlation between the radiographic parameters and the clinical scores was evaluated by the Pearson correlations coefficient. **Results:** There was no difference in cervical radiographic parameters between the three groups. In the total of the sample, the mean value of the CSVA was 17.8° (±8.3°), CL, 22.4° (± 8.8°); TS, 29.3° (±6.6°), and TS-CL, 7.0° (±7.4°). Significant inverse correlation ( $r = -0.3$ ,  $p=0.039$ ) was observed between NDI and CL, but there was no significant correlation between CL and VAS. CSVA ( $p=0.541$ ), TS ( $p=0.287$ ) and TS-CL ( $p=0.287$ ) had no significantly correlated with NDI or VAS. **Conclusion:** Considering patients with cervical spondylosis not candidates for surgery, the only sagittal parameter that correlated with functional capacity was LC. In these patients, the correlation between cervical alignment and quality of life needs to be better characterized.

**Keywords:** Spondylosis; Neck pain; Lordosis; Postural balance; Quality of life.

## RESUMEN

**Objetivo:** Correlacionar los parámetros radiográficos de la alineación sagital cervical con calidad de vida y capacidad funcional en pacientes con espondilosis cervical en tratamiento conservador. **Métodos:** Se trata de un estudio observacional y prospectivo en pacientes con espondilosis cervical i sin indicación de cirugía. Los 52 pacientes incluidos fueron divididos en tres grupos: dolor axial, radiculopatía y mielopatía cervical. Los parámetros radiográficos considerados fueron lordosis cervical (LC), eje vertical sagital cervical (EVSC), ángulo de inclinación de T1 (AIT1) y discrepancia entre AIT1 y LC (AIT1-LC). La calidad de vida y la capacidad funcional fueron evaluadas mediante el cuestionario *Neck Disability Index* (NDI). El dolor se evaluó por la Escala Visual Analógica (EVA). La correlación entre los parámetros radiográficos y los escores clínicos fue evaluada por el coeficiente de correlación de Pearson. **Resultados:** No hubo diferencia en los parámetros radiográficos cervicales entre los tres grupos. En la muestra total, la media de EVSC fue de 17,8° (± 8,3°); de LC, 22,4° (± 8,8°); del AIT1, 29,3° (± 6,6°) y de la AIT1-LC, 7,0° (± 7,4°). Se observó una correlación inversa significativa ( $r = -0,3$ ,  $p = 0,039$ ) entre NDI y LC, pero no hubo correlación significativa entre LC y EVA. EVSC ( $p = 0,541$ ), AIT1 ( $p = 0,287$ ) y AIT1-LC ( $p = 0,287$ ) no tuvieron correlación significativa con NDI o EVA. **Conclusión:** Considerando pacientes con espondilosis cervical no candidatos a la cirugía, el único parámetro sagital cervical que se correlacionó con capacidad funcional fue LC. En estos pacientes, la correlación entre la alineación cervical y la calidad de vida debe ser mejor caracterizada.

**Descriptores:** Espondilosis; Dolor de cuello; Lordosis; Balance postural; Calidad de vida.

Trabalho realizado no 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

## INTRODUÇÃO

A região cervical é o segmento da coluna vertebral que apresenta maior mobilidade, além de ser responsável pelo suporte do peso da cabeça, estando susceptível a uma série de patologias, associadas com importante comprometimento da qualidade de vida e incapacidade funcional.<sup>1,2</sup> O segmento cervical funciona fisiologicamente em lordose e alterações nessa curvatura são comumente observadas em pacientes com patologias cervicais.<sup>2-5</sup>

A perda do alinhamento sagital da coluna vertebral é uma condição bem estabelecida como determinante de dor e incapacidade funcional em indivíduos adultos.<sup>6-8</sup> A correlação entre o desequilíbrio sagital, representada pela linha de prumo a partir de C7 (Eixo Vertical Sagital), com comprometimento da qualidade de vida, representado por piores valores obtidos a partir de questionários, foi demonstrada por diversos estudos, assim como melhores resultados clínicos pós-operatórios obtidos quando tal alinhamento fora restabelecido.<sup>9-11</sup> Também ficou demonstrado que além da análise do alinhamento sagital global, ou seja, do Eixo Vertical Sagital, a pelve tem papel fundamental sobre o alinhamento da coluna vertebral, funcionando como instrumento de compensação frente à perda do alinhamento sagital global e também se correlacionando com indicadores de qualidade de vida.<sup>8,12,13</sup>

Recentemente, a importância do alinhamento sagital do segmento cervical da coluna vertebral foi demonstrada, sendo que a deformidade da coluna cervical se associa com dor, incapacidade funcional e mesmo gravidade da mielopatia cervical.<sup>1,2,14-17</sup> Dentre os parâmetros radiográficos mais utilizados para avaliar o alinhamento cervical, destacam-se a lordose cervical (LC) a partir do método de Cobb, tendo como base linhas paralelas às placas terminais inferiores de C2 e C7;<sup>18</sup> o eixo vertical sagital cervical (EVSC), medido pela distância perpendicular entre uma linha de prumo traçada a partir de C2 e o aspecto pósterio-superior do corpo vertebral de C7;<sup>2</sup>; e a discrepância entre o ângulo de inclinação de T1 (AIT1) e a lordose cervical (LC), calculada pela expressão aritmética AIT1-LC, que, segundo alguns autores, comporta-se como o equivalente cervical à discrepância entre a incidência pélvica e a lordose lombar para a coluna lombar.<sup>19</sup>

Apesar da correlação de tais parâmetros radiográficos do alinhamento sagital cervical estar bem estabelecida com qualidade de vida e resultados pós-operatórios em pacientes que foram submetidos a tratamento cirúrgico,<sup>15,20,21</sup> é escassa na literatura a evidência da correlação entre parâmetros sagitais cervicais com perda da qualidade de vida e incapacidade funcional em pacientes em tratamento conservador. Assim, este estudo tem como objetivo avaliar e correlacionar parâmetros radiográficos do alinhamento sagital cervical com indicadores de qualidade de vida e capacidade funcional em pacientes com espondilose cervical em regime de tratamento conservador ambulatorial, que não sejam candidatos a tratamento cirúrgico.

## MÉTODOS

Trata-se de um estudo observacional, prospectivo, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do serviço responsável (parecer nº 1.445.245). Participaram do estudo pacientes atendidos no ambulatório de patologias da coluna vertebral de um mesmo serviço, todos tendo preenchido Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aprovado pelo CEP. Foram incluídos indivíduos acima de 18 anos com diagnóstico de espondilose cervical em regime de tratamento conservador, não candidatos a tratamento cirúrgico. Foram excluídos indivíduos com outras patologias na coluna vertebral que não espondilose (como neoplasias, trauma e deformidades congênitas), cirurgia prévia na coluna vertebral, pacientes portadores de doença neurológica, condições psiquiátrica que comprometessem o entendimento do paciente quanto ao estudo e pacientes que tenham indicação ou optaram por tratamento cirúrgico para sua condição na coluna cervical. De acordo com o quadro clínico, os pacientes foram divididos em três grupos: Dor axial, Radiculopatia e Mielopatia cervical.

Os pacientes foram submetidos a radiografia do coluna total em perfil, na posição de ortostase, sendo orientados a manter o olhar fixo no horizonte. Somente foram considerados exames que permitissem visualização adequada desde a base do crânio até a primeira vértebra torácica (T1). As imagens digitalizadas obtidas foram analisadas utilizando-se o software Surgimap Spine (Nemaris Inc. New York, USA), para mensuração dos seguintes parâmetros radiográficos do alinhamento sagital cervical: lordose cervical (LC), eixo vertical sagital cervical (EVSC), ângulo de inclinação de T1 (AIT1) e discrepância entre a inclinação de T1 e a lordose cervical (AIT1-LC), conforme ilustrado na Figura 1.

A qualidade de vida e capacidade funcional foi avaliada através do questionário *Neck disability index* (NDI) traduzido e validado para a língua portuguesa.<sup>22</sup> Para avaliação da intensidade da dor cervical axial, foi empregada a escala visual analógica (EVA), graduada de 0 a 10, onde 0 equivale a ausência de dor e 10 a dor mais forte que o paciente já sentiu.<sup>23</sup>

A análise estatística foi realizada através do software STATA 11 SE. A normalidade das variáveis foi testada pelo teste Shapiro Wilk e a análise de correlação foi testada pelo cálculo do coeficiente de correlação de Pearson. A comparação dos parâmetros radiográficos entre os pacientes com dor axial, radiculopatia ou mielopatia foi realizada por meio do teste ANOVA. Foi considerado o nível de significância de 5%, sendo, portanto, os resultados considerados estatisticamente significativos aqueles cujo valor de p foi inferior a 0,05.



**Figura 1.** Exemplo de imagem digitalizada com mensurações dos parâmetros radiográficos de interesse (EVSC, AIT1 e LC) utilizando-se o software Surgimap Spine (Nemaris Inc. New York, USA).

## RESULTADOS

Foram incluídos no estudo 52 pacientes com idade média de 60 anos, variando de 24 a 84 anos, com desvio padrão de 12 anos. A amostra contou com 38 pacientes do sexo feminino (73%) e 14 (27%) do sexo masculino. Do total de pacientes analisados, 43 (82,7%) foram classificados como Dor Axial, 3 (5,8%) como Mielopatia e 6 (11,6%) como Radiculopatia. Considerando o total da amostra, a média do EVSC foi de 17,8° ( $\pm 8,3^\circ$ ); da LC, 22,4° ( $\pm 8,8^\circ$ ); do AIT1, 29,3° ( $\pm 6,6^\circ$ ); e da discrepância AIT1-LC, 7,0° ( $\pm 7,4^\circ$ ). Comparando os parâmetros do alinhamento sagital cervical quanto às classes de diagnóstico, não foi encontrada diferença significativa quanto a nenhum parâmetro estudado. (Tabela 1)

A Tabela 2 mostra o estudo da correlação entre os parâmetros radiográficos e a idade dos pacientes do estudo. Houve correlação com o EVSC ( $r = 0,3$ ) e com o AIT1 ( $r = 0,3$ ), ambas fracas, mas estatisticamente significantes ( $p = 0,04$  e  $p = 0,03$ , respectivamente) e uma correlação moderada ( $r = 0,4$ ) com a LC, estatisticamente significativa ( $p < 0,001$ ). Não houve correlação estatisticamente significativa entre idade e AIT1-LC. Considerando os parâmetros radiográficos do alinhamento sagital cervical entre si, houve correlação moderada ( $r = 0,4$ ;  $p = 0,004$ ) entre o EVSC e o AIT1 e entre a LC e o AIT1 ( $r = 0,6$ ;  $p < 0,001$ ). (Tabela 3)

A análise da intensidade da dor cervical axial nos pacientes, através da EVA, mostrou média de 6,8 ( $\pm 2,5$ ), considerando o total

da amostra. O estudo da correlação da EVA com os parâmetros do alinhamento sagital cervical, ilustrados na Tabela 3, não mostrou correlação significativa da intensidade da dor cervical com nenhum parâmetro radiográfico ( $p > 0,05$ ). A média do escore obtido para o questionário NDI, considerando o total da amostra foi 39,1 ( $\pm 16,5$ ), variando entre 8 e 84. A Tabela 4 mostra a correlação do escore do NDI com os parâmetros radiográficos do alinhamento sagital cervical. Houve correlação inversa de fraca intensidade ( $r = -0,3$ ), porém estatisticamente significativa ( $p = 0,039$ ), entre a LC e o NDI. (Figura 2) Não houve correlação significativa entre o NDI e nenhum outro parâmetro radiográfico considerado.

**Tabela 1.** Valores dos parâmetros sagitais cervicais de acordo com cada diagnóstico.

	Diagnóstico				p
	Dor axial média (DP)	Mielopatia média (DP)	Radiculopatia média (DP)	Total da amostra média (DP)	
EVSC (mm)	17,8 (7,8)	21,4 (13,0)	16,7 (10,4)	17,9 (8,17)	0,723
LC (graus)	22,8 (8,5)	23,7 (13,0)	18,7 (11,9)	21,8 (8,4)	0,296
AIT1 (graus)	29,0 (6,5)	23,3 (6,7)	29,3 (7,5)	28,7 (6,9)	0,409
AIT1-LC (graus)	6,2 (7,1)	10,7 (2,9)	10,7 (10,2)	6,9 (7,5)	0,265

**Tabela 2.** Correlação dos parâmetros sagitais cervicais com a idade.

Variável	Idade	
	Coefficiente de correlação (r)	p
EVSC (mm)	0,3	0,04*
LC (graus)	0,4	<0,001*
AIT1 (graus)	0,3	0,03*
AIT1-LC (graus)	-0,2	0,09

\* = valores com significância estatística ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 3.** Valores das correlações (r) entre as variáveis estudadas.

Variáveis	Idade	EVSC (mm)	LC (graus)	AIT1 (graus)	AIT1-LC (graus)	EVA	NDI
Idade	-	0,3*	0,4*	0,3*	-0,2	0,0	-0,1
EVSC (mm)	0,3*	-	0,1	0,4*	0,2	0,0	0,1
LC (graus)	0,4*	0,1	-	0,6*	0,0	0,0	-0,3*
AIT1 (graus)	0,3*	0,4*	0,6*	-	0,2	0,0	-0,2
AIT1-LC (graus)	-0,2	0,2	-0,7*	0,2	-	0,0	0,2
EVA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,4*
NDI	-0,1	0,1	-0,3*	-0,2	0,2	0,4*	-

\* = valores com significância estatística ( $p < 0,05$ ).

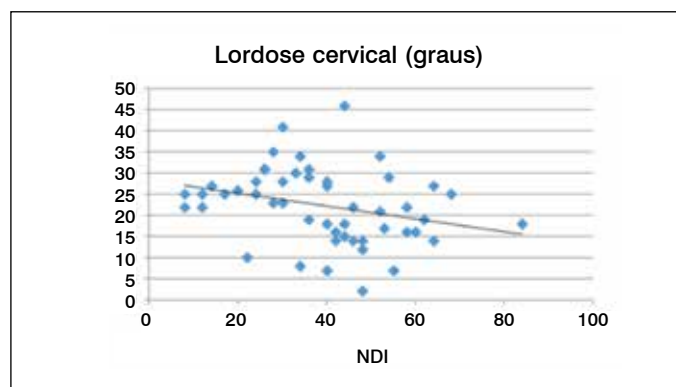
**Tabela 4.** Correlação do NDI com os parâmetros sagitais cervicais.

	NDI	
	Coefficiente de correlação (r)	p
EVSC (mm)	0,1	0,541
LC (graus)	-0,3	0,039*
AIT1 (graus)	-0,2	0,287
AIT1-LC (graus)	0,2	0,142

\* = valor com significância estatística ( $p < 0,05$ ).

## DISCUSSÃO

Nos últimos anos, diversos trabalhos buscaram correlacionar parâmetros do alinhamento sagital da coluna vertebral à qualidade de vida, tanto após a realização de procedimentos cirúrgicos quanto em indivíduos não operados.<sup>24-26</sup> Mais recentemente, tem sido crescente o número de estudos demonstrando também haver correlação importante entre os resultados pós-operatórios de intervenções na coluna cervical com os parâmetros sagitais.<sup>15,20,27</sup> Entretanto, estudos



**Figura 2.** Correlação entre o NDI e a lordose cervical.

da correlação entre os parâmetros sagitais cervicais com indicadores da qualidade de vida em pacientes não submetidos a tratamento cirúrgico são extremamente raros. O presente estudo analisou a correlação desses parâmetros radiográficos com indicadores de qualidade de vida e capacidade funcional em uma amostra de pacientes com espondilose cervical sem indicação para tratamento cirúrgico ou que optaram por não realizar tratamento cirúrgico.

Tang et al.<sup>15</sup> demonstraram o EVSC como preditor independente para resultado funcional em pacientes submetidos a artrorese posterior da coluna cervical. Em seguida, o EVSC foi associado com pior gravidade da mielopatia cervical.<sup>16</sup> No presente estudo, não foi evidenciado correlação entre o EVSC e qualidade de vida, embora a amostra fora composta por pacientes sem indicação para tratamento cirúrgico ou que optaram por não serem operados. Além disso, apenas 5,8% dos pacientes incluídos tiveram diagnóstico de mielopatia.

Como resultado do presente estudo, houve correlação inversa significativa entre a LC e o NDI, sendo que quanto maior o valor da LC, menor o valor obtido do NDI, ou seja, melhor a capacidade funcional do paciente. Em um estudo recente, Iyer et al.<sup>28</sup> analisaram a correlação entre parâmetros radiográficos do alinhamento sagital e qualidade de vida no pré-operatório de pacientes aguardando procedimento cirúrgico. Foi observada correlação inversa entre a LC e o NDI, sendo que o aumento da LC também estava associado com menores valores do NDI, similar ao observado no presente estudo. Entretanto, em seu estudo, Iyer et al.<sup>28</sup> dividiram os pacientes em dois grupos – mielopatia e radiculopatia – sendo que, considerando os pacientes com mielopatia, houve correlação significativa entre os parâmetros radiográficos e o NDI, mas não houve correlação considerando os pacientes com radiculopatia. Novamente, a grande maioria dos pacientes do presente estudo foram classificados como portadores de dor axial e radiculopatia (94%) e a minoria como mielopatia.

A correlação entre os parâmetros do alinhamento sagital cervical entre si também tem sido demonstrada em estudos recentes,<sup>1,21,29</sup> assim como o papel da junção cérvico-torácica sobre o alinhamento sagital cervical, similar ao que ocorre com o alinhamento da coluna tóracolombar, correlacionando-se com a pelve.<sup>2,13</sup> A correlação entre o AIT1 e a LC, demonstrando que a quantidade de LC é influenciada pela inclinação do platô superior de T1 (AIT1), foi apresentada na literatura<sup>21,29,30</sup> e também ficou evidente no presente estudo. Também foi verificada correlação significativa entre o AIT1 e o EVSC, o que indica o importante papel da inclinação de T1 para todo o alinhamento sagital cervical, conforme já demonstrado anteriormente na literatura.<sup>2,29,30</sup>

O presente estudo também demonstrou o efeito do envelhecimento no alinhamento sagital cervical. Pelos resultados obtidos, o AIT1, a LC e o EVSC tendem a aumentar com a idade. Yukawa et al.<sup>30</sup> publicaram resultados semelhantes e argumentaram que com a idade, a coluna tende a assumir um alinhamento sagital positivo, aumentando o AIT1, para manter a capacidade de olhar para frente, a coluna cervical há um aumento do valor da lordose cervical.

A principal limitação do presente estudo foi a casuística pequena, e ainda tendo incluído poucos casos (15,3%) que poderiam ser classificados como portadores de "deformidade da coluna cervical", seguindo os critérios do sistema de classificação para deformidade cervical recentemente apresentado.<sup>31</sup> O fato de a ampla minoria de pacientes da amostra não ter critérios para o diagnóstico de deformidade e de o estudo incluir apenas pacientes não candidatos a tratamento cirúrgico e que optaram pelo tratamento não-cirúrgico pode sugerir que os pacientes sem critérios para deformidade são mais propícios ao tratamento não cirúrgicos que os pacientes com deformidade da coluna cervical.

Parece incontestável que o alinhamento cervical seja um indicador direto do resultado funcional e de qualidade de vida após artrodese da coluna cervical e tem sido demonstrada a existência de uma correlação bem estabelecida entre parâmetros radiográficos do alinhamento cervical e qualidade de vida em pacientes com mielopatia e deformidade da coluna cervical. No entanto,

em pacientes com espondilose cervical apresentando dor axial e radiculopatia, sem mielopatia e sem deformidade, essa correlação não está tão bem estabelecida.

## CONCLUSÃO

Considerando uma amostra de pacientes com espondilose cervical sem indicação para tratamento cirúrgico ou que optaram pelo tratamento não-cirúrgico, o único parâmetro radiográfico do alinhamento da coluna cervical que se correlacionou com qualidade de vida foi a lordose cervical. Nesses pacientes, apresentando dor axial e radiculopatia, sem mielopatia e sem deformidade, a correlação entre o alinhamento cervical e qualidade de vida precisa ser melhor caracterizada.

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: MMM e RRP. Aquisição de dados e aprovação do CEP: MMM. Análise e interpretação dos dados: MMM e RRP. Desenvolvimento do artigo: MMM. Revisão crítica do artigo: RRP. Revisão da versão final para submissão: MMM, RRP e CEASO.

## REFERÊNCIAS

- Scheer JK, Tang JA, Smith JS, Acosta FL Jr, Protosaltis TS, Blondel B, et al. Cervical spine alignment, sagittal deformity, and clinical implications: a review. *J Neurosurg Spine*. 2013;19(2):141-59.
- Ames CP, Blondel B, Scheer JK, Schwab FJ, Le Huec JC, Massicotte EM, et al. Cervical radiographical alignment: comprehensive assessment techniques and potential importance in cervical myelopathy. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013;38(22 Suppl 1):S149-60.
- Bost HC Jr. The curve of the cervical spine: variations and significance. *J Manipulative Physiol Ther*. 1995;18(4):254.
- McAvinney J, Schulz D, Bock R, Harrison DE, Holland B. Determining the relationship between cervical lordosis and neck complaints. *J Manipulative Physiol Ther*. 2005;28(3):187-93.
- Hardacker JW, Shuford RF, Capicotto PN, Pryor PW. Radiographic standing cervical segmental alignment in adult volunteers without neck symptoms. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1997;22(13):1472-80.
- Fu KM, Smith JS, Sansur CA, Shaffrey CI. Standardized measures of health status and disability and the decision to pursue operative treatment in elderly patients with degenerative scoliosis. *Neurosurgery*. 2010;66(1):42-7.
- Smith JS, Shaffrey CI, Berven S, Glassman S, Hamill C, Horton W, et al. Improvement of back pain with operative and nonoperative treatment in adults with scoliosis. *Neurosurgery*. 2009;65(1):86-93.
- Ames CP, Smith JS, Scheer JK, Bess S, Bederman SS, Deviren V, et al. Impact of spinopelvic alignment on decision making in deformity surgery in adults: a review. *J Neurosurg Spine*. 2012;16(6):547-64.
- Smith JS, Shaffrey CI, Fu KM, Scheer JK, Bess S, Lafage V, et al. Clinical and radiographic evaluation of the adult spinal deformity patient. *Neurosurg Clin N Am*. 2013;24(2):143-56.
- 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.
- Smith JS, Lafage V, Schwab FJ, Shaffrey CI, Protosaltis T, Klineberg E, et al. Prevalence and type of cervical deformity among 470 adults with thoracolumbar deformity. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2014;39(17):E1001-9.
- 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.
- Schwab F, Lafage V, Patel A, Farcy JP. Sagittal plane considerations and the pelvis in the adult patient. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009;34(17):1828-33.
- Villavicencio AT, Babuska JM, Ashton A, Busch E, Roeca C, Nelson EL, et al. Prospective, randomized, double-blind clinical study evaluating the correlation of clinical outcomes and cervical sagittal alignment. *Neurosurgery*. 2011;68(5):1309-16.
- Tang JA, Scheer JK, Smith JS, Deviren V, Bess S, Hart RA, et al. The impact of standing regional cervical sagittal alignment on outcomes in posterior cervical fusion surgery. *Neurosurgery*. 2012;71(3):662-9.
- Smith JS, Lafage V, Ryan DJ, Shaffrey CI, Schwab FJ, Patel AA, et al. Association of myelopathy scores with cervical sagittal balance and normalized spinal cord volume: analysis of 56 preoperative cases from the AOSpine North America Myelopathy study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013;38(22 Suppl1):S161-70.
- Grosso MJ, Hwang R, Mroz T, Benzl E, Steinmetz MP. Relationship between degree of focal kyphosis correction and neurological outcomes for patients undergoing cervical deformity correction surgery. *J Neurosurg Spine*. 2013;18(6):537-44.
- Harrison DE, Harrison DD, Cailliet R, Troyanovich SJ, Janik TJ, Holland B. Cobb method or Harrison posterior tangent method: which to choose for lateral cervical radiographic analysis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2000;25(16):2072-8.
- Hyun SJ, Kim KJ, Jahng TA, Kim HJ. Relationship Between T1 Slope and Cervical Alignment Following Multilevel Posterior Cervical Fusion Surgery: Impact of T1 Slope Minus Cervical Lordosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2016;41(7):E396-402.
- Gum JL, Glassman SD, Douglas LR, Carreon LY. Correlation between cervical spine sagittal alignment and clinical outcome after anterior cervical discectomy and fusion. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2012;41(6):E81-4.
- Lee SH, Kim KT, Seo EM, Suk KS, Kwack YH, Son ES. The influence of thoracic inlet alignment on the craniocervical sagittal balance in asymptomatic adults. *J Spinal Disord Tech*. 2012;25(2):E41-7.
- Cook C, Richardson JK, Braga L, Menezes A, Soler X, Kume P, et al. Cross-cultural adaptation and validation of the Brazilian Portuguese version of the Neck Disability Index and Neck Pain and Disability Scale. *Spine*. 2006;31(14):1621-7.
- Falvigna A, Teles AR, Braga GL, Barazzetti AO, Lazzaretti L, Tregnago AC. Instrumentos de avaliação clínica e funcional em cirurgia da coluna vertebral. *Coluna/Columna*. 2011;10(1):62-7.
- Schwab FJ, Blondel B, Bess S, Hostin R, Shaffrey CI, Smith JS, et al. Radiographic spinopelvic parameters and disability in the setting of adult spinal deformity: a prospective multicenter analysis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013;38(13):E803-12.
- Djurasovic M, Glassman SD. Correlation of radiographic and clinical findings in spinal deformities. *Neurosurg Clin N Am*. 2007;18(2):223-7.
- Glassman SD, Berven S, Bridwell K, Horton W, Dimar JR. Correlation of radiographic parameters and clinical symptoms in adult scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005;30(6):682-8.
- Cabraja M, Abbushi A, Koeppen D, Kroppenstedt S, Woiciechowsky C. Comparison between anterior and posterior decompression with instrumentation for cervical spondylotic myelopathy: sagittal alignment and clinical outcome. *Neurosurg Focus*. 2010;28(3):E15.
- Iyer S, Nemani VM, Nguyen J, Elysee J, Burapachaisri A, Ames CP, et al. Impact of cervical sagittal alignment parameters on neck disability. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2016;41(5):371-7.
- Nasreddine MA, Pratali RR, Barsotti CEG, Santos FPE, Oliveira CEA. Alignment of cervical spine on a sample of asymptomatic subjects. *Coluna/Columna*. 2017;16(1):13-16.
- Yukawa Y, Kato F, Suda K, Yamagata IM, Ueta T. Age-related changes in osseous anatomy, alignment, and range of motion of the cervical spine. Part I: radiographic data from over 1,200 asymptomatic subjects. *Eur Spine J*. 2012;21(8):1492-8.
- Ames CP, Smith JS, Eastlack R, Blaskiewicz DJ, Shaffrey CI, Schwab F, et al. Reliability assessment of a novel cervical spine deformity classification system. *J Neurosurg Spine*. 2015;23(6):673-83.