

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO

ROBERTO ROSSANEZ

**Estudo radiográfico do alinhamento sagital cervical em amostra
populacional assintomática**

RIBEIRÃO PRETO

2020

ROBERTO ROSSANEZ

Estudo radiográfico do alinhamento sagital cervical em amostra populacional assintomática

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Fernando Pereira da Silva Herrero

“Versão corrigida. A versão original encontra-se disponível tanto na Biblioteca da Unidade que aloja o Programa, quanto na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP (BDTD)”

RIBEIRÃO PRETO

2020

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Rossanez, Roberto

Estudo radiográfico do alinhamento sagital cervical em amostra populacional assintomática.

67p.: il.; 30 cm

Dissertação de Mestrado, apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Ortopedia, Traumatologia e Reabilitação do Aparelho Locomotor.

Orientador: Herrero, Carlos Fernando Pereira da Silva.

1. Coluna Vertebral. 2. Curvaturas da Coluna Vertebral. 3. Equilíbrio Postural.

Nome: ROSSANEZ, Roberto

Título: Estudo radiográfico do alinhamento sagital cervical em amostra populacional assintomática.

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Aprovado em: 20/10/2020

Banca Examinadora

Prof. Dr. Rodrigo Salim

Instituição: Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – FMRP/USP

Assinatura: _____

Prof. Dr. Robert Meves

Instituição: Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo - FCMSCSP

Assinatura: _____

Prof. Dr. Leonor Garbin Savarese Hernandes

Instituição: Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – FMRP/USP

Assinatura: _____

À minha esposa Marília, apoio em todos os momentos, companheira de todos os momentos, motivadora e incentivadora, de palavras suaves e sempre presente.

À minha filha Gabriela, por me ensinar um amor que jamais havia cogitado existir.

Aos meus pais Léa e José Roberto, pela educação e valores fornecidos, exemplos maiores de dignidade e dedicação.

Ao meu irmão Anderson, pelo incentivo constante à dedicação acadêmica.

Ao meu orientador Prof. Dr. Fernando Herrero pela oportunidade de engrandecimento e confiança no trabalho, além de auxílio incessante em todas as etapas desta tão sonhada etapa acadêmica.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto pela oportunidade fornecida para realização deste curso de mestrado.

Ao Programa de pós-graduação em Ciências da Saúde Aplicadas ao Aparelho Locomotor da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto.

Ao colega Anderson Marin pela companhia constante desde à decisão sobre a realização do mestrado até à conclusão.

Ao professor Raphael Pratali pela ajuda com seus projetos, dados e principalmente pelo incentivo e constante auxílio para elaboração deste trabalho.

À todos meus professores, do curso de Medicina, residência médica em Ortopedia e da área de atuação em Cirurgia da Coluna Vertebral. A gratidão pelos ensinamentos perdurará por toda minha vida.

Ao amigo Mohamed Nasreddine, que não poupou esforços no auxílio intelectual e trabalho árduo para a conclusão deste estudo.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

“O prazer no trabalho aperfeiçoa a obra.”(1)

Aristóteles

RESUMO

ROSSANEZ, R. **Estudo radiográfico do alinhamento sagital cervical em amostra populacional assintomática**. 2019. 31p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2020.

Este estudo teve o objetivo de apresentar valores normais de alguns parâmetros de equilíbrio sagital da coluna cervical na população brasileira assintomática e analisar a correlação entre eles, distribuindo-se os dados em grupos diferentes entre os sexos e às faixas etárias. Também se buscou comparar os dados obtidos com relatos prévios de literatura. Trata-se de um estudo observacional prospectivo baseando-se em dados obtidos pela análise de 132 radiografias panorâmicas de indivíduos assintomáticos e realizadas aferições em software próprio dos seguintes parâmetros de equilíbrio sagital: lordose cervical (LC), Eixo Vertical Sagital de C2 (EVS-C2), Eixo Vertical Cervical (EVSc), Inclinação Angular de T1 (IT1), Discrepância entre T1 SLOPE e lordose cervical (IT1 - LC). Os valores obtidos foram comparados segundo o sexo e segundo três grupos de faixas etárias (18 à 39 anos, 40 à 59 anos e acima de 60 anos de idade). A lordose cervical apresentou média de $-17,1^{\circ}$ (SD $13,3^{\circ}$). O EVS-C2 apresentou valor médio de $-4,8\text{mm}$ (SD $29,4\text{mm}$). O EVSc apresentou média de $12,4\text{mm}$ (SD $10,1\text{mm}$). O IT1 teve como valor médio $+27,1^{\circ}$ (SD $8,1^{\circ}$), já para a discrepância IT1 – LC obteve-se em média $+10,9^{\circ}$ (SD $12,4^{\circ}$). Houve uma tendência do EVSc ser maior no sexo masculino ($p=0,047$), diferente de dados observados em estudos prévios. Houve uma tendência significativa ($p<0,05$) para lordose cervical e IT1 - LC apresentarem valores mais negativos com o aumento da idade. Já o EVS-C2 foi menor no grupo etário mais novo. O EVSc apresentou correlação com a lordose cervical e com o IT1, sendo que estes parâmetros explicaram 30,6% da variabilidade do EVSc. A expansão do acesso a tecnologias que possam permitir análise global do equilíbrio sagital com parâmetros descritivos de mecanismos compensatórios da coluna vertebral, bacia e membros inferiores, poderá fornecer dados mais amplos das características individuais da população brasileira.

Palavras-chave: coluna vertebral, curvaturas da coluna vertebral, equilíbrio sagital

ABSTRACT

ROSSANEZ, R. **Radiographic study of sagittal balance in a asymptomatic populational sample**. 2019. 31p. Dissertation (Master) – Ribeirão Preto Medicine School, University of São Paulo, Ribeirão Preto, 2020.

The aim of the present study was to show normal values of some parameters of sagittal balance in cervical spine in asymptomatic Brazilian individuals and to analyze correlation between them, distributing the data in different groups by sex and age. In addition, to comparing the data obtained with previous literature reports. A prospective observational study was performed by the analysis of 132 panoramic full spine radiographies obtained from asymptomatic subjects and submitted of specific software analysis of the following cervical sagittal parameters: Cervical Lordosis (CL), C2 Sagittal Vertical Axis (C2-SVA), Cervical Vertical Axis (cSVA), T1 SLOPE and Cervical Mismatch (T1 SLOPE minus Cervical Lordosis). The values obtained were compared according to sex and according to three age groups (18 to 39 years old, 40 to 59 years older than 60 years). The Cervical Lordosis showed an average value of $-17,1^{\circ}$ (SD $13,3^{\circ}$). The C2-SVA showed an average value of $-4,8\text{mm}$ (SD $29,4\text{mm}$). The cSVA showed an average value of $12,4\text{mm}$ (SD $10,1\text{mm}$). The T1 SLOPE mean was $+27,1^{\circ}$ (SD $8,1^{\circ}$) whereas for cervical mismatch it was obtained an average $+10,9^{\circ}$ (SD $12,4^{\circ}$). There was a tendency of higher cSVA in male subjects ($p=0,047$), a different data than those observed in previous studies. There was a significant tendency ($p<0,05$) for more negative values of Cervical Lordosis and Mismatch with increasing age. The C2-SVA, was lower in younger subjects. The cSVA was correlated with Cervical Lordosis and T1 SLOPE, and these parameters explain 30,6% of cSVA variability. We hope that access to new technologies - which can promote full global sagittal balance performances with analysis of compensatory mechanisms of vertebral column, pelvis and lower limbs - will allow to describe broader data of individual characteristics found in Brazilian population.

Keywords: vertebral column, spinal curvatures, sagittal balance

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Incidência Pélvica	17
Figura 2: Inclinação do Sacro e Versão Pélvica	17
Figura 3: Método de Cobb para avaliação da lordose cervical	19
Figura 4: Método de Jackson para avaliação da lordose cervical	20
Figura 5: Método de Harrison para avaliação da lordose cervical	20
Figura 6: Marcos radiográficos para aferição de parâmetros verticais relacionados à coluna cervical	21
Figura 7: Ângulo de Entrada no Tórax (A.E.T.) e Inclinação de T1 (IT1)	22
Figura 8: Método utilizado para aferição da lordose cervical	28
Figura 9: Método utilizado para aferição do EVS-C2	29
Figura 10: Método utilizado para aferição do EVSc	29
Figura 11: Método utilizado para aferição do IT1	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dados demográficos dos 132 pacientes estudados.	33
Tabela 2: Descrição das medidas radiográficas nos 132 pacientes estudados.	33
Tabela 3: Descrição das medidas radiográficas segundo sexo e resultado dos testes comparativos.	34
Tabela 4: Descrição das medidas radiográficas segundo diferentes as faixas etárias	35
Tabela 5: Resultado das comparações dos valores de LC, EVS-C2 e IT1 entre as diferentes faixas etárias.	35
Tabela 6: Correlação entre os parâmetros radiográficos.	36
Tabela 7: Resultado do modelo de regressão linear do EVS-C2 com as IT1, EVSc e com a idade.	37
Tabela 8: Resultado do modelo de regressão linear do EVS-C2 com as demais medidas radiográficas e sem a idade.	37
Tabela 9: Resultado do modelo de regressão linear do EVSc com as demais medidas radiográficas com e sem a idade.	38
Tabela 10: Descrição da lordose cervical em cada avaliação e resultado da concordância / repetibilidade da medida.	38

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

2D	Duas dimensões
3D	Três dimensões
C0	Occipício
C1	Primeira vértebra cervical
C2	Segunda vértebra cervical
C2-SVA	C2 Sagittal Vertical Axis
C7	Sétima vértebra cervical
CL	Cervical Lordosis (lordose cervical)
cm	Unidade de medida em centímetros
cSVA	Cervical Sagittal Vertical Axis
EUA	Estados Unidos da América
Etc	<i>Et cetera</i>
EVS	Eixo Vertical Sagital
EVS – C2	Eixo Vertical Sagital de C2
EVSc	Eixo Vertical Sagital Cervical
IP	Incidência Pélvica
IT1	Ângulo de Inclinação de T1
IT1 – LC	Discrepância entre IT1 e lordose cervical
L1	Primeira vértebra lombar
L5	Quinta vértebra lombar
LC	Lordose Cervical
LL	Lordose Lombar
Max.	Máximo
Min.	Mínimo
mm	milímetros
PACS	<i>Picture Archiving and Communication System</i>
S1	Primeira vértebra sacral
SD	Desvio Padrão
SVA	Sagittal Vertical Axis (Eixo Vertical Sagital)
T1	Primeira vértebra torácica
TPA	T1 Pelvic Angle
TIA	Thoracic Inlet Angle
TP	Tilt Pélvico (Versão Pélvica)
VP	Versão Pélvica

LISTA DE SÍMBOLOS

N	Número da amostra
p	Probabilidade de significância
r	Relação
R ²	Coefficiente de determinação
%	Porcentagem
°	Graus
-	Valor negativo ou indicativo de curva cervical em “lordose”
+	Valor positivo ou indicativo de curva cervical em “cifose”

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 OBJETIVOS	25
2.1 GERAL	25
2.2 ESPECÍFICOS	25
3 MATERIAIS E MÉTODOS	27
3.1 AMOSTRA E OBTENÇÃO DAS IMAGENS	27
3.2 PARÂMETROS RADIOGRÁFICOS ESTUDADOS	27
3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA	30
4 RESULTADOS	33
REFERÊNCIAS	49
ANEXOS	54
ANEXO A – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA	54
ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE	58
ANEXO C – SUBMISSÃO DO ARTIGO EM REVISTA	61

INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

Os seres humanos são os únicos seres vertebrados que assumem uma posição vertical ereta e bípede (2). Esta verticalização do corpo é fundamentada, também, na verticalização concomitante da pelve e proporciona o aparecimento de curvas no plano sagital consequentes da mudança na musculatura que promove sustentação da coluna vertebral (3).

A capacidade exclusiva humana de permanecer em apoio com 2 membros por longos períodos e por longas distâncias caminhadas permitiu o aparecimento, por exemplo, da curvatura sagital em lordose lombar, também exclusiva dos seres humanos (4).

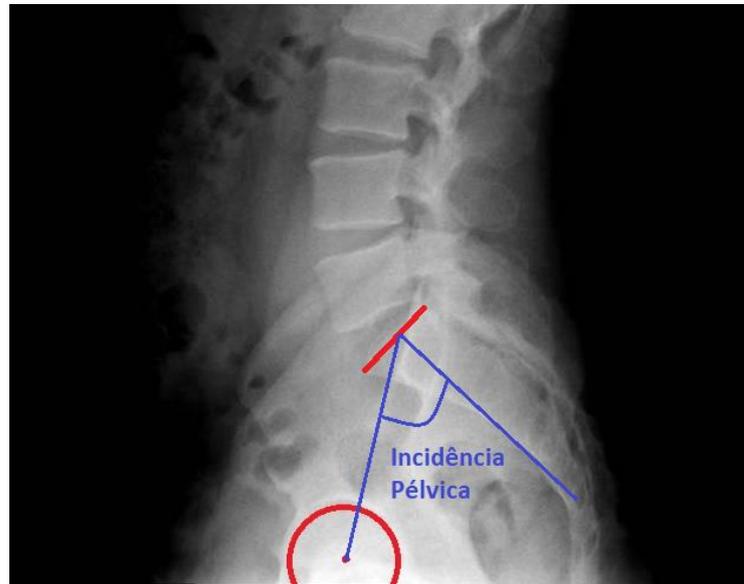
A forma que as vértebras se correlacionam e mantêm a coluna vertebral ereta pode ser considerada em vários planos. A análise do plano coronal por exemplo, é simples de analisar: é normal quando reta; é patológica quando curvada (5); habitualmente encontra-se em um eixo vertical que divide o sacro ao meio e se identifica com a sínfise púbica (3). No plano sagital a análise é mais complexa e fundamentada em normalidade variável.

A coluna vertebral, conjuntamente com o corpo, funciona dentro de um cone de equilíbrio buscando manter o alinhamento sagital e coronal com o mínimo gasto energético (6).

O estudo do equilíbrio sagital ganhou notoriedade a partir do estudo de parâmetros das curvas sagitais – cifose torácica, lordose lombar e, principalmente, a relação desta curvatura com parâmetros relacionados à anatomia da pelve (7).

Os principais parâmetros espinopélvicos identificados foram: inicialmente um parâmetro morfométrico e sem variações com as diferentes posições assumidas pelos indivíduos – a Incidência Pélvica – definida pelo ângulo formado entre uma linha perpendicular ao ponto médio do platô sacral e uma linha conectando este ponto ao centro das cabeças femorais (8). (Figura 1).

Figura 1: Incidência Pélvica



Fonte: Elaborada pelo autor. Modificada de LE HUEC et al. (2011).

Foram descritos dois parâmetros que variam com a posição assumida pelo indivíduo, além de ser potencialmente alterado pelo alinhamento dos membros inferiores (5), sendo: a Versão Pélvica – ângulo formado pela linha que conecta o meio da placa terminal da primeira vértebra sacral (S1) com as cabeças femorais e uma linha vertical, e o Inclinação do Sacro – ângulo formado entre a placa terminal de S1 e a horizontal (3). (Figura 2).

Figura 2: Inclinação do Sacro e Versão Pélvica



Fonte: Elaborada pelo autor. Modificada de LE HUEC et al. (2011).

Uma razão matemática foi estabelecida entre esses parâmetros, na qual Incidência Pélvica define-se pela somatória da Inclinação do Sacro e a Versão Pélvica (7).

A análise sagital da coluna lombar evoluiu, partindo-se do pressuposto que a coluna apresenta modificações progressivas no âmbito craniocaudal. A primeira vértebra lombar (L1) apresenta diferenças anatômicas comparadas a quinta vértebra lombar (L5). Uma determinação funcional define as curvas pelos limites, onde a orientação sagital muda de inclinação em lordose para em cifose (4). “Dessa forma, considerando a extremidade final da curva lombar como o platô superior da primeira vértebra sacral (S1), o limite proximal da curva lordótica pode ser maior que L1 (estendendo-se para a área torácica inferior) e outras vezes menor” (ROUSSOULY; PINHEIRO-FRANCO, 2011, pS579).

Observando a relação recíproca entre características das curvas lombares e o Inclinação do Sacro, Pierre Roussouly (2) determinou quatro tipos possíveis de lordose lombar e, os valores de Inclinação do Sacro baixos conduziam a lordoses lombares curtas e retificadas, enquanto os valores altos de Inclinação do Sacro mostravam-se associados às lordoses amplas e de maior valor angular (5). Posteriormente, novo subtipo foi descrito pelo mesmo autor, mantendo-se a relação entre Lordose Lombar e a Inclinação do Sacro (9).

A evolução do estudo do equilíbrio sagital, a partir da análise descritiva simples de valores angulares de curvas, até a análise criteriosa de interação entre diferentes segmentos do corpo, tal como a coluna torácica, lombar e pelve (10) expandiram a compreensão e a definição da normalidade e do patológico. Entre os segmentos estudados cita-se, por exemplo, o comportamento sagital do segmento cervical da coluna vertebral (11).

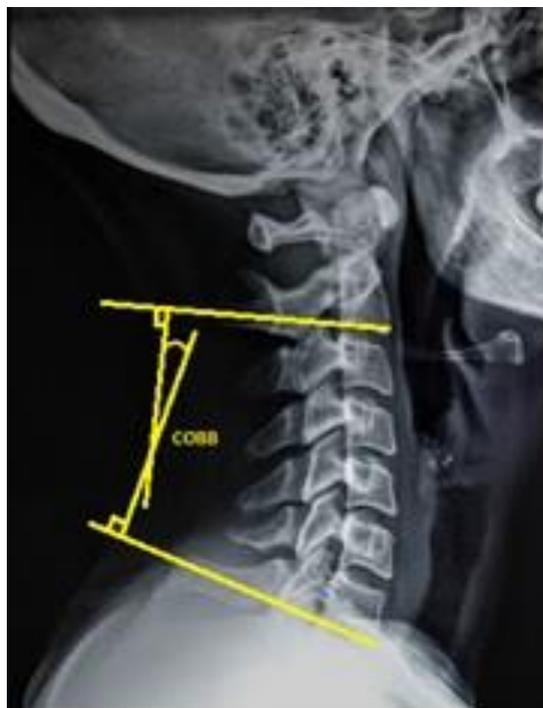
A expansão do conhecimento sobre o equilíbrio sagital, entre outros objetivos, otimizou a obtenção de pré-requisitos para cirurgias com artrodeses mais sólidas e anatomicamente corretas (12). Buscando a definição de normalidade no segmento cervical e a implicação deste seguimento em afecções na coluna vertebral, Hardacker estudou de forma pioneira o perfil sagital cervical em indivíduos assintomáticos e indivíduos portadores lombalgia. A partir de uma amostragem com 100 sujeitos, divididos em dois grupos – um de pessoas assintomáticas e outro de pessoas sintomáticas quanto a dores lombares – foram estabelecidos parâmetros na análise sagital cervical, tal como a lordose cervical e seu comportamento relacionado a outras

curvas sagitais, como a relação positiva com a cifose torácica. Não encontrou diferença nos valores da lordose cervical nos grupos de indivíduos sintomáticos e assintomáticos, embora tenha percebido que os segmentos mais baixos da coluna cervical (C4 a C7), contribuíam menos para a totalidade da lordose cervical (12).

A coluna cervical, além de suportar o peso da cabeça, apresenta a maior amplitude de movimento da coluna vertebral. Essa amplitude possibilita que a coluna cervical desempenhe a função de mecanismo compensatório do equilíbrio sagital, por exemplo, na variação do valor de sua lordose (13). A lordose cervical pode ser aferida entre diferentes parâmetros anatômicos, entre o occipício (C0) e segunda vértebra cervical (C2), primeira vértebra cervical (C1) e sétima vértebra cervical (C7), C2 e C7, C0 e C7 (14).

Existem métodos próprios para aferir a lordose. Dentre eles, o método de Cobb, calculado pela angulação de retas perpendiculares às placas terminais das vértebras referenciais (13). (Figura 3).

Figura 3: Método de Cobb para avaliação da lordose cervical



Fonte: Elaborada pelo autor. Modificada de SCHEER et. al. (2013).

No método de Jackson a aferição da lordose ocorre na angulação entre as linhas tangentes ao bordo posterior do corpo vertebral das vértebras usadas como referências (13). (Figura 4).

Figura 4: Método de Jackson para avaliação da lordose cervical



Fonte: Elaborada pelo autor. Modificada de SCHEER et. al. (2013).

No método de Harrison a aferição da lordose é encontrada por meio da soma dos ângulos sequenciais entre as linhas posteriores dos corpos vertebrais de C2 a C7 (13). (Figura 5).

Figura 5: Método de Harrison para avaliação da lordose cervical

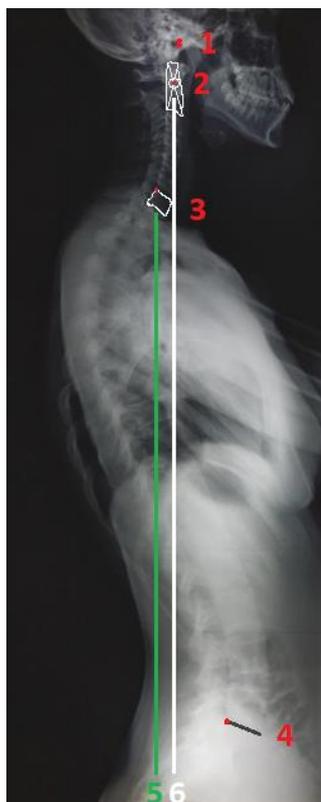


Fonte: Elaborada pelo autor. Modificada de SCHEER et. al. (2013).

Observa-se na aferição da lordose entre C1 e C7 uma possível superestimativa da lordose cervical, enquanto entre C2 e C7 pode-se subestimar a lordose. Ao optar pelos métodos disponíveis, o método de Cobb se destaca pela facilidade e boa reprodutibilidade intra e inter observadores (13).

Os parâmetros que avaliam o desvio translacional no plano sagital da coluna cervical são: Eixo Vertical Sagital (EVS ou SVA) – aferido pela distância em centímetros entre o centróide de C2 (EVS-C2 ou C2-SVA) ou o centro do corpo vertebral de C7 (EVS-C7 ou C7-SVA) e a borda pósterio-superior da primeira vértebra sacral; e o Eixo Vertical Sagital cervical regional (EVSc ou cSVA), descrito pela distância pelo centroide de C2 (ou odontóide) e a borda posterossuperior do corpo C7 (13). O centro de gravidade da cabeça pode também ser considerado como parâmetro do eixo vertical. É representado pela porção anterior do canal auditivo. Relacionando-se com a borda posterossuperior de S1 ou do corpo de C7 (13). (Figura 6).

Figura 6: Marcos radiográficos para aferição de parâmetros verticais relacionados à coluna cervical



Fonte: Elaborada pelo autor. Modificada de SCHEER et al. (2013).

Parâmetros que podem ser utilizados para análise de desvio translacional da coluna vertebral; (1); Porção anterior do canal auditivo; (2); Centro de C2; (3); Bordo posterossuperior de C7; (4); Bordo posterossuperior de S1; (5); Projecção vertical do bordo posterossuperior de C7; (6); Projecção vertical do centro de C2.

Tal como o equilíbrio espinopélvico apresenta um parâmetro morfológico fixo em sua descrição, a Incidência Pélvica, enraizada na pelve – firme base que sustenta a emersão da coluna lombar, no equilíbrio sagital cervical a tentativa de descrição de um parâmetro morfológico constante encontra-se no descrito Ângulo de Entrada no Tórax (AET) – o ângulo entre uma linha perpendicular à placa terminal da primeira vértebra torácica (T1), e outra linha que conecta o centro da placa terminal de T1 com a borda superior do osso esterno. T1 é parte rígida da coluna torácica, comporta-se com a base de lançamento da coluna cervical. Já o ângulo “Inclinação de T1” (IT1), descrito pelo ângulo entre a placa terminal superior de T1 e a horizontal, é um parâmetro de orientação variável, influenciado pela postura, funciona como um fator chave, por onde parâmetros (como a cifose torácica), influenciam o equilíbrio sagital cervical (15). (Figura 7).

Figura 7: Ângulo de Entrada no Tórax (A.E.T.) e Inclinação de T1 (IT1)



Fonte: Elaborada pelo autor. Modificada de LEE et al. (2015).

Na análise do equilíbrio sagital lombar, o resultado da subtração entre o valor da Lordose Lombar da Incidência Pélvica (IP – LL) é o *mismatch* lombar, fortemente correlacionado com o SVA. A tentativa de manter o valor abaixo de 10° seria o alvo focal, ao planejar a correção de deformidades em adultos (16). Ao analisar a coluna

cervical, a subtração dos valores de IT1 e lordose cervical resultam a Discrepância entre Inclinação de T1 e lordose cervical (IT1 – LC). Sua importância clínica assemelha-se ao *mismatch* lombar (17,18).

O comportamento sagital da coluna cervical, descrito por meio de parâmetros radiográficos, revelam os mecanismos utilizados para otimizar o objetivo de suportar a cabeça sobre os pés em uma postura ereta, que busca o olhar horizontal com o mínimo gasto energético possível (19) (20). O estudo do equilíbrio sagital cervical propiciou o aparecimento de classificações específicas para as deformidades cervicais, como a classificação de Ames em 2015 (21). Também auxilia a compreensão do que é patológico frente a variações da normalidade, como ao se deparar com curvaturas cervicais em cifose (22), além de propiciar o melhor tratamento de indivíduos que sofrem com o desequilíbrio sagital cervical, condição que pode ser comparada a outras condições clínicas conhecidamente debilitantes, como cegueira, insuficiência renal e enfisema pulmonar, por exemplo (23).

OBJETIVOS

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Encontrar valores de normalidade nos parâmetros estudados do equilíbrio sagital da coluna cervical na população brasileira, por meio do estudo de exames radiográficos de indivíduos de ambos os gêneros e diferentes faixas etárias.

2.2 ESPECÍFICOS

Avaliar a correlação entre os diversos parâmetros descritivos do equilíbrio sagital cervical e sua variação entre indivíduos de gêneros e grupos etários diferentes, além de comparar esses achados com relatos prévios de literatura.

MATERIAIS E MÉTODOS

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 AMOSTRA E OBTENÇÃO DAS IMAGENS

Trata-se de um estudo transversal. Foram selecionados indivíduos de ambos os gêneros e idade superior a 18 anos, assintomáticos quanto a queixas relacionadas à coluna vertebral, sem antecedentes de intervenções cirúrgicas ou quaisquer patologias da coluna vertebral, não portadores de doenças neurológicas, neuromusculares e patologias ou deformidades dos membros inferiores que pudessem impedir a realização de radiografias pela técnica padronizada. Ausência de história conhecida de trauma em coluna vertebral ou quaisquer doenças tumorais foram critérios também para a seleção.

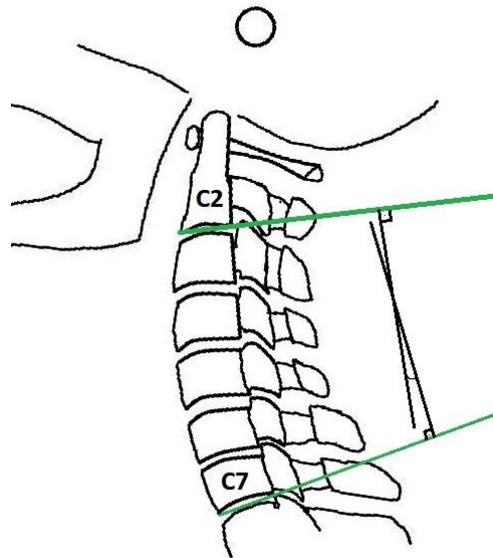
Após a assinatura do Termo de Consentimento Informado, os indivíduos foram submetidos à radiografia panorâmica de coluna vertebral com técnica padronizada: em ortostatismo confortável, com os cotovelos em flexão completa e com os dedos repousados nas clavículas ou no osso malar. Por meio deste perfil funcional, buscou-se reduzir a possibilidade de obter supervalorizados desequilíbrios negativos ou positivos (24) (25). Foram obtidas 146 radiografias digitais, com referências quadriculadas de 50 milímetros (mm) de bordas possibilitando a identificação de eixos verticais e horizontais e a calibração métrica das imagens. As radiografias foram disponibilizadas em *Picture Archiving and Communication System* (PACS), posteriormente as imagens de cada exame foram extraídas e arquivadas em banco de dados catalogado no software Surgimap Spine - Nemaris Inc. New York, Estados Unidos da América (EUA), juntamente com os dados demográficos da idade e gênero. Apenas 14 indivíduos foram excluídos da amostragem, ou porque seus exames não identificaram a base do crânio até o centro das cabeças femorais, ou por conta de qualquer motivo que impedia a identificação de todos os pontos necessários para a aferição dos parâmetros de interesse (por exemplo: sobreposição de ombros sobre o platô superior de T1). A amostra utilizada na análise estatística foi de 132 indivíduos e seus respectivos exames.

3.2 PARÂMETROS RADIOGRÁFICOS ESTUDADOS

O primeiro parâmetro adquirido foi a lordose cervical (LC) entre C2 e C7 pelo

método Cobb, através de linhas tangenciando a placa terminal inferior de C2 e C7, medida em graus ($^{\circ}$) e acrescentada de valor negativo (-) quando a curvatura apresentava-se para lordose e, positiva (+), quando a curvatura apresentava-se para cifose (Figura 8).

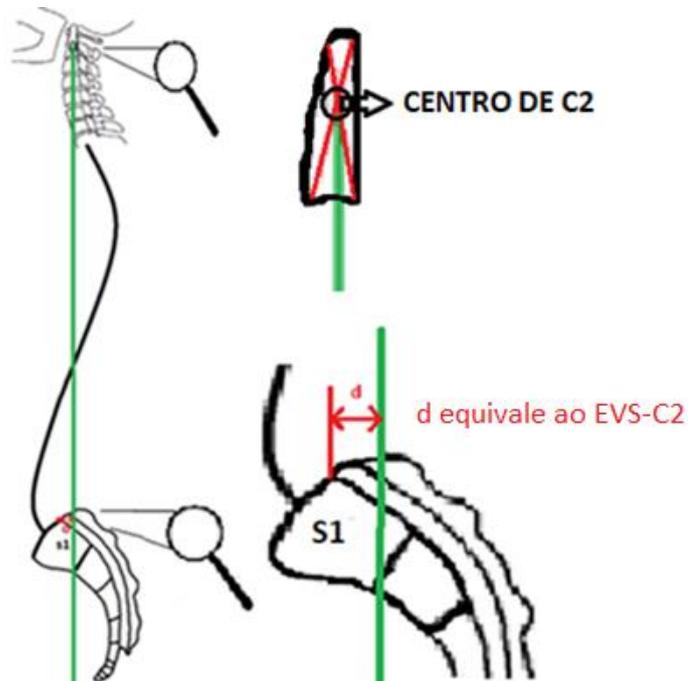
Figura 8: Método utilizado para aferição da lordose cervical



Fonte: Elaborada pelo autor. Modificada de HARDACKER et al. (1997).

Sequencialmente obteve-se Eixo Vertical Sagital de C2 (EVS-C2), que consiste na distância em milímetros de uma linha vertical relacionada ao centro de C2 e o bordo pósterosuperior da primeira vértebra sacral – S1, considerada positiva (+), quando esta linha vertical era anterior a este bordo e, negativa (-), quando posterior (Figura 9). O centro de C2 foi obtido por meio da intersecção de duas linhas diagonais, sendo: do limite anterossuperior do processo odontóide até o limite pósteroinferior da placa terminal de C2, do limite pósterosuperior do processo odontóide até o limite anteroinferior da placa terminal de C2 (Figura 9).

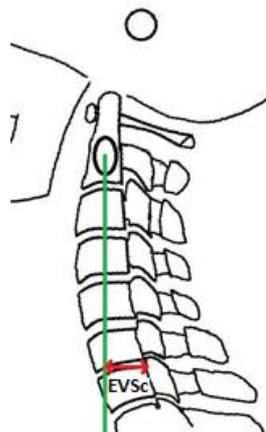
Figura 9: Método utilizado para aferição do EVS-C2



Fonte: Elaborada pelo autor. Modificada de AMES et al. (2013)

Aferiu-se Eixo Vertical Sagital Cervical (EVSc) – distância entre a projeção vertical do centro de C2 e o limite pósterio-superior do corpo de C7 (25) – aferida em milímetros e considerada positiva (+), quando anterior à esta borda e, negativa (-), quando posterior (Figura 10). Este parâmetro pode ser definido também, por meio da distância em milímetros entre o eixo vertical que passa pelo centro de C2 e o eixo vertical que passa pelo centro de C7 (26,27).

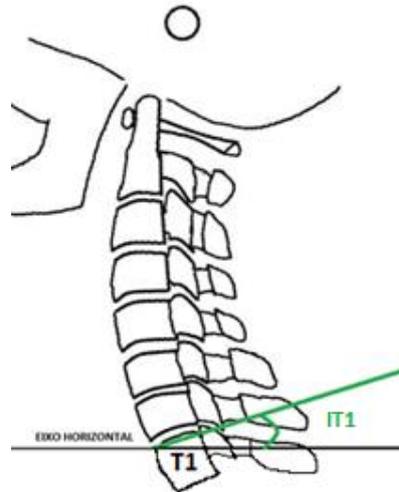
Figura 10: Método utilizado para aferição do EVSc



Fonte: Elaborada pelo autor. Modificada de AMES et. Al, (2013).

Seguido pela medição da Inclinação de T1 (IT1), calculada entre a tangente da placa terminal superior da primeira vértebra torácica (T1) e a horizontal, medida em graus ($^{\circ}$) (Figura 11).

Figura 11: Método utilizado para aferição do IT1



Fonte: Elaborada pelo autor. Modificada de JOUIBARI et al. (2019).

No final, realizou-se a cada indivíduo, o cálculo da Discrepância entre Inclinação de T1 e lordose cervical, a subtração do valor obtido pelo T1 SLOPE do valor relacionado à lordose cervical ($IT1 - LC$), com seus valores representados em graus ($^{\circ}$). Os valores obtidos foram registrados. A subtração da lordose cervical foi calculada pelo valor absoluto, sem a adição do sinal negativo representativo, pois ocasionaria na soma. A soma, entretanto, foi realizada nos casos de valores em cifose cervical. Por exemplo: para um IT1 de 20° e uma lordose cervical de 30° (representada por -30°) o valor obtido é de -10° . Para IT1 de 20° com uma Cifose Cervical de 10° , o valor obtido é de $+30^{\circ}$.

3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os indivíduos foram agrupados, juntamente com os dados extraídos de seus exames radiográficos, de acordo com o gênero (masculino e feminino) e idade. Foram constituídos três grupos para a faixa etária, sendo: idade entre 18 e 39 anos, idade entre 40 e 59 anos e o terceiro grupo constituído por indivíduos com idade acima de

60 anos.

Os parâmetros aferidos foram descritos em suas características qualitativas, por meio de frequência absoluta e relativa e, em suas características quantitativas, com a utilização de medidas resumo, sendo: média, desvio padrão, mediana, valor mínimo e valor máximo.

Entre gêneros, os valores foram comparados com o teste *t-student* (28) e, entre as faixas etárias, com a “análise de variâncias” (ANOVA), seguido de comparações múltiplas de Bonferroni (29) para verificar entre os grupos etários onde ocorreram diferenças. Para verificar a normalidade da distribuição dos dados aferidos aplicaram-se testes K-S (Kologorov – Smirnov) (28), aceita a suposição para a realização das análises estatísticas.

Foram calculadas as correlações de Pearson (28) entre todos os parâmetros radiográficos. Também foram criados os modelos de regressão linear múltipla (29). Para a determinação do parâmetro EVS-C2 foram realizadas duas análises diferentes, sendo: uma com EVSc, IT1 e idade, e outra com EVSc, IT1 e lordose cervical.

Para avaliar a relação entre os parâmetros intrínsecos da coluna cervical e, identificar a dependência do cSVA dos fatores idade, lordose cervical e T1-SLOPE, realizou-se análise de regressão linear entre os parâmetros.

Os testes foram realizados com nível de significância de 5%.

Para avaliar a confiabilidade das aferições, utilizou-se concordância intraobservador da medida da lordose cervical em duas séries de aferições diferentes, de todos os exames radiográficos adquiridos, com único examinador, software e computador. O tempo entre as duas aferições foi de 45 dias. A concordância foi calculada por meio do coeficiente de correlação intraclassa (CCI) e estimada a variação entre as duas medições com o uso da medida de repetibilidade (28).

RESULTADOS

4 RESULTADOS

Os resultados da amostra com 132 indivíduos foram constituídos por 24 pessoas do gênero masculino (18.2%) e 108 pessoas do gênero feminino (81.8%). Quanto ao equilíbrio da amostra para a distribuição etária, 28 indivíduos apresentavam-se com idade entre 18 e 39 anos (21.2%), 63 indivíduos mostraram-se com idade entre 40 e 59 anos (47.7%) e 41 indivíduos exibiram-se com idade acima de 60 anos (31.1%) (Tabela 1).

Tabela 1: Dados demográficos dos 132 pacientes estudados.

Variável	Descrição (N = 132)
Faixa etária	
18 - 39 anos	28 (21,2)
40 a 59 anos	63 (47,7)
60 anos ou +	41 (31,1)
Sexo	
Feminino	108 (81,8)
Masculino	24 (18,2)

Fonte: Elaborada pelo autor.

As variáveis quantitativas medidas de resumo – média e desvio padrão – assim como, mediana, valor mínimo e valor máximo dos parâmetros radiográficos aferidos e obtidos na amostra são demonstrados na tabela 2.

Tabela 2: Descrição das medidas radiográficas nos 132 pacientes estudados.

Variável	Descrição (N = 132)
Idade (anos)	
média ± DP	51,1 ± 13,7
mediana (mín.; máx.)	51,5 (18; 78)
LC(°)	
média ± DP	-17,1 ± 13,3
mediana (mín.; máx.)	-16,9 (-49,1; 29,6]
IT1(°)	
média ± DP	27,1 ± 8,1
mediana (mín.; máx.)	27 (8,7; 62,6)
EVS-C2 (mm)	
média ± DP	-4,8 ± 29,4
mediana (mín.; máx.)	-5,6 (-86,5; 73)
EVSc (mm)	
média ± DP	12,4 ± 10,1
mediana (mín.; máx.)	13 (-12,1; 34,7)
IT1 - LC (°)	
média ± DP	10,9 ± 12,4
mediana (mín.; máx.)	10,3 (-21,2; 46,1)

Fonte: Elaborada pelo autor.

Na Tabela 3 é apresentado os resultados da distribuição dos parâmetros radiográficos obtidos para o gênero. A LC teve média obtida de $-17,1^\circ$ com desvio padrão (SD) de $13,3^\circ$. O valor médio para o gênero masculino é $-17,9^\circ$ (SD 11) e do gênero feminino $-16,9^\circ$ (SD $13,8^\circ$). A variação do EVS-C2 apresentou o valor médio de $-4,8\text{mm}$ (SD $29,4\text{mm}$); sendo na média $-0,6\text{mm}$ (SD $66,7\text{mm}$) para os homens e -6mm (SD $28,4\text{mm}$) para as mulheres. O valor médio para EVSc foi $-4,8\text{mm}$ (SD $10,1\text{mm}$). Quanto ao gênero: 16mm (SD $9,9\text{mm}$) para o gênero masculino e $11,5\text{mm}$ (SD $9,9\text{mm}$) para o gênero feminino. Para o IT1 o valor médio foi de $27,1^\circ$ (SD $8,1^\circ$), sendo que a média para os homens foi $28,4^\circ$ (SD $9,8^\circ$) e a média para mulheres $26,8^\circ$ (SD $7,6^\circ$). O valor médio da Discrepância IT1 – LC foi $10,9^\circ$ (SD $12,4^\circ$); sendo que dentre os homens, o valor médio é $10,5^\circ$ (SD $13,5^\circ$) e entre as mulheres 11° (SD $12,3^\circ$).

Tabela 3: Descrição das medidas radiográficas segundo sexo e resultado dos testes comparativos.

Variable	Sexo		p
	Feminino (N=108)	Masculino (N=24)	
LC (°)			0,736
média ± DP	$-16,9 \pm 13,8$	$-17,9 \pm 11$	
mediana (mín.; máx.)	$-16,7 (-49,1; 29,6)$	$-18,3 (-36; 2,1)$	
IT1 (°)			0,389
média ± DP	$26,8 \pm 7,6$	$28,4 \pm 9,8$	
mediana (mín.; máx.)	$26,6 (8,7; 47,1)$	$28,9 (11,7; 62,6)$	
EVS-C2 (mm)			0,320
média ± DP	$-6 \pm 28,4$	$0,6 \pm 33,7$	
mediana (mín.; máx.)	$-6,5 (-86,5; 54,8)$	$-3,9 (-48,8; 73)$	
EVSc (mm)			0,047
média ± DP	$11,5 \pm 9,9$	$16 \pm 9,9$	
mediana (mín.; máx.)	$12,2 (-12,1; 33,7)$	$14,7 (-5,5; 34,7)$	
IT1-LC (°)			0,855
média ± DP	$11 \pm 12,3$	$10,5 \pm 13,5$	
mediana (mín.; máx.)	$10,8 (-21,2; 46,1)$	$8,5 (-20,8; 45)$	

Teste t-Student

Fonte: Elaborada pelo autor.

Por meio do teste t-Student ($p < 0,05$) demonstrou-se EVSc significativamente diferente entre os gêneros. Sendo maior entre os homens, em comparação às mulheres ($p = 0,047$).

Quanto à distribuição em faixa etária, os dados são descritos e representados na Tabela 4.

Tabela 4: Descrição das medidas radiográficas segundo diferentes as faixas etárias

Variável	Faixa etária			p
	18 - 39 anos (N = 28)	40 a 59 anos (N = 63)	60 anos ou + (N = 41)	
LC (°)				<0,001
média ± DP	-8,6 ± 13,2	-16,5 ± 12,2	-23,9 ± 11,6	
mediana (mín.; máx.)	-11,1 (-33; 29,6)	-14,2 (-47,7; 21,1)	-21,9 (-49,1; -3,1)	
IT1 (°)				0,138
média ± DP	24,8 ± 11,2	27,1 ± 7,4	28,7 ± 6	
mediana (mín.; máx.)	23,3 (8,7; 62,6)	27 (9,1; 47,1)	28,2 (16,4; 40,7)	
EVS-C2 (mm)				0,001
média ± DP	-20,4 ± 31,7	-4,6 ± 26,3	5,5 ± 28,4	
mediana (mín.; máx.)	-15 (-86,5; 55,4)	-5,5 (-81,8; 41,2)	1,6 (-52,1; 73)	
EVS_c (mm)				0,093
média ± DP	15,4 ± 8,7	12,5 ± 11,1	10,1 ± 8,9	
mediana (mín.; máx.)	15,5 (-2,3; 32,1)	13,5 (-12,1; 33,7)	11,4 (-9,7; 34,7)	
IT1 - LC (°)				<0,001
média ± DP	19,5 ± 12,1	11 ± 11,6	4,8 ± 10,5	
mediana (mín.; máx.)	19,7 (-9,4; 45)	11,1 (-20,8; 46,1)	6,8 (-21,2; 24,3)	

ANOVA

Fonte: Elaborada pelo autor.

Após a realização da análise de variâncias (ANOVA) nos dados demonstrados na Tabela 4, constatou-se para LC, EVS-C2 e Discrepância IT1 – LC diferença média estatisticamente significativa entre as três categorias avaliadas ($p < 0,05$). Portanto, os três parâmetros tiveram valores entre as diferentes faixas etárias comparados (comparações múltiplas de Bonferroni) conforme apresentado na Tabela 5.

Tabela 5: Resultado das comparações dos valores de LC, EVS-C2 e IT1 entre as diferentes faixas etárias.

Variável	Comparação	Diferença média	Erro padrão	p	IC (95%)	
					Inferior	Superior
LC (°)	18 - 39 anos VS 40 - 59 anos	7,91	2,77	0,015	1,18	14,64
	18 - 39 anos VS 60 anos ou +	15,36	2,99	<0,001	8,10	22,63
	40 - 59 anos VS 60 anos ou +	7,46	2,45	0,009	1,51	13,40
EVS-C2 (mm)	18 - 39 anos VS 40 - 59 anos	-15,77	6,39	0,045	-31,27	-0,27
	18 - 39 anos VS 60 anos ou +	-25,87	6,90	0,001	-42,59	-9,14
	40 - 59 anos VS 60 anos ou +	-10,10	5,64	0,228	-23,79	3,59
IT1 - LC (°)	18 - 39 anos VS 40 - 59 anos	8,47	2,58	0,004	2,20	14,74
	18 - 39 anos VS 60 anos ou +	14,69	2,79	<0,001	7,93	21,45
	40 - 59 anos VS 60 anos ou +	6,22	2,28	0,022	0,68	11,75

Comparações múltiplas de Bonferroni

Fonte: Elaborada pelo autor.

Conforme representado na Tabela 5, constatou-se lordose cervical e a Discrepância IT1 – LC com valores menores nos indivíduos mais jovens ($p < 0,05$).

Para o EVS-C2 foi encontrado resultados estatisticamente menores para a faixa etária entre 18 e 39 anos, quando comparado aos demais ($p < 0,05$).

Todos os parâmetros radiográficos obtidos foram correlacionados por meio do coeficiente de correlação de Pearson, conforme apresentado na Tabela 6.

Tabela 6: Correlação entre os parâmetros radiográficos.

Correlação		EVS-C2	CL (°)	IT1 (°)	EVSc (mm)
CL (°)	r	-0,195			
	p	0,025			
IT1 (°)	r	0,367	-0,458		
	p	<0,001	<0,001		
EVSc (mm)	r	0,248	0,421	0,126	
	p	0,004	<0,001	0,149	
IT1-LC (°)	r	-0,031	0,790	0,065	0,553
	p	0,724	<0,001	0,456	<0,001

Correlação de Pearson

Fonte: Elaborada pelo autor.

Obteve-se correlação inversa significativa entre a LC e o EVS-C2 ($r = -0,195$; $p = 0,025$) e LC e IT1 ($r = -0,458$; $p = 0,001$), relação direta significativa entre CL e os demais parâmetros ($p < 0,05$). Constatou-se relação direta significativa entre EVS-C2 com IT1 e EVSc ($r > 0$ e $p < 0,05$). O EVSc apresentou relação direta com a Discrepância IT1 – LC ($r = 0,553$; $p < 0,001$).

Sequencialmente, realizaram-se modelos de regressão linear para avaliar a influência de todos os parâmetros radiográficos e a faixa etária, com o EVS-C2 e o EVSc. O EVS-C2 pode ser explicado conjuntamente pela idade do paciente, por IT1 e EVSc ($p < 0,05$), porém, a variabilidade de EVS-C2 explicada por esses parâmetros foi 28,6% ($R^2 = 0,286$) apenas, conforme representado no Tabela 7. Com base nos três parâmetros e, por meio da análise de regressão linear, o valor do EVS-C2 foi estimado pela fórmula:

$$\text{EVS-C2} = -79,87 + 0,75 \times \text{Idade} + 0,95 \times \text{IT1} + 0,86 \times \text{EVSc}$$

Tabela 7: Resultado do modelo de regressão linear do EVS-C2 com as IT1, EVSc e com a idade.

Factor	Coefficiente	Erro padrão	Valor t	p	R ²
Constante	-79,87	10,99	-7,27	<0,001	
Idade (anos)	0,75	0,17	4,44	<0,001	0,286
IT1 (°)	0,95	0,28	3,38	0,001	
EVSc (mm)	0,86	0,23	3,79	<0,001	

Regressão linear múltipla

Fonte: Elaborada pelo autor.

Ao utilizar-se de parâmetros radiográficos, sem considerar a idade, constatou-se para lordose cervical, que o IT1 e o EVSc contribuíram estatisticamente no valor de EVS-C2. A cada aumento de 1 grau da CL houve redução média de 0,5mm em EVS-C2, a cada grau de IT1 houve aumento de 0,82mm na EVS-C2 e, a cada aumento de 1mm no EVSc, houve aumento de 0,92mm no EVS-C2. No entanto, os parâmetros permitiram a explicação de 20,4% apenas da variabilidade do EVS-C2 (Tabela 8).

Tabela 8: Resultado do modelo de regressão linear do EVS-C2 com as demais medidas radiográficas e sem a idade.

Factor	Coefficiente	Erro padrão	Valor t	p	R ²
Constante	-46,83	8,35	-5,61	<0,001	
LC (°)	-0,50	0,23	-2,12	0,036	0,204
IT1 (°)	0,82	0,35	2,33	0,022	
EVSc (mm)	0,92	0,28	3,31	0,001	

Regressão linear múltipla

Fonte: Elaborada pelo autor.

Por meio da análise de regressão linear, o EVS-C2 foi estimado pela fórmula abaixo, apenas com os parâmetros radiográficos:

$$\text{EVS-C2} = -46,83 - 0,50 \times \text{LC} + 0,82 \times \text{IT1} + 0,92 \times \text{EVSc}.$$

Para identificar a dependência do EVSc dos fatores: idade, lordose cervical e IT1, realizou-se modelo de análise de regressão linear com os parâmetros.

Tabela 9: Resultado do modelo de regressão linear do EVSc com as demais medidas radiográficas com e sem a idade.

Factor	Coefficiente	Erro padrão	Valor t	p	R ²
Constante	7,44	3,75	1,98	0,050	
Idade (anos)	-0,02	0,06	-0,33	0,740	0,307
LC (°)	0,45	0,07	6,41	<0,001	
IT1 (°)	0,50	0,10	4,86	<0,001	
Constante	6,54	2,59	2,52	0,013	
LC (°)	0,46	0,06	7,34	<0,001	0,306
IT1 (°)	0,50	0,10	4,89	<0,001	

Regressão linear múltipla

Fonte: Elaborada pelo autor.

Conforme apresentado na Tabela 9, a idade não é um fator que exerce influência nos valores do EVSc. Excluindo-se a idade do modelo, obteve-se EVSc maior em 0,46mm a cada aumento de 1 grau em LC e, aumento em 0,5mm para cada aumento de 1 grau em IT1, independente das demais características avaliadas ($p < 0,001$), sendo 30,6% ($R^2 = 0,306$) da variabilidade de EVSc explicada pela lordose cervical e IT1.

O EVSc foi estimado pela fórmula abaixo, apenas com os parâmetros radiográficos da coluna cervical:

$$\text{EVSc} = 6,54 + 0,46 \times \text{LC} + 0,50 \times \text{IT1}$$

Quanto à concordância intraobservador, a Tabela 10 apresenta a Descrição da lordose cervical em cada avaliação e o resultado da concordância entre as duas aferições da lordose cervical realizadas pelo mesmo pesquisador ($\text{CCI} = 0,874$). A repetibilidade denota diferença estimada entre as avaliações de 4,93°.

Tabela 10: Descrição da lordose cervical em cada avaliação e resultado da concordância / repetibilidade da medida.

Variável	Avaliação 1	Avaliação 2	CCI	IC (95%)		Repetibilidade
				Inferior	Superior	
LC (°)			0,874	0,826	0,909	4,93
média ± DP	-16,1 ± 14,6	-17,1 ± 13,3				
mediana (mín.; máx.)	-14,3 (-54,5; 34,7)	-16,9 (-49,1; 29,6)				

CCI: Coeficiente de Correlação Intraclassa; IC: Intervalo de Confiança

Fonte: Elaborada pelo autor.

DISCUSSÃO

4 DISCUSSÃO

A prevalência global de cervicalgia apresenta valores aproximados de 5% (11), fato que reforça a importância clínica desse segmento da coluna vertebral na prática clínica habitual. Síndromes compressivas e dolorosas que acometem a coluna cervical demandam estudos e pesquisas de condutas incessantes, com a finalidade de otimizar o tratamento e descobrir os fatores causais (16,27,30–33). Neste aspecto, pesquisar sobre o equilíbrio sagital demanda esforço, por exemplo, ao relacionar o aumento do EVSc com agravamento dos indicadores de qualidade de vida (3). A redução da lordose cervical (ou presença de cifose cervical) está correlacionada ao aumento da pressão na medula espinhal (34) e progressão mais rápida de mielopatia espondilótica cervical (31). Enquanto a diminuição do IT1 é identificada nos indivíduos com cervicalgia (35).

Para identificar a alteração dos valores encontrados nos parâmetros utilizados, é fator crítico de sucesso a definição de seus valores normais. Nesta dissertação, objetivou-se a investigação dos valores normais para alguns parâmetros sagitais relacionados à coluna cervical. Buscou-se aferir parâmetros radiográficos cervicais em indivíduos adultos e assintomáticos com queixas relacionadas à coluna cervical, como forma de obter os valores de normalidade. As dúvidas quanto aos parâmetros, desde suas definições, correlações entre eles e diferenças entre os sexos e a idade são amplas. Frequentemente dissecadas e alvos de muitos estudos (17,18,26,36,37).

A aferição da lordose cervical pode ser pelo método de Cobb, traçando-se linhas paralelas aos platôs vertebrais analisados, traçando-se linhas perpendiculares às primeiras em sequência e, pela medição do ângulo entre essas linhas – método prático e com eficazes taxas de concordância intra e interobservadores (38) – embora existam trabalhos que defendam, por exemplo, o método de Harrison como de maior acurácia (38,39).

A lordose cervical desenvolve-se de esforços da criança ao levantar a cabeça (10), sendo nos adultos mecanismo fundamental na manutenção da visão horizontal (14). Pode-se aferir desde o occipício até o platô inferior de T1. Pesquisas determinam que a lordose cervical se apresenta superestimada na aferição entre C1 e C7, por exemplo. Na mesma lógica, a lordose medida entre as vértebras C2 e C7 pode ser subestimada (12,38). No entanto, a lordose entre C2 e C7 apresenta correlação com índices descritivos de incapacidade relacionada ao pescoço (principalmente quando

analisada em conjunto com outros parâmetros cervicais) (34). Demonstrou-se boa correlação entre a lordose C0C7 com a lordose C2C7 (15). Nesta pesquisa, a lordose cervical escolhida para aferição foi entre o planalto superior de C2 e o planalto inferior de C7- lordose cervical C2C7. A média obtida foi de $-17,55^\circ$, sem diferença significativa entre os gêneros. O resultado da média de lordose em comparação a pesquisa de Lee em Gandong – 2015 ($-9,9^\circ$) (15) foi maior, e semelhante a pesquisa realizada por Jouibari em Tehrân – 2019 ($15,24^\circ$) (26). Apurou-se a diminuição de valor de lordose cervical com o envelhecimento da população, por atribuir o valor negativo (-) na descrição da curva em lordose. Esta diminuição reproduz, na verdade, aumento do valor angular da lordose cervical, pois a diminuição indica que o valor fica “mais negativo”, ou seja: mais lordose. Park estudou a média da lordose cervical em grupos de pessoas entre 20 e 29 anos de idade e pessoas com mais de 60 anos, encontrando médias que foram de -9° e 14° , respectivamente, corroborando o aumento da lordose cervical com a idade (40). Clinicamente, a lordose cervical C2C7 apresenta implicações clínicas demonstradas, por exemplo, na Mielopatia Cervical, associada a progressões lentas quando maiores que 29° (31). Sua correlação negativa com o EVS-C2 e IT1 também trazem a necessidade da compreensão dentro da descrição da lordose no presente trabalho por valores negativos. Lordoses de maior valor angular são encontradas em indivíduos com maiores EVS-C2 e também com maiores IT1.

A lordose cervical foi escolhida na pesquisa como parâmetro de comprovação da reprodutibilidade intraobservador para as aferições no programa Surgimap, uma vez que, entre as medidas estudadas, esta configura-se na identificação do maior número de pontos radiográficos: 4 (limite posterior e anterior dos platôs vertebrais inferiores de C2 e inferiores de C7). Constatou-se alta reprodutibilidade intraobservador (CCI = 0.874), fato que demonstra segurança e confiabilidade nas aferições realizadas pelo programa em questão, extrapolando-se a outros parâmetros também aferidos.

Já com o EVS-C2, também correlacionado aos indicadores de qualidade de vida, buscou-se interligar o alinhamento do centro de gravidade da cabeça com o restante do corpo (13). Pela descrição, observa-se a importância do segmento cervical para o equilíbrio sagital global da coluna vertebral. Historicamente descrito a relação da C7, o eixo vertical sagital mostra-se em média 16,1mm deslocado, anteriormente, quando aferido de C2 (35). Nos resultados encontrados houve tendência

estatisticamente significativa de valores menores C2-SVA nos indivíduos que compõe a faixa etária entre 18 e 39 anos. Esta constatação contradiz com a de estudo prévio realizado com grupos etários heterogêneos e com pequeno tamanho amostral de indivíduos acima de 60 anos de idade (41). A tendência do aumento do EVS-C2 com a idade é semelhante em muitos estudos na literatura internacional, que demonstram, por exemplo a prevalência próxima de 68% para algum grau de deformidade em pessoas acima de 60 anos de idade (42) e a associação observada entre o desequilíbrio sagital e a queda em índices de qualidade de vida (39).

O EVS-C2 foi utilizado neste estudo por tratar-se de um parâmetro de alinhamento extenso da coluna, envolvendo um eixo que se prolonga de uma vértebra cervical até uma vértebra sacral. Obteve-se mediante a modelo de regressão linear uma explicação do EVS-C2 maior pelo fator idade do que pela própria lordose cervical (ambos conjuntamente com o EVSc e o IT1). No entanto a variabilidade de EVS-C2 explicada pelos fatores analisados foi baixa (28,6% na análise com a idade e 20,4% na análise com a LC), compreendendo-se que outros fatores não estudados no presente estudo explicam melhor a variabilidade do EVS-C2. A utilização de outro parâmetro de análise de equilíbrio sagital ao invés do EVS-C2 pode trazer resultados diferentes. Como por exemplo a utilização do “T1 Pelvic Angle - TPA”: ângulo formado por uma linha que une o centro de T1 ao centro das cabeças femorais com a linha que une este mesmo centro ao meio da placa terminal superior de S1, desta forma englobando o eixo vertical e a Inclinação Pélvica (43).

O ângulo de inclinação de T1, o IT1 apresenta grande importância para a determinação do equilíbrio sagital (13–15,17,35,38). Valores maiores que 40° são associados a piores scores clínicos em pacientes com deformidades, além de piores resultados pós operatórios (14). Também é um parâmetro que teve seu aumento mostrado com o decorrer da idade em outros estudos (27). A relação direta entre o IT1 e o EVSc observada no presente trabalho já foi alvo de análise em outros estudos. IT1 maiores que 25° foram associados com valores de SVA (medidos à partir de C2) maiores que 10 centímetros (cm), enquanto IT1 menores que 13° encontravam-se relacionados com SVA negativos (35). Nessa amostra estudada, o valor médio de 27.1° (SD 8.1) foi encontrado, próximo ao valor médio de normalidade em torno de 20° determinado em artigo de revisão de Ling (14). O IT1 correlaciona-se diretamente com a lordose cervical, como descrito acima, podendo ser alterado por mecanismos compensatórios relacionados ao equilíbrio sagital, como retroversão da pelve,

alteração da cifose torácica e hiperlordose lombar (13). Apresenta-se como o parâmetro mais fortemente correlacionado ao EVS-C2 (18) (seguido pela incidência pélvica e a lordose lombar) (35). Tecnicamente pode ser difícil a sua aferição, principalmente quando os bordos da vértebra T1 não são visíveis na radiografia. Nestes casos, é possível se utilizar o bordo superior de C7, ou o bordo inferior de C7, chamado de *C7 SLOPE*, que aparenta correlação fortemente positiva com o valor do IT1 (37). O IT1 também pode mostrar relação importante com dores cervicais, sabendo-se que a musculatura cervical contribui para 80% da estabilidade deste segmento, o IT1 menor mostra uma tentativa de manter o seguimento cefálico mais próximo do eixo da coluna vertebral, contribuindo para redução do espasmo que recai sobre a musculatura paravertebral cervical (26). No presente estudo também foi possível identificar um desvio padrão maior na faixa etária entre 18 e 39 anos (11,2) em relação aos outros grupos etários, aprofundar o estudo neste grupo específico pode trazer maiores explicações sobre este achado. O IT1 aparenta ser um parâmetro solitário que conecta parâmetros sagitais cervicais e toracolombares (18).

Tentar descrever um parâmetro morfológico fixo para a região cervical foi o objetivo da descrição do Ângulo de Entrada no Tórax - AET, ângulo formado por uma linha perpendicular ao centro do platô de T1 e outra linha que une este centro até a região pósterio-superior do esterno (15,38). Este ângulo inicialmente mostrou-se fixo em valor em posições diversas da coluna vertebral e de grande importância na determinação do IT1 (maior que a cifose torácica, por exemplo) (15). Assim como na região lombar, onde a Incidência Pélvica pode ser determinada pela soma da Inclinação do Sacro com a Inclinação Pélvica, na coluna cervical a determinação do AET foi proposta pela soma da Inclinação do Pescoço (ângulo formado entre uma referência vertical e uma linha unindo o centro do platô superior com o limite superior do esterno) com o IT1 (44). No entanto, estudos subsequentes mostraram que, embora os valores de Inclinação do Pescoço não variem com a movimentação cervical, o IT1 apresentava variação importante, colocando dúvidas sobre a determinação do AET como parâmetro morfométrico fixo (45).

Na definição da discrepância entre o IT1 e a lordose cervical (17) busca resumir o equilíbrio sagital em um parâmetro. A sua importância se assemelha à discrepância lombar. Assim como apenas possuir a Incidência Pélvica pode se definir a lordose lombar ideal, apenas o valor do IT1 pode predefinir a lordose cervical ideal, no planejamento cirúrgico (18). A discrepância IT1 – LC mostra relações positivas com

os valores do IT1, lordose cervical, EVS-C2 e com índices de incapacidade relacionada ao pescoço. Valores de IT1 - LC maiores que 28,07° são associados com descompensação sagital positiva e piores scores de incapacidade. A manutenção do valores abaixo deste alvo é importante para o planejamento pré-operatório e intraoperatório (17) (27). Na nossa análise obtivemos um valor médio de 10,9° (SD 12,4), valores bem abaixo dos 28,7° - uma vez que foram utilizados na amostra apenas indivíduos assintomáticos. Não se encontrou relação estatística entre o IT1, assim como observado em outras pesquisas, fato que demonstra que o valor de IT1 - LC possui comportamento semelhante a uma constante (18).

O Eixo Vertical Sagital Cervical – EVSc – é outro fator importante para a análise do equilíbrio sagital. Seu aumento, principalmente em valores superiores à 40mm, conjuntamente associados com altos valores angulares da inclinação de T1 são associados a piores resultados pós-operatórios (14). Na população assintomática analisada, encontramos valor médio de 16mm, sem diferença importante entre os grupos etários. No entanto foi significativamente maior em homens comparado às mulheres. Apresentou também relação estatística positiva com o IT1 e a lordose cervical. Estes 2 fatores explicaram 30,6% da variabilidade do EVSc, de acordo com a fórmula:

$$\mathbf{EVSc = 6,54 + 0,46xLC + 0,50xIT1.}$$

É importante ressaltar que atribuímos valores negativos quando a curva cervical estava em lordose e valores positivos quando em cifose. Pela fórmula acima, o EVSc aumenta 0,5mm a cada aumento de 1 grau em IT1 e aumenta 0,46mm a cada aumento de 1 grau em LC. Pela atribuição de valor negativo, 1 grau de aumento da lordose cervical não significa aumentar a lordose, e sim caminhar em direção à cifose cervical, ou seja: diminuir a lordose cervical. Em indivíduos acometidos por mielopatia cervical, por exemplo, valores maiores de EVSc relaciona-se a piores indicadores de qualidade de vida (31).

A fórmula encontrada mediante a análise de regressão linear no presente estudo assemelha-se com modelos de regressão linear encontrados em outros estudos, por exemplo o de Goldschmidt em 2019 estudando indivíduos com deformidades da coluna vertebral (seja no plano sagital ou no plano coronal) encontrando equação muito próxima para uma variabilidade de 32% do cSVA:

$$\text{cSVA} = (1.1 \times \text{T1 SLOPE}) - (0,43 \times \text{Lordose Cervical}) + 6,69 \quad (46).$$

A diferença em relação ao valor final pode estar relacionada às características da população estudada. Enquanto Goldschmidt e colaboradores analisaram indivíduos com deformidades da coluna vertebral e com tendência ao desequilíbrio sagital positivo, no nosso estudo envolveu a avaliação de indivíduos assintomáticos.

A descrição de todos os parâmetros analisados tem como base as imagens de radiografias panorâmicas digitais. O acesso a tecnologias modernas, como exames obtidos por EOS duas dimensões (2D)\ três dimensões (3D), permitiriam a análise de parâmetros novos de “Alinhamento Sagital de Todo o Corpo”, tal como os parâmetros descritos por Lenke em 2019, ao analisar a relação do crânio com a coluna, pelve e extremidades inferiores, permitindo quantificar vários mecanismos de compensação sagital, como retroversão da pelve, flexão de joelhos e dorsiflexão de tornozelos (19) (47).

Futuramente, pesquisas poderão analisar o comportamento além da coluna vertebral e pelve, tal como o comportamento das articulações dos quadris, joelhos, tornozelos, pés, entre outros (sejam elas saudáveis ou acometidas por patologias específicas). Sempre buscando pela diferença dos valores descritos na população brasileira com os valores obtidos em outras populações do mundo.

CONCLUSÕES

5 CONCLUSÕES

Conforme os objetivos estipulados no trabalho, foram apurados os valores de parâmetros de alinhamento sagital cervical em indivíduos brasileiros assintomáticos com distribuição em grupos etários diferentes e entre os dois gêneros. Foi encontrado valores de cSVA maiores no gênero masculino.

Obteve-se uma tendência de aumento do EVS-C2, lordose cervical e diminuição do IT1 - LC com o aumento da idade. A variação do EVS-C2 foi melhor relacionada com IT1, EVSc e idade, quando comparada ao IT1, EVSc e lordose cervical.

O EVSc pode ser determinado, mediante modelo de regressão linear, pela equação $EVSc = 6,54 + 0,46xLC + 0,50xIT1$, sendo que a variabilidade do EVSc por este modelo é explicada em 30,6%.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS¹

1. MAGALHÃES, L. A.; GUIMARÃES, S. G. **Série saúde mental e trabalho**. 1ª Ed. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2004. p.279. 2 v.
2. ROUSSOULY, P.; PINHEIRO-FRANCO, J.L. Biomechanical analysis of the spino-pelvic organization and adaptation in pathology. **European Spine Journal**, Heidelberg, v. 20, n. 5, p. 609-618, 2011.
3. LE HUEC, J. C.; AUNOBLE, S.; PHILLIPPE, L.; NICOLAS P. Pelvic parameters: origin and significance. **European Spine Journal**, Heidelberg, v. 20, n.5, p 564-574, 2011.
4. PINHEIRO-FRANCO, L. Sagittal parameters of the spine : biomechanical approach. **European Spine Journal**, Heidelberg, v. 20, p. 578-585, 2011.
5. ROUSSOULY, P.; GOLLOGLY, 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**, Filadélfia, v. 30, n. 3, p. 346-356, 2005.
6. KIN, D.; DAVIS, D.D.; MENGER, R.P. **Spine Sagittal Balance**. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK534858/>>. Acesso em: 12 ago. 2020.
7. TARDIEU, C.; HECQUET J.; BENAÏM C.; MOUILLESEAU B.; MARTY C. Sagittal alignment of spine and pelvis regulated by pelvic incidence : standard values and prediction of lordosis. **European Spine Journal**, Heidelberg, v. 15, n. 4, p. 415-422, 2006.
8. BOULAY, C.; TARDIEU, C.; HECQUET, J.; BENAIN, C.; MITULESCU, A.; MARTY, C. Anatomical reliability of two fundamental radiological and clinical pelvic parameters: Incidence and thickness. **European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology**, Paris, v. 15, n. 3, p. 197-204,2005.
9. SEBAALY, A.; GEHRCHEN, M.; ROUSSOULY, P. Classification of normal sagittal spine alignment : refounding the Roussouly classification. **European Spine Journal**, Heidelberg, v. 27, p. 2002-2011, 2018.
10. YU, M.; MAI, W. Z.; WANG, L. S. Analysis of cervical and global spine alignment under Roussouly sagittal classification in Chinese cervical spondylotic patients and asymptomatic subjects. **European Spine Journal**, Heidelberg, v. 24, p. 1265-1273. 2015.
11. PATWARDHAN, A. G.; KHAYATZADEH, S.; HARVEY, R. M.; VORONOV, L.I.; SMITH, Z.A.; KALMANSON O. Cervical sagittal balance: a biomechanical perspective can help clinical practice. **European Spine Journal**. Heidelberg, v. 27, n. 1, p. 25-38, 2018.
12. HARDACKER, J. W.; SHUFORD. R. F.; CAPICOTTO, P. N.; PRYOR, P. W. Radiographic standing cervical segmental alignment in adult volunteers without neck symptoms. **Spine**, Filadélfia. v.22, p. 1472-1480. 1997.
13. SCHEER, T. K.; TANG, J. A.; SMITH J.S.; ACOSTA, F. L.; PROTOPSALTIS, T. S.; BLONDEL, B. Cervical spine alignment, sagittal deformity, and clinical implications. **Journal of Neurosurgery. Spine**, Charlottesville, v. 19, n. 2, p. 141-159, 2019.

¹ De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT NBR 6023).

14. LING, F. P.; CHEVILLOTTE, T.; LEGLISE, A.; THOMPSON, W.; BOUTHORS, C.; LE HUEC, J. C. Which parameters are relevant in sagittal balance analysis of the cervical spine? A literature review. **European Spine Journal**, Heidelberg, v. 27, n. 1, p. 8-15, 2018.
15. LEE, S.; SON, E.; SEO, E. Factors determining cervical spine sagittal balance in asymptomatic adults : correlation with spinopelvic balance and thoracic inlet alignment. **Spine**, Filadélfia, v. 15, n. 4, p. 705-712, 2015.
16. MERRIL, R. K.; KIM, J. S.; LEVEN, D. M.; KIN, J. H.; CHO, S. K. Beyond Pelvic Incidence–Lumbar Lordosis Mismatch: The Importance of Assessing the Entire Spine to Achieve Global Sagittal Alignment. **Global Spine Journal**, v. 7, n. 6, p. 536 - 542, 2017.
17. LAN, Z.; HUANG, Y.; XU, W. Relationship Between T1 Slope Minus C2-7 Lordosis and Cervical Alignment Parameters After Adjacent 2-Level Anterior Cervical Discectomy and Fusion of Lower Cervical Spine. **World Neurosurgery (Online)**, v. 122, p. 1195-1201, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.11.016>>. Acesso em 11 nov. 2019.
18. STAUB, B. N.; LAFAGE, R.; KIN, H. J.; SHAFFREY, C. I.; MUNDIS, G. M.; HOSTIN, R. Cervical mismatch: The normative value of T1 slope minus cervical lordosis and its ability to predict ideal cervical lordosis. **Journal of Neurosurgery. Spine**, Charlottesville, v. 30, n. 1, p. 31-37, 2019.
19. KIM, Y. C.; CUI, J. H.; KIM, K. T.; PARK, G. T.; LEE, K. H.; KIM, S. M. Novel radiographic parameters for the assessment of total body sagittal alignment in adult spinal deformity patients. **Journal of Neurosurgery. Spine**, Charlottesville, v. 31, n. 3, p. 372 - 379, May. 2019.
20. LAFAGE, R.; CHALLIER, V.; LIABAUD, B.; VIRA, S; FERRERO, E.; DIEBO, B. G. Natural Head Posture in the Setting of Sagittal Spinal Deformity: Validation of Chin-Brow Vertical Angle, Slope of Line of Sight, and McGregor’s Slope With Health-Related Quality of Life. **Neurosurgery**, Baltimore, v. 79, n. 1, p 108-115, 2016.
21. AMES, C. P.; SMITH, J. S.; EASTLACK, R.; BLASKIEWICZ, D. J.; SHAFFREY, C. I.; SCHWAB, F.; et al. Reliability assessment of a novel cervical spine deformity classification system. **Journal of Neurosurgery. Spine**, Charlottesville, v. 23, n. 6, p 673-683, 2015.
22. HEY, H. W. D.; LAU, E. T. C.; WONG, G.C.; TAN, K. A.; LIU, G. K. P.; WONG, H. K. Cervical Alignment Variations in Different Postures and Predictors of Normal Cervical Kyphosis. **Spine**, Filadélfia, v. 42, n. 21, p 1614 - 1621, 2017.
23. SMITH, J. S.; BESS, S.; KIM, H. J.; MUNDIS, G.; KELLY, M.; HART, R.; et. al. The Health Impact of Adult Cervical Deformity in Patients Presenting for Surgical Treatment : Comparison to United States Population Norms and Chronic Disease States Based on the EuroQuol-5 Dimensions Questionnaire. **Neurosurgery**, Baltimore, v. 80, n. 5, p 716 - 725, 2017.
24. HORTON, W. C.; BROWN, C. W.; BRIDWELL, K. H.; GLASMANN, S. D.; SUK, S.; CHA, C. W. Is There an Optimal Patient Stance for Obtaining a Lateral 36 ” Radiograph ? A Critical Comparison of Three Techniques. **Spine**, Filadélfia, v. 30, n. 4, p 427 - 433, 2005.

25. SHAO, Z.X.; YAN, Y. Z.; PAN, Y. Z.; CHEN, S. Q.; FANG, X. CHEN, X. B. Factors Associated with Cervical Spine Alignment in an Asymptomatic Population: A Preliminary Analysis. **World Neurosurgery (online)**, v. 122, p 48 - 58, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.09.036>>. Acesso em 14 Jun. 2020.
26. JOUIBARI, M.F.; LE HUERC, J. C.; RANJBAR M. H.; MOGHADAM, N. FARAHBAKHS, F.; KHAVIDI, M. Comparison of cervical sagittal parameters , among patients with neck pain and healthy controls: a comparative cross-sectional study. **European Spine Journal**, Heidelberg, v. 28, n. 10, p. 2319 - 2324, 2019.27. Tang R, Ye IB, Cheung ZB, Kim JS, Cho SKW. Age-related Changes in Cervical Sagittal Alignment: A Radiographic Analysis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2019;44(19):E1144–50.
28. KIRKWOOD, B. R.; STERNE, J. A. C. **Essential medical statistics**. 2nd ed. Massachusetts: Blackwell Science, 2006. 502 p.
29. NETER, J. Et al. **Applied Linear Statistical Models**. 4th Ed. Illinois: Richard D. Irwing, 1996. 1408 p.
30. PRATALI, R. R.; DE OLIVEIRA LUZ, C.; BARSOTTI, C. E. G.; SANTOS, F. P. E.; DE OLIVEIRA, C. E. A. S. Analysis of sagittal balance and spinopelvic parameters in a Brazilian population sample. **Coluna/ Columna**. São Paulo, v. 13, n. 2, p. 108-111, 2014.
31. LIN, T.; WANG, Z.; CHEN, G.; LIU, W. Is Cervical Sagittal Balance Related to the Progression of Patients with Cervical Spondylotic Myelopathy? **World Neurosurgery (Online)**. v. 137, p. e52-e67, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.wneu.2019.12.148>>. Acesso em: 14 Jun. 2020.
32. LIN, T.; CHEN, P.; WANG, Z.; CHEN, Z.; LIU, W. Does Cervical Sagittal Balance Affect the Preoperative Neck Disability Index in Patients with Cervical Myelopathy? **Clinical Spine Surgery (Online)**. v. 33, n.1, p. e21-e25, 2020.
33. CHO, S. K.; SAFIR, S.; LOMBARDI, J. M.; KIM, J. S. Cervical Spine Deformity: Indications, Considerations, and Surgical Outcomes. **Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons**, Rosemont, v. 27, n. 12, p. e555-e567, 2019.
34. BAO. H.; VARGHESE, J.; LAFAGE, R.; LIABAUD, B.; DIEBO, B.; RAMCHANDRAN, S. Principal Radiographic Characteristics for Cervical Spinal Deformity. **Spine**, Filadélfia, v. 42, n. 18, p 1375-1382. 2017.
35. KNOTT, P. T.; MARDJETKO, S. M.; TECHY, F. The use of the T1 sagittal angle in predicting overall sagittal balance of the spine. **Spine Journal (Online)**, Nova lorque, v. 10, n. 11, p. 994-998, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.spinee.2010.08.031>>. Acesso em 14 Jun. 2019.
36. PROTOPSALTIS, T. S.; RAMCHANDRAN, S.; TISHELMAN, J. C.; SMITH, J. C.; NEUMAN, B. J.; MUNDIS, G. M. N. The Importance of C2 Slope, a Singular Marker of Cervical Deformity, Correlates with Patient-reported Outcomes. **Spine**, Filadélfia, v. 184, n. 3, p. 184-192, 2020.
37. YE, I. B.; TANG, R.; CHEUNG, Z. B.; WHITE, S. J. W.; CHO, S. K. Can C7 Slope Be Used as a Substitute for T1 Slope? A Radiographic Analysis. **Global Spine Journal**, v. 10, n. 2, p. 148-152, 2020.

38. AMES, C. P.; BLONDEL, B.; SCHEER, J. K.; SCHWAB, F. J.; LE HUEC, J. C.; MASSICOTTE, E. M. Cervical Radiographical Alignment. **Spine**, Filadélfia, v. 38, n. 22S, p. S149-160, 2013. Disponível em: <<https://insights.ovid.com/crossref?an=00007632-201310151-00014>>. Acesso em: 14 Jun. 2020.
39. SMITH, J. S.; KLINEBERG, E.; SCHWAB, F.; SHAFFREY, C. L.; MOAL, B.; AMES, C. P. Change in classification grade by the SRS-Schwab Adult Spinal Deformity Classification predicts impact on health-related quality of life measures: prospective analysis of operative and nonoperative treatment. **Spine**, Filadélfia, v. 39, n. 19, p. 1663-1671, 2013.
40. PARK, M. S.; MOON, S. H.; LEE, H. M.; KIN, S. W.; KIN, T. H.; LEE, S. Y.; et. al. The effect of age on cervical sagittal alignment: Normative data on 100 asymptomatic subjects. **Spine**, Filadélfia, v.38, n. 8, p 458 - 463, 2013.
41. NASREDDINE, M. A.; PRATALI, R.; BARSOTTI, C. E. G.; DOS SANTOS, F. P; E.; DE OLIVEIRA, C. E. A. S. Radiographic alignment of cervical spine on a sample of asymptomatic subjects. **Coluna/ Columna**, São Paulo, v.16 n. 1, p 13-16, 2017.
42. SCHWAB, F.; DUBEY, A.; GAMEZ, L.; EL FEGOUN, A. B.; HWANG, K.; PAGALA, M. Adult scoliosis: prevalence, SF-36, and nutritional parameters in an elderly volunteer population. **Spine**, Filadélfia, v. 30, n. 9, p. 1082-1085, 2005.
43. RYAN D. J.; PROTOPSALTIS, T. S.; AMES, C. P.; HOSTIN, R.; KLINEBERG, E.; MUNDIS, G. M. T1 pelvic angle (TPA) effectively evaluates sagittal deformity and assesses radiographical surgical outcomes longitudinally. **Spine**, Filadélfia, v. 39, n. 15, p. 1203-1210. 2014.
44. LEE, S. H.; KIM, K. T.; SEO, E. M.; SUK, K. S.; KWACK, Y. H.; SON, E. S. The influence of thoracic inlet alignment on the craniocervical sagittal balance in asymptomatic adults. **Journal of Spinal Disorders and Techniques**, Hagerstown, v. 25, n. 2, p. E41-E47, 2012.
45. JANUSZ, P.; TYRAKOWSKI, M.; GLOWKA, P.; OFFOHA, R.; SIEMIONOW, K. Influence of cervical spine position on the radiographic parameters of the thoracic inlet alignment. **European Spine Journal**, Heidelberg, v. 24, n. 12, p. 2880-2884, 2019.
46. GOLDSCHMIDT, E.; ANGRIMAN, F.; AGARWAL, N.; TREVISAN, M.; ZHOU, J.; CHEN, K. A New Piece of the Puzzle to Understand Cervical Sagittal Alignment: Utilizing a Novel Angle δ to Describe the Relationship among T1 Vertebral Body Slope, Cervical Lordosis, and Cervical Sagittal Alignment. **Neurosurgery**, Baltimore, v. 86, n. 3, p. 446-451, 2020.
47. MELHEN, E.; ASSI, A.; EL RACHKIDI, R.; GHANEM, I. EOS® biplanar X-ray imaging: concept, developments, benefits, and limitations. **Journal of Children's Orthopaedics**, Londres, v. 10, n. 1, p 1-14. 2016.

ANEXOS

ANEXO A – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

INSTITUTO DE ASSISTÊNCIA
MÉDICA AO SERVIDOR
PÚBLICO ESTADUAL - IAMSPE



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ANÁLISE DOS PARÂMETROS RADIOGRÁFICOS NORMAIS DO BALANÇO SAGITAL E ESPINO-PÉLVICO NA COLUNA VERTEBRAL EM UMA AMOSTRA POPULACIONAL BRASILEIRA

Pesquisador: Carlos Eduardo Gonçalves Barsotti

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 19134914.2.0000.5463

Instituição Proponente: Instituto de Assistência Médica ao Servidor Público Estadual - IAMSPE

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 533.756

Data da Relatoria: 11/02/2014

Apresentação do Projeto:

Adequado.

Objetivo da Pesquisa:

Definir os parâmetros do balanço sagital e espinopélvico em uma amostra da população brasileira composta por indivíduos voluntários assintomáticos. Assim como, estabelecer a relação desses parâmetros radiográficos com a idade e o sexo dos voluntários, comparando os resultados com os de outros estudos, referente a outros grupos populacionais.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Não há riscos para os participantes. Os benefícios estão relacionados a possibilidade de poder assumir os parâmetros de normalidade internacional para correção de deformidades na coluna.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de estudo que analisa parâmetros radiográficos da coluna vertebral. O grupo analisado será constituído por cem indivíduos adultos voluntários a participar do estudo, conforme os critérios de inclusão e exclusão estabelecidos pelo pesquisador.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos de apresentação obrigatória estão adequados, são eles: a folha de rosto, o Termo

Endereço: Rua Pedro de Toledo, 1800 - 14º andar - Ala central - Sala 01
Bairro: Vila Clementino **CEP:** 04.039-004
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)4573-8175 **Fax:** (11)4573-8175 **E-mail:** cepiamspe@iamspe.sp.gov.br

INSTITUTO DE ASSISTÊNCIA
MÉDICA AO SERVIDOR
PÚBLICO ESTADUAL - IAMSPE



Continuação do Parecer: 533.756

de Consentimento Livre e Esclarecido e a autorização do serviço onde o estudo será desenvolvido.

Recomendações:

Sem recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendências ou inadequações.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

O colegiado acatou o parecer do relator. APROVADO.

SAO PAULO, 19 de Fevereiro de 2014

Assinador por:
Gizelda Monteiro da Silva
(Coordenador)

Endereço: Rua Pedro de Toledo, 1800 - 14º andar - Ala central - Sala 01
Bairro: Vila Clementino **CEP:** 04.039-004
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)4573-8175 **Fax:** (11)4573-8175 **E-mail:** ceplamspe@iamspe.sp.gov.br

INSTITUTO DE ASSISTÊNCIA
MÉDICA AO SERVIDOR
PÚBLICO ESTADUAL - IAMSPE



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ESTUDO RADIOGRAFICO DO EQUILÍBRIO SAGITAL CERVICAL EM UMA AMOSTRA POPULACIONAL

Pesquisador: Mohamed Ahmed Nasreddine

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 39402914.6.0000.5463

Instituição Proponente: Instituto de Assistência Médica ao Servidor Público Estadual - IAMSPE

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 951.141

Data da Relatoria: 12/01/2015

Apresentação do Projeto:

Por tratar-se de Emenda ao projeto original, aceito a justificativa a seguir apresentada:

Justificativa da Emenda:

Adicionar Medico participante do projeto, DR Carlos Eduardo Barsotti

Objetivo da Pesquisa:

Mantido do projeto inicial

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Mantido do projeto inicial

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Mantido do projeto inicial

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Sem considerações.

Recomendações:

Mantido do projeto inicial

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendências.

Endereço: Rua Pedro de Toledo,1800 - 14º andar - Ala central - Sala 01

Bairro: Vila Clementino **CEP:** 04.039-004

UF: SP **Município:** SAO PAULO

Telefone: (11)4573-8175 **Fax:** (11)4573-8175 **E-mail:** cepiamspe@iamspe.sp.gov.br

INSTITUTO DE ASSISTÊNCIA
MÉDICA AO SERVIDOR
PÚBLICO ESTADUAL - IAMSPE



Continuação do Parecer: 951.141

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

SAO PAULO, 11 de Fevereiro de 2015

Assinado por:
Gizelda Monteiro da Silva
(Coordenador)

Endereço: Rua Pedro de Toledo, 1800 - 14º andar - Ala central - Sala 01
Bairro: Vila Clementino **CEP:** 04.039-004
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)4573-8175 **Fax:** (11)4573-8175 **E-mail:** cepiamspe@iamspe.sp.gov.br

ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO****DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL**

1. NOME:
- DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº: SEXO: M F
- DATA NASCIMENTO:/...../.....
- ENDEREÇO Nº APTO:
- BAIRRO: CIDADE:
- CEP: TELEFONE: DDD (.....)
2. RESPONSÁVEL LEGAL
- NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador etc.)
- DOCUMENTO DE IDENTIDADE: SEXO: M F
- DATA NASCIMENTO:/...../.....
- ENDEREÇO: Nº APTO:
- BAIRRO: CIDADE:
- CEP: TELEFONE: DDD (.....)

DADOS SOBRE A PESQUISA**1. TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA ESTUDO RADIOGRAFICO DO EQUILIBRIO SAGITAL CERVICAL EM UMA AMOSTRA POPULACIONAL**

PESQUISADOR : DR. Mohamed Ahmed Nasreddine.
 CARGO/FUNÇÃO: Estagiário Grupo Ortopedia/Grupo de Coluna.
 INSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL Nº131408
 IAMSPE

2. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:

- RISCO MÍNIMO RISCO MÉDIO
- RISCO BAIXO RISCO MAIOR

3. DURAÇÃO DA PESQUISA : 6 Meses

REGISTRO DAS EXPLICAÇÕES DO PESQUISADOR AO PACIENTE OU SEU REPRESENTANTE LEGAL SOBRE A PESQUISA, CONSIGNANDO:

1 - Estamos realizando um protocolo de pesquisa para a estudo radiográfico do equilíbrio sagital cervical em uma amostra populacional.

2 - Os pacientes voluntários serão submetidos a um RX panorâmico da coluna nas incidências anteroposterior e perfil, a carga de radiação emitida pelo RX é pequena e sendo esse número de incidências o mínimo para a análise dos parâmetros. Sendo o único risco ao paciente a radiação a que será submetido, sendo que a mesmo é baixa.

3 - Como o paciente será examinado e realizará uma consulta, o RX realizado será o mesmo que realizaria em consulta. Significando assim em nenhum acréscimo de exposição a radiação.

ESCLARECIMENTOS DADOS PELO PESQUISADOR SOBRE GARANTIAS DO SUJEITO DA PESQUISA:

3 - Todos os pacientes que participarem deste estudo terão acesso, a qualquer tempo, às informações sobre procedimentos, riscos e benefícios relacionados à pesquisa, inclusive para esclarecer eventuais dúvidas. Todos os pacientes que participarem deste estudo terão liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e de deixar de participar do estudo, sem que isto traga prejuízo à continuidade da assistência. Todos os pacientes que participarem deste estudo terão salvaguarda da confidencialidade, sigilo e privacidade.

4 - Todos os pacientes que participarem deste estudo terão disponibilidade de assistência no Hospital do Servidor publico estadual de São Paulo, por eventuais danos à saúde, decorrentes da pesquisa.

5 - Não há benefício direto para o participante. Trata-se de estudo que analisa parâmetros radiográficos da coluna vertebral da população brasileira.

6 - Garantia de acesso: em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas.

O principal investigador é o Dr Mohamed Ahmed Nasreddine que pode ser encontrado no endereço:

Centro de Estudos de Ortopedia

Rua Borges Lagoa, 1755 – 1 andar - sala 180

Vila Clementino – CEP: 04038-034 – São Paulo/SP

Telefone(s) (011) 45738175 / 50888271 – Fax: (011) 55733087

Email: mohaxl@hotmail.com

ANEXO C – SUBMISSÃO DO ARTIGO EM REVISTA

Neurosurgery

Internal chain of correlation of sagittal cervical alignment in asymptomatic subjects
–Manuscript Draft–

Manuscript Number:	
Article Type:	Research-Human-Clinical Studies
Section/Category:	Spine
Corresponding Author:	Roberto Rossanez, M.D. Universidade de Sao Paulo Faculdade de Medicina de Ribeirao Preto Ribeirão Preto, São Paulo BRAZIL
Order of Authors:	Roberto Rossanez, M.D.
Manuscript Region of Origin:	BRAZIL
Abstract:	<p>Background</p> <p>Symptomatic cervical spine deformity can be associated with severe disability. Recent studies have investigated the patterns of deformity based on radiographic parameters. There are few studies that describe normative cervical parameters.</p> <p>Objective</p> <p>To analyze cervical alignment characteristics and their chain of correlation in a sample of asymptomatic Brazilian individuals.</p> <p>Methods</p> <p>The sample included asymptomatic adults who had full spinal radiographs performed. Following cervical radiographic parameters were measured: upper cervical curvature (McGregor line-C2), lower cervical curvature (C2-C7), McGregor slope, sagittal vertical axis from C2-C7 (CSVA) and T1-slope (T1S). Subjects were stratified by age into 3 groups (18-39, 40-59, and > 60 years), and radiographic parameters were compared across age groups and based on sex.</p> <p>Results</p> <p>102 asymptomatic subjects (mean age, 50 years) were included. The T1S increased with age, accompanied by an increase in C2-C7 lordosis. The cervical sagittal alignment, represented by CSVA, did not differ based on age. There was a close correlation among the cervical sagittal parameters, such that the CSVA may be predicted based on the T1S and C2-C7 lordosis.</p> <p>Conclusion</p> <p>This analysis revealed that with increasing age there is an observed increase in the sagittal inclination of the base of the cervical spine (T1S) that is accompanied by an increase in cervical lordosis as a means of maintaining cervical sagittal alignment (CSVA). Comparisons of the normative values identified in the study with those reported in previous studies demonstrate variability in what constitutes normal and suggests that further study is warranted using standardized methodologies across diverse populations.</p>
Suggested Reviewers:	<p>Virginie Lafage Hospital for Special Surgery virginie.lafage@gmail.com Expertise in postural balance and sagittal balance.</p> <p>Han Jo Kim Hospital for Special Surgery hanjokimmd@gmail.com Dr. Han Jo Kim is an Orthopaedic Surgeon at Hospital for Special Surgery, specializing in cervical spine and scoliosis surgery.</p>

	Christopher Ames University of California San Francisco christopher.ames@ucsf.edu Directs UCSF's neurosurgical spinal deformity service
Opposed Reviewers:	
Additional Information:	
Question	Response
<p>Significance of the Work: Please include a brief statement summarizing the significance of the work and in particular how it differs from and advances existing literature.</p>	<p>We intend to analyze the cervical alignment characteristics and their chain of correlation in a sample of asymptomatic individuals from a Brazilian population sample, by a cross-sectional observational study in a prospective cohort, included asymptomatic adult subjects who had full spinal radiographs performed. Comparisons of the normative values identified in the present study with those reported in previous studies demonstrate variability in what constitutes normal and suggests that further study is warranted using standardized methodologies across diverse populations.</p>
<p>Compliance with Research Reporting Guidelines: <i>Neurosurgery</i> endorses several reporting guidelines and requires authors to submit their research articles in accordance with the appropriate guideline statement(s) and checklist(s). Completed applicable checklists and flow diagrams must be included with submissions.</p> <p>Research articles that must be submitted according to the appropriate reporting guideline(s) include, but are not limited to: randomized trials, systematic reviews, meta-analyses of interventions, meta-analyses of observational studies, diagnostic accuracy studies, and observational epidemiological studies (eg, case series, cohort, case-control, and cross-sectional studies). Consult the EQUATOR Network, which maintains a useful, up-to-date list of guidelines as they are published, with links to articles and checklists: http://www.equator-network.org.</p> <p>Please confirm below that information is reported according to the relevant reporting guideline(s) and any required materials are included with the submission:</p>	<p>Not Applicable - Submission Does Not Report Research That Requires Adherence to Reporting Guideline(s)</p>
<p>Statistical Analysis: For manuscripts that report statistics, the Editor requires that the authors provide evidence of statistical consultation or expertise. If your article includes statistics, has the</p>	<p>No</p>

information reported been evaluated by an expert?	
IRB/Ethics Approval: Please indicate if your study has received institutional review board/ethics approval. If yes, these materials are readily available should the Editor request them.	Yes

Cover Letter

Roberto Rossanez, M.D.

University of São Paulo – USP. Ribeirão Preto Medical School – FMRP. Health Sciences

Applied to Locomotor System Graduate Program.

Av. Bandeirantes, 3900

Ribeirão Preto, São Paulo, Brazil - 14040-900

Campus Address: Rua Pedreira de Freitas, casa 01, Laboratório de Bioengenharia da

FMRP/USP

Phone: +55 16 3315.8568

robertorossanez@gmail.com; robertorossanez@usp.br

Nelson M. Oyesiku, MD, PhD, FACS, Editor-in-Chief, NEUROSURGERY® Publications.

June 16, 2020

Dear Mr. Oyesiku:

I am pleased to submit an original article entitled “Internal chain of correlation of sagittal cervical alignment in asymptomatic subjects” for consideration to publication in NEUROSURGERY®.

In this manuscript we intend to analyze the cervical alignment characteristics and their chain of correlation in a sample of asymptomatic individuals from a Brazilian population sample, by a cross-sectional observational study in a prospective cohort, included asymptomatic adult subjects who had full spinal radiographs performed. The following cervical parameters were measured: considering upper cervical curvature McGregor line-C2, lower cervical curvature (C2-C7), McGregor Slope, sagittal vertical axis from C2-C7 (CSVA) and T1 Slope. Statistical analysis was performed comparing the results in different groups of age and sex.

We believe that this manuscript is appropriate for publication by NEUROSURGERY® because the cervical spine deformity is associated with severe disability and recent studies have investigated the patterns of deformity based on radiographic parameters. There are, however, few studies about normative cervical parameters, and this study highlights the variability of the normal values of the cervical sagittal alignment among different population but maintain the concept of the internal chain of correlation in the cervical curvatures to allow the sagittal alignment.

This manuscript has not been published and we have no conflicts of interest to disclosure.

All authors have read and approve the current version of the manuscript for this submission.

Thank you for your consideration!

Sincerely,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Roberto Rossanez', with a long horizontal flourish extending to the right.

Roberto Rossanez, M.D.

Graduate student. Health Sciences Applied to Locomotor System Graduate Program of
Ribeirão Preto Medical School, University of São Paulo.

“Internal chain of correlation of sagittal cervical alignment in asymptomatic subjects”

Roberto Rossanez, MD¹

Raphael de Rezende Pratali, PhD²

Justin S Smith, PhD³

Mohamed Ahmed Nasreddine, MD²

Carlos Fernando Pereira da Silva Herrero, PhD¹

¹ Ribeirão Preto Medical School of University of São Paulo

² Hospital do Servidor Público Estadual de São Paulo (HSPE)

³ University of Virginia Health System, Charlottesville, VA, EUA

This study was financed in part by the “Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES)” - Finance Code 001

The author Justin S Smith declared the following potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article: Smith has received grants as Speaking/teaching arrangements from Zimmer Biomet, NuVasive and K2M; as Consulting from Zimmer Biomet, Nuvasive and K2M; Research Study group founding from DePuy Synthes; fellowship funding from NREF and AOSpine.

The remain authors declare that there is **no conflict of interest**.

Corresponding authors contacts:

Roberto Rossanez, robertorossanez@usp.br

Raphael de Rezende Pratali, pratalir@gmail.com

1 **ABSTRACT**

2

3 **Background:** Symptomatic cervical spine deformity can be associated with severe disability and
4 recent studies have investigated the patterns of deformity based on radiographic parameters.
5 There are few studies that describe normative cervical parameters.

6 **Objective:** To analyze the cervical alignment characteristics and their chain of correlation in a
7 sample of asymptomatic Brazilian individuals.

8 **Methods:** The study cohort included asymptomatic adults who had full spinal radiographs
9 performed. Following cervical radiographic parameters were measured: upper cervical curvature
10 (McGregor line-C2), lower cervical curvature (C2-C7), McGregor slope, sagittal vertical axis
11 from C2-C7 (CSVA) and T1-slope (T1S). Subjects were stratified by age into 3 groups (18-39,
12 40-59, and ≥ 60 years), and radiographic parameters were compared across age groups and based
13 on sex.

14 **Results:** 102 asymptomatic subjects (mean age, 50 years) were included. The T1S significantly
15 increased with age, accompanied by an increase in C2-C7 lordosis. The cervical sagittal
16 alignment, represented by CSVA, did not significantly differ based on age. There was a close
17 correlation among the cervical sagittal parameters, such that the CSVA may be predicted based
18 on the T1S and C2-C7 lordosis.

19 **Conclusion:** This analysis revealed that with increasing age there is an observed increase in the
20 sagittal inclination of the base of the cervical spine (T1S) that is accompanied by an increase in
21 cervical lordosis as a means of maintaining cervical sagittal alignment (CSVA). Comparisons of
22 the normative values identified in the present study with those reported in previous studies
23 demonstrate variability in what constitutes normal and suggests that further study is warranted
24 using standardized methodologies across diverse populations.

25

26 **Keywords:** cervical spine; alignment; radiographs; normative values; lordosis

27

28 **Internal chain of correlation of sagittal cervical alignment in asymptomatic subjects**

29

30 **INTRODUCTION**