



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA**

Eduardo Sávio de Oliveira Mariúba

**Padrões de adaptação da coluna lombar de
ortostase para o decúbito dorsal e suas relações
com lesão discal em pacientes sintomáticos**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor(a) em Cirurgia e Medicina Translacional.

Orientador: Prof. Dr. Marcone Lima Sobreira
Coorientador: Prof. Dr. Mauro dos Santos Volpi
Prof. Dr. Rui Seabra Ferreira Junior

**Botucatu
2022**

Eduardo Sávio de Oliveira Mariúba

**Padrões de adaptação da coluna lombar de
ortostase para o decúbito dorsal e suas relações
com lesão discal em pacientes sintomáticos**

Tese apresentada à Faculdade
de Medicina, Universidade
Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho”, Câmpus de
Botucatu, para obtenção do
título de Doutor(a) em Cirurgia
e Medicina Translacional.

Orientador: Prof. Dr. Marcone Lima Sobreira
Coorientador: Prof. Dr. Mauro dos Santos Volpi
Prof. Dr. Rui Seabra Ferreira Junior

Botucatu
2022

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSANGELA APARECIDA LOBO-CRB 8/7500

Mariúba, Eduardo Sávio de Oliveira.

Padrões de adaptação da coluna lombar de ortostase para o decúbito dorsal e suas relações com lesão discal em pacientes sintomáticos / Eduardo Sávio de Oliveira Mariúba. - Botucatu, 2022

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina de Botucatu

Orientador: Marcone Lima Sobreira

Coorientador: Mauro dos Santos Volpi

Coorientador: Rui Seabra Ferreira Junior

Capes: 40101186

1. Coluna vertebral. 2. Curvaturas da coluna vertebral.
3. Decúbito dorsal. 4. Osteoartrite da coluna vertebral.

Palavras-chave: Coluna vertebral; Curvaturas da coluna vertebral; Osteoartrite da coluna vertebral.

Folha de aprovação

Eduardo Sávio de Oliveira Mariúba

Padrões de adaptação da coluna lombar de ortostase para o decúbito dorsal e suas relações com lesão discal em pacientes sintomáticos

Tese apresentada à Faculdade de Medicina,
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”,
Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor.

Orientador: Prof. Dr. Marcone Lima Sobreira

Comissão examinadora

Professor Dr. Marcone Lima Sobreira
UNESP - Botucatu

Professora Dra. Lidia Raquel de Carvalho
UNESP - Botucatu

Professor Dr. David Nicoletti Gumiero
UNESP - Botucatu

Professor Dr. Julio Cesar Gali
PUC-SP

Professor Dr. Paulo Tadeu Maia Cavali

Botucatu, SP, 06 de outubro de 2022.

Dedico a realização deste trabalho à minha amada esposa Flávia e aos meus filhos, Helena e Eduardo, que são os meus maiores motivos de alegria e dedicação nessa vida. Que me deram suporte e tiveram paciência neste período de pandemia, me permitindo concluir mais esta etapa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço antes de tudo a Deus, que me permitiu ter saúde durante este período de pandemia, me dando força e motivação para poder concluir este trabalho.

Agradeço aos meus pais Domingos e Dulce, e aos meus irmãos Bianca e Jamil que sempre foram referências em minha vida.

Agradeço aos Professores Marcone Lima Sobreira, Mauro dos Santo Volpi, Emilio Carlos Curcelli, Rui Seabra Ferreira Junior e Lidia Raquel de Carvalho que me deram a mão e me ajudaram a caminhar nessa casa que é a UNESP.

Novamente, agradeço a todos os meus professores em cirurgia da coluna, que fizeram parte da minha história, que com o tempo se tornaram grandes amigos. Agradeço aos Doutores Emiliano Vialle, Augustin Malzac, Luiz Roberto Gomes Vialle, Luiz Gustavo Dal Oglio da Rocha, Ubirajara Bley Filho, Paulo Tadeu Maia Cavali, Marc Szadkowski, Markus Kröber, Henry Halm, Markus Quante, Daniel Rosenthal e vários outros professores que me auxiliaram nesse caminho tão longo de estudo e aprendizado.

Agradeço a Dra Beatriz Birelli do Nascimento, Dr Nelson Bitencourt e Dr Shen Yao Huei por me fornecerem acesso ao banco de dados de imagens do Instituto de Diagnóstico de Sorocaba, que utilizei para realizar este estudo. Agradeço também ao Dr Claudio Martins por ter me auxiliado e me fornecido detalhes de exames e equipamentos para complementar este estudo.

Em memória do grande professor e amigo, Dr Alexis Faline.

RESUMO

Desde o desenvolvimento embrionário até o fim da maturidade esquelética, a coluna e a pelve passam por modificações de alinhamento para que o indivíduo possa manter a atitude em ortostase. Para situações diferentes da ortostase, como se sentar ou se deitar, a coluna apresenta um novo alinhamento, buscando também o equilíbrio. O objetivo deste estudo foi identificar quais os padrões de adaptação que ocorrem na pelve e na coluna lombar na mudança da ortostase para o decúbito dorsal e avaliar a relação entre esse processo de adaptação e a presença de lesão discal lombar. Foram identificadas correlações e coeficientes de determinação (R^2) fortes, para os valores angulares medidos tanto em ortostase quanto em decúbito, gerando modelos propostos. Foi identificado que os segmentos proximais (L1-L4) e distais (L4-S1) da coluna lombar se comportam de forma diferente na mudança de atitude, sendo fundamentais para a adaptação em momentos distintos. Os padrões demonstraram relação com a lesão e a proteção discal, assim como manifestações específicas relacionadas aos tipos de Roussouly.

Palavras-chave: Coluna Vertebral; Curvaturas da Coluna Vertebral; Osteoartrite da Coluna Vertebral

ABSTRACT

From the beginning of fetal development until the achievement of skeletal maturity, the spine and the pelvis change their alignment so that the individual can keep the standing position. For different conditions, such as sitting or supine, the spine presents a new alignment also pursuing appropriate sagittal balance. The objective of this study was to identify which adaptation patterns occur in the pelvis and lumbar spine when someone changes from standing to the supine position and evaluate the relationship between this adaptation process and the occurrence of lumbar disc degeneration. Correlations and coefficients of determination (R^2) were identified for the measured angles as in standing as in supine, generating linear regression models. It was identified that the upper lumbar levels (L1-L4) and lower lumbar levels (L4-S1) behave differently in the change of position, being fundamental for adaptation at different moments. The identified standards demonstrated relationship with intervertebral disc injury and protection, as well as specific manifestations related to the Roussouly classification types.

Key words: Spine; Spinal Curvatures; Osteoarthritis, Spine

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Número de pacientes identificados no sistema e pacientes excluídos da avaliação e seu respectivo critério.

Figura 2 – Referências anatômicas utilizadas para realizar as medidas anatômicas. A – lordose lombar, B – lordose L1-L4, C – lordose L4-S1, D – lordose L4-L5, E – lordose L5-S1, F – declive sacral na radiografia, G – declive sacral na RMN.

Figura 3 – Modificação da angulação da lordose dos segmentos avaliados (LL, L1-L4, L4-S1, L4-L5 e L5-S1). A – Extensão, ou seja, aumento da angulação para a região posterior. B – Flexão, ou seja, redução da angulação para a região posterior.

Figura 4 – Movimento de rotação da pelve em torno da articulação coxo-femoral. A – Anteversão da pelve, movimento em que a pelve roda para anterior, em que a espinha íliaca antero-superior se desloca antero-inferiormente e o cóccix se desloca pósterio-superiormente. B – Retroversão pélvica, movimento em que a pelve roda para posterior, em que a espinha íliaca antero-inferior se desloca antero-superiormente e o cóccix se desloca antero-inferiormente.

Figura 5 – Classificação de Pfirrmann. Grau I: A estrutura do disco é homogênea, com uma intensidade de sinal branco hiperintenso brilhante e uma altura normal do disco. Grau II: A estrutura do disco não é homogênea, com um sinal branco hiperintenso. A distinção entre núcleo e ânulo é clara, e a altura do disco é normal, com ou sem faixas horizontais cinza. Grau III: A estrutura do disco não é homogênea, com uma intensidade intermediária de sinal cinza. A distinção entre núcleo e ânulo não é clara e a altura do disco é normal ou ligeiramente diminuída. Grau IV: A estrutura do disco é heterogênea, com uma intensidade de sinal cinza escuro hipointensa. A distinção entre núcleo e ânulo é perdida e a altura do disco é normal ou moderadamente reduzida. Grau V: A estrutura do disco não é homogênea, com uma intensidade de sinal preto

hipointensa. A distinção entre núcleo e ânulo é perdida, e o espaço do disco é colapsado.

Figura 6 - Classificação de Roussouly. O tipo 1 é caracterizado por declive sacral inferior a 35° . O segmento distal da lordose é mínimo e corresponde a toda a lordose e apresenta uma longa cifose toracolumbar acima. O tipo 2 é caracterizado pela presença de declive sacral inferior a 35° , com o arco inferior da lordose relativamente plano. Toda a coluna é relativamente hipolordótica e hipocifótica. O tipo 3 é caracterizado por um declive sacral entre 35° e 45° , no qual o arco inferior da lordose se torna mais proeminente e a coluna é bem equilibrada com cifose torácica e lordose lombar harmoniosas. O tipo 4 é caracterizado por declive sacral superior a 45° , o que está associado a incidência pélvica alta e o arco inferior da lordose é proeminente.

Figura 7 - Gráfico de regressão linear, valor da equação do modelo proposto e coeficiente de determinação comparando-se os valores angulares da lordose lombar e do declive sacral medidos nas radiografias.

Figura 8 - Gráfico de regressão linear, valor da equação do modelo proposto e coeficiente de determinação comparando-se os valores angulares da lordose lombar e L1-L4 medidos nas radiografias.

Figura 9 - Gráfico de regressão linear, valor da equação do modelo proposto e coeficiente de determinação comparando-se os valores angulares da lordose lombar e L4-S1 medidos nas radiografias.

Figura 10 - Gráfico de regressão linear, valor da equação do modelo proposto e coeficiente de determinação comparando-se os valores angulares do declive sacral e L1-L4 medidos nas radiografias.

Figura 11 - Gráfico de regressão linear, valor da equação do modelo proposto e coeficiente de determinação comparando-se os valores angulares da lordose lombar e do declive sacral medidos nas RMN.

Figura 12 - Gráfico de regressão linear, valor da equação do modelo proposto e coeficiente de determinação comparando-se os valores angulares da lordose lombar e de L1-L4 medidos nas RMN.

Figura 13 - Gráfico de regressão linear, valor da equação do modelo proposto e coeficiente de determinação comparando-se os valores angulares da lordose lombar e de L4-S1 medidos nas RMN.

Figura 14 - Gráfico de regressão linear, valor da equação do modelo proposto e coeficiente de determinação comparando-se os valores angulares da lordose lombar e de L4-L5 medidos nas RMN.

Figura 15 - Gráfico de regressão linear, valor da equação do modelo proposto e coeficiente de determinação comparando-se os valores angulares do declive sacral e de L1-L4 medidos nas RMN.

Figura 16 - Gráfico de regressão linear, valor da equação do modelo proposto e coeficiente de determinação comparando-se os valores angulares do declive sacral e de L4-S1 medidos nas RMN.

Figura 17 - Gráfico de regressão linear, valor da equação do modelo proposto e coeficiente de determinação comparando-se os valores angulares do declive sacral e de L4-L5 medidos nas RMN.

Figura 18 - Gráfico de regressão linear, valor da equação do modelo proposto e coeficiente de determinação comparando-se os valores de adaptação entre declive sacral e da lordose lombar.

Figura 19 - Gráfico de regressão linear, valor da equação do modelo proposto e coeficiente de determinação comparando-se os valores de adaptação entre declive sacral e L4-S1.

Figura 20 - Gráfico de regressão linear, valor da equação do modelo proposto e coeficiente de determinação comparando-se os valores de adaptação entre lordose lombar e L4-S1.

Figura 21 - Gráfico de regressão linear, valor da equação do modelo proposto e coeficiente de determinação comparando-se os valores de adaptação entre lordose lombar e L5-S1.

Figura 22 - Interpretações finais do estudo em resumo.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valor médio e desvio padrão das angulações medidas nas radiografias e nas RMN e o quanto cada segmento correspondeu em % da lordose lombar total.

Tabela 2 - Correlação entre os valores angulares medidos entre declive sacral e lordose lombar, as demais medidas e entre si em ortostase (radiografia) e em decúbito dorsal (RMN).

Tabela 3 - Regressão linear e modelos propostos para a relação entre os valores angulares medidos nas radiografias e seus coeficientes de determinação.

Tabela 4 – Regressão linear e modelos propostos para a relação entre os valores angulares medidos nas RMN e seus coeficientes de determinação.

Tabela 5 - Variações do valor dos ângulos medidos entre os pacientes em ortostase (radiografias) e em decúbito dorsal (RMN) e suas significâncias estatística.

Tabela 6 - Correlação entre as mudanças dos valores angulares medidos entre declive sacral e lordose lombar e as demais medidas, e entre si.

Tabela 7 – Regressão linear e modelos propostos para a relação entre os valores dos padrões de adaptação que ocorre ao se mudar de ortostase (radiografia) para decúbito dorsal (RMN) e seus coeficientes de determinação.

Tabela 8 - Comparação dos subgrupos que apresentaram redução ou aumento de suas angulações, dentro dos grupos que apresentaram redução de suas angulações.

Tabela 9 - Comparação dos subgrupos que apresentaram redução ou aumento de suas angulações, dentro dos grupos que apresentaram aumento de suas angulações.

Tabela 10 - Avaliação dos grupos de adaptação da coluna lombossacra em decúbito dorsal e sua relação com a presença ou não de qualquer lesão discal nos segmentos de L1 a S1, e a presença de lesão nos discos

L4-L5 ou L5-S1.

Tabela 11 - Presença de lesão discal em qualquer nível lombar, nos níveis L4-L5 ou L5-S1 associada ou não a outras lesões, nos grupos em que o declive sacral, a lordose lombar e L1-L4 tiveram seus valores reduzidos em decúbito dorsal.

Tabela 12 - Presença de lesão discal em qualquer nível lombar, nos níveis L4-L5 ou L5-S1 associada ou não a outras lesões, nos grupos em que o declive sacral, a lordose lombar e L1-L4 tiveram seus valores aumentados em decúbito dorsal.

Tabela 13 - Número de pacientes que apresentavam lesão em qualquer disco lombar e o grupo que não apresentava nenhuma lesão, divididos de acordo com a classificação de Roussouly

Tabela 14 - Comparação dos grupos de Roussouly com declive sacral < 35 graus (Roussouly 1 + Roussouly 2) e os grupos de declive sacral > 35 graus (Roussouly 3 + Roussouly 4) e os padrões de adaptação da coluna lombar.

Tabela 15 - Quantidade de pacientes pertencentes a cada grupo de Roussouly que se encontrava em cada grupo de padrão da adaptação e a significância ao se comparar os grupos que apresentaram aumento / diminuição para cada variável.

Tabela 16 - Relação entre o número de pacientes de cada grupo e os tipos de Roussouly. A significância é relacionada a comparação entre o total de pacientes que apresentavam os tipos Roussouly 1 e 2 e os tipos Roussouly 3 e 4.

Tabela 17 - Média e desvio-padrão dos valores médios de cada medida realizada nos grupos com e sem lesão discal em qualquer nível lombar.

Tabela 18 - Comparação realizada entre a idade dos pacientes e grupos de adaptação dos segmentos da coluna lombar e os grupos com ou sem presença de lesão discal.

Tabela 19 - Comparação demonstrando que não houve significância estatística entre os sexos masculino e feminino nas características

avaliadas (presença ou ausência de lesão discal, aumento ou redução de valores dos segmentos avaliados).

LISTA DE ABREVIATURAS

Fator de proteção – situação em que se identifica de forma significativa uma menor prevalência de lesão discal em determinado disco avaliado.

Rx / Raiox – radiografia.

RMN – ressonância magnética nuclear.

DS – declive sacral, ângulo medido entre uma reta paralela ao platô superior do corpo vertebral de S1 e uma reta horizontal.

LL – ângulo da lordose lombar medido entre uma reta paralela ao platô superior do corpo vertebral de L1 e uma reta paralela ao platô superior de S1.

L1-L4 – ângulo medido no segmento L1-L4, tendo como referência uma reta paralela ao platô superior do corpo vertebral de L1 e uma reta paralela ao platô superior do corpo vertebral de L4. Corresponde ao segmento da lordose lombar proximal.

L4-S1 – ângulo medido no segmento L4-S1, tendo como referência uma reta paralela ao platô superior do corpo vertebral de L4 e uma reta paralela ao platô superior do corpo vertebral de S1. Corresponde ao segmento da lordose lombar distal.

L4-L5 - ângulo medido no segmento L4-L5, tendo como referência uma reta paralela ao platô superior do corpo vertebral de L4 e uma reta paralela ao platô superior do corpo vertebral de L5.

L5-S1 - ângulo medido no segmento L5-S1, tendo como referência uma reta paralela ao platô superior do corpo vertebral de L5 e uma reta paralela ao platô superior do corpo vertebral de S1.

Grupo ou padrão primário – conjunto principal avaliado. Angulação avaliada primariamente nos pacientes, podendo apresentar aumento, quando o ângulo medido em decúbito dorsal é maior do que o ângulo medido em ortostase, ou redução, quando ocorre o oposto.

Subgrupo ou padrão secundário – conjunto secundário avaliado. Angulação avaliada dentro de um grupo específico. Também podem

apresentar aumento ou redução, porém apenas dos indivíduos pertencentes a um determinado grupo.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	15
2.	OBJETIVO	18
3.	MATERIAIS E MÉTODOS	19
4.	RESULTADOS	27
4.1.	VALORES ANGULARES	27
4.2.	PADRÕES DE ADAPTAÇÃO	35
4.3.	PRESENÇA DE DEGENERAÇÃO DISCAL	42
5.	DISCUSSÃO	54
6.	CONCLUSÃO	63
7.	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS	65

1.INTRODUÇÃO

A lordose lombar começa a se desenvolver em todos os fetos na região lombossacra, não havendo relação entre seu tamanho e a idade gestacional ¹, ocorrendo um maior desenvolvimento até os 3 anos de idade e aumentando até a puberdade ^{2,3}. Ela é constituída pela angulação dos discos e dos corpos vertebrais ^{4, 5}, sendo que o somatório da angulação dos discos contribui com a maior parte ⁶ (89% ⁵).

Dos 3 aos 15 anos, o crescimento vertebral lombar anterior excede o posterior ⁷. O acunhamento lordótico do corpo vertebral dos meninos é inicialmente maior, sendo ultrapassado progressivamente pelo acunhamento vertebral das meninas. A lordose discal é semelhante entre os sexos ^{4, 5, 8}. A diferença entre a altura anterior e posterior do corpo vertebral foi reconhecida há mais de um século por Cunningham ⁹.

A lordose encontrada é progressiva de L1 a S1, sendo que os 3 níveis lombares proximais contribuem menos nas crianças ⁷. O corpo vertebral lombar proximal é cifótico, sendo neutro em L3 e lordótico na lombar distal ¹⁰. O segmento L1-L2 quase não contribui com a lordose, L2-L4 contribui com 50% e L5-S1 com 50% ¹¹. Na criança os dois níveis distais correspondem a 3/4 da lordose, enquanto no adulto corresponde a 2/3 ⁷.

Durante o estirão do crescimento, dos 10 aos 12 anos, a cifose global tem uma redução e a lordose global tem um aumento abrupto e por isso que quando comparadas aos adultos, as crianças têm cifose maior e lordose menor ⁷. A linha de prumo de C7 encontra-se anterior a linha axial do quadril e centro do platô sacral em 29% das crianças dos 3 aos 10 anos de idade, deslocando-se posteriormente e reduzindo para 14% nos maiores de 18 anos, sendo que o deslocamento progressivo da linha de prumo de C7 para anterior é patológico ¹².

Nas crianças em crescimento, o sexo feminino tem o ápice da lordose lombar mais distal ⁷ e a lordose é mais proeminente ¹³ do que o

sexo masculino.

Sentar-se, ficar em pé e caminhar provavelmente não são de fundamental importância até agora acreditada para o desenvolvimento da lordose lombar persistente, pois até crianças que nunca assumem a posição ereta também a desenvolvem em tempo e formato semelhantes ³, sendo difícil determinar o papel separado da genética e da postura ereta para a formação da lordose ¹.

Acredita-se que há relação da lordose e o sexo ^{2, 4, 14, 15, 16}, a idade ^{2, 15, 16, 17}, o Índice de Massa Corporal, a gravidez, a etnia, características familiares e a prática de esportes ².

Já se justificou que a lordose feminina parece maior porque o canal vertebral lombar proximal se localiza mais posteriormente comparado ao canal vertebral lombar distal ¹⁸, com maior excursão entre L3-L4, resultando em maior extensão do corpo superior nas mulheres do que nos homens ¹⁹.

Durante a gravidez ocorre extensão dos quadris e da coluna lombar para compensação da mudança da carga ¹⁹ e a inflexão da coluna lombar em decúbito desce de L3-L4 para L4-L5 e da coluna torácica sobe de T8 para T6-T7 ²⁰.

A coluna vertebral apresenta um desenvolvimento e adaptação progressivos até o fim do crescimento esquelético para estabelecer suas características já muito bem definidas pelos estudos do equilíbrio sagital ^{21, 22, 23, 24}. Porém suas adaptações, que ocorrem quando se faz uma mudança de atitude, a coluna se modifica e altera suas relações com as estruturas adjacentes e internamente, como visto por exemplo ao se sentar. As mudanças patológicas, como no caso da instabilidade, resultam em uma resposta anormal a cargas fisiológicas, com rigidez espinhal reduzida e maior mobilidade ²⁵, com um padrão inadequado em translação ou rotação ²⁶, sendo diferente das situações fisiológicas de adaptação assintomática.

Reconhecendo-se todas essas mudanças que ocorrem no

alinhamento sagital das vértebras ao longo do desenvolvimento do esqueleto surgiu a dúvida sobre qual é a mudança das relações entre as vértebras que ocorre ao se mudar de postura da ortostase para o decúbito dorsal e mesmo assim se mantém um equilíbrio fisiológico e indolor, e se essas mudanças geram alguma sobrecarga local que pode resultar em degeneração do disco intervertebral.

2. OBJETIVO

O objetivo deste estudo foi avaliar os padrões de adaptação primários e secundários dos segmentos da coluna lombar, de toda a coluna lombar e do sacro, quando o indivíduo muda da posição ortostática para o decúbito dorsal por meio de exames radiográficos e ressonâncias magnéticas. O objetivo secundário foi relacionar esses padrões de adaptação a presença ou não de lesão discal.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram avaliados exames de imagem de radiografia (RX) e ressonância magnética nuclear (RMN) entre os meses de janeiro de 2018 a setembro de 2020 em uma clínica privada de imagens na cidade de Sorocaba-SP (IDS - Instituto de Diagnóstico de Sorocaba). Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina de Botucatu – UNESP com o parecer número 4.288.223 de 20/09/2020 e houve a dispensa do termo de consentimento livre esclarecido devido ao estudo apenas avaliar exames de imagem já contidas no prontuário.

Foram utilizados os equipamentos TD500HF-CFB/40 para a realização das radiografias e os equipamentos SIEMENS Magnetom Essenza 1,5T NUMARIS/4 MR 171302 SYNGO MR E11, SIEMENS Magnetom Spectra 3 T NUMARIS/ VE 11 M SYNGO MR E11 (Siemens Healthcare, Erlangen, Germany) e RM GE 1,5 T EXPLORER Upgrade Signa HD (GE Healthcare) para a realização dos exames de ressonância magnética nuclear.

As radiografias das colunas lombossacras foram feitas da seguinte forma: Antero-posterior (AP) – paciente em ortostase com os membros superiores laterais ao corpo com o raio centrado na linha média do corpo na altura da crista ilíaca / Perfil (P) – paciente em ortostase com as mãos elevadas anteriormente na altura dos ombros e raio centrado a 2 cm distal a crista ilíaca e deslocado 1-2 cm posteriormente da linha média do corpo. Os pacientes sempre estavam com os quadris e joelhos estendidos, descalços, e a distância entre o receptor e o aparelho de radiografia era de 1,5 metros, sendo este exame utilizado para as medidas de referência. A radiografia antero-posterior foi utilizado para se identificar escolioses e vértebras transicionais. Para a realização do exame de ressonância magnética nuclear, o paciente encontrava-se em decúbito dorsal horizontal e com os joelhos e quadris estendidos, sendo utilizadas estas medidas como padrão de adaptação. Todas as medidas realizadas

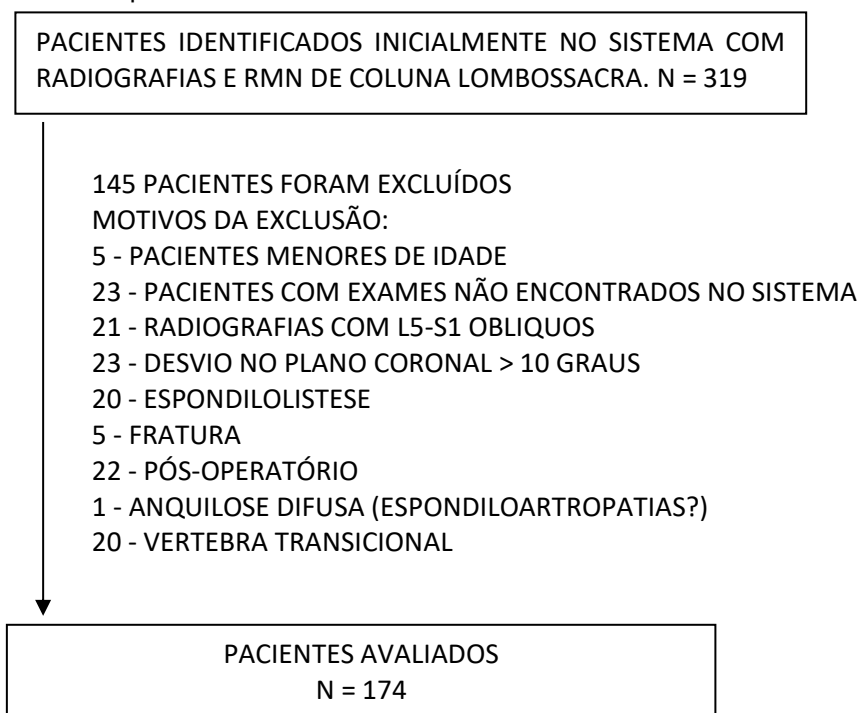
na RMN foram feitas no corte da linha média sagital ²⁷ em T2 ²⁸. Os exames foram medidos por um avaliador, autor do trabalho, cirurgião de coluna, com mais de 5 anos de experiência na área, sendo utilizado o software Arya (PACS Aurora v.21.8.2). Os exames foram todos medidos no computador.

Foram incluídos no estudo somente exames que já estavam no banco de imagens anteriormente ao início do estudo. Nenhum exame foi realizado apenas com a finalidade de coleta de dados por este estudo.

Para participar do estudo e ter seus dados coletados, o paciente deveria ser maior de idade (>18 anos) e as radiografias deveriam ter qualidade técnica apropriada (não poderiam apresentar obliquidade nos platôs superiores de L1 ou S1).

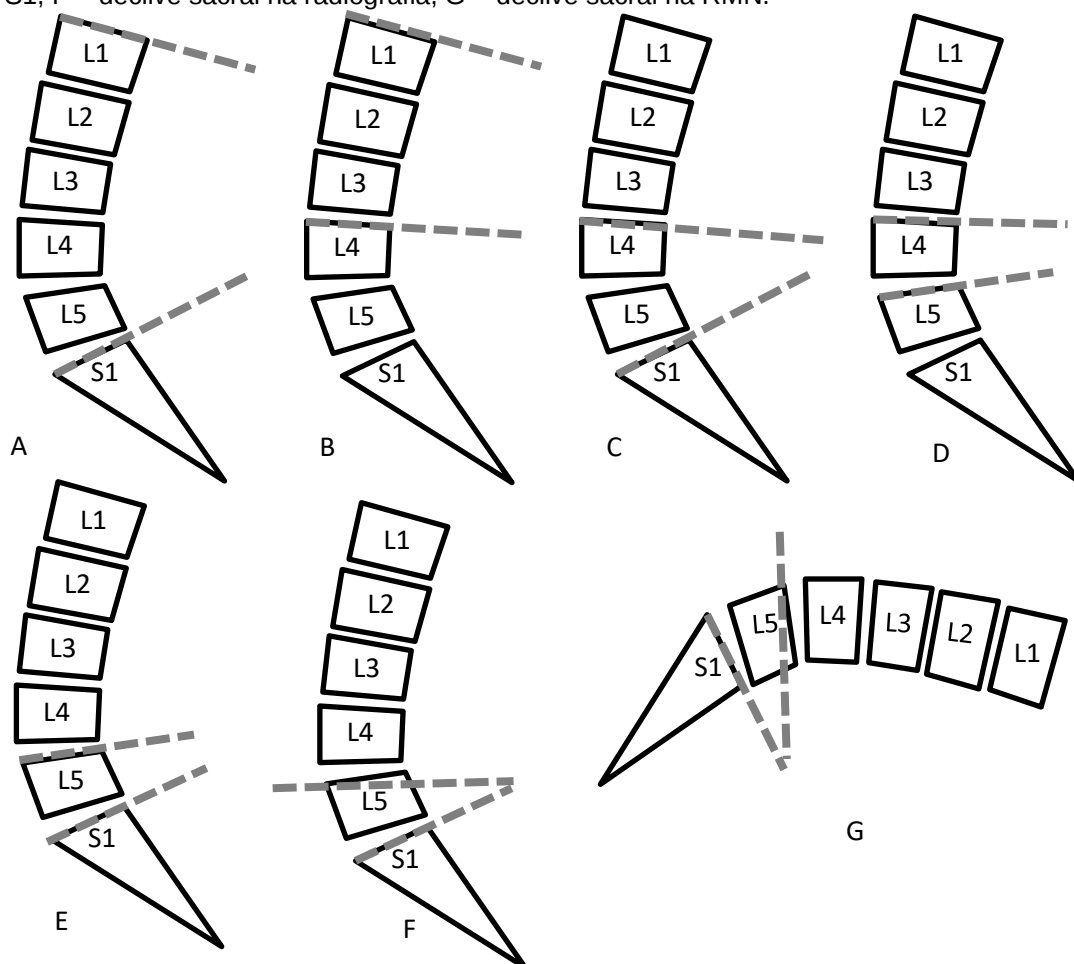
Foram excluídos do estudo pacientes que apresentavam escoliose (desvio no plano coronal > 10 graus), espondilolistese, fraturas em qualquer vértebra visível nos exames ²⁹, sinais de cirurgia prévia, sinais de infecção, neoplasia, anquilose difusa do ligamento longitudinal anterior e vértebras transicionais em L5 ou S1.

Figura 1 – Número da pacientes identificados no sistema e pacientes excluídos da avaliação e seu respectivo critério.



As vértebras lombares são nomeadas de L1 a L5 de proximal para distal e a vértebra sacral mais proximal é a S1. Foram realizadas as seguintes medidas (em graus): lordose lombar (ângulo da lordose lombar medido entre uma reta paralela ao platô superior do corpo vertebral de L1 e uma reta paralela ao platô superior de S1 ³⁰, correspondendo a lordose lombar total – figura 1A), lordose L1-L4 (ângulo medido no segmento L1-L4, tendo como referência uma reta paralela ao platô superior do corpo vertebral de L1 e uma reta paralela ao platô superior do corpo vertebral de L4, correspondendo ao segmento da lordose lombar proximal – figura 1B), lordose L4-S1 (ângulo medido no segmento L4-S1, tendo como referência uma reta paralela ao platô superior do corpo vertebral de L4 e uma reta paralela ao platô superior do corpo vertebral de S1, correspondendo ao segmento da lordose lombar distal – figura 1C), lordose L4-L5 (ângulo medido no segmento L4-L5, tendo como referência uma reta paralela ao platô superior do corpo vertebral de L4 e uma reta paralela ao platô superior do corpo vertebral de L5 – figura 1D), lordose L5-S1 (ângulo medido no segmento L5-S1, tendo como referência uma reta paralela ao platô superior do corpo vertebral de L5 e uma reta paralela ao platô superior do corpo vertebral de S1 - figura 1E), e o declive sacral ³¹ (ângulo medido entre uma reta paralela ao platô superior do corpo vertebral de S1 e uma reta horizontal – figura 1F, e entre o platô superior de S1 e uma reta na vertical na ressonância – figura 1G). Excluindo-se o declive sacral, todas as medidas foram feitas de forma semelhante na radiografia e na RMN.

Figura 2 – Referências anatômicas utilizadas para realizar as medidas anatômicas. A – lordose lombar, B – lordose L1-L4, C – lordose L4-S1, D – lordose L4-L5, E – lordose L5-S1, F – declive sacral na radiografia, G – declive sacral na RMN.



Fonte: material elaborado pelo autor.

Ao se comparar os valores obtidos entre a radiografia e a RMN foi gerada a seguinte variável:

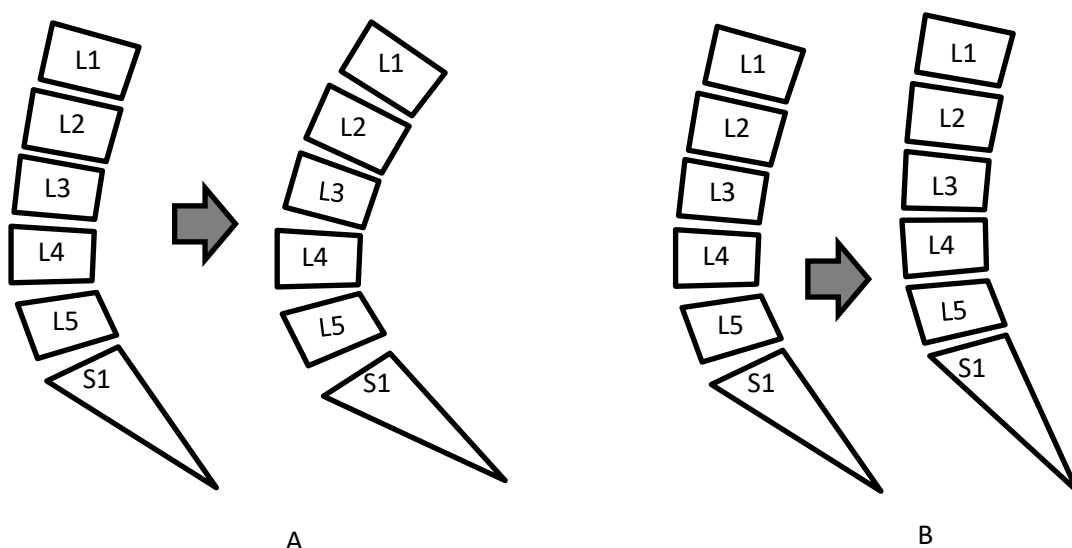
1 – Variação do valor angular do segmento, que corresponde à medida em graus do segmento realizada na RMN (em decúbito dorsal) dividida pela medida em graus do segmento realizada na radiografia em perfil (em ortostase).

Nos casos em que a variação do valor angular do segmento era > 1 significava que o valor angular obtido em decúbito dorsal (RMN) era maior do que o valor obtido em ortostase (radiografia). Significando, portanto, que os segmentos LL (lordose lombar total), L1-L4, L4-S1, L4-L5

e L5-S1 sofriam uma extensão (aumento do valor angular, devido à um aumento de sua curvatura para a região posterior ao se deitar) – Figura 2A.

Nos casos em que a variação do valor angular do segmento era < 1 significava que o valor angular obtido em decúbito dorsal (RMN) era menor do que o valor obtido em ortostase (radiografia). Significando, portanto, que os segmentos LL (lordose lombar total), L1-L4, L4-S1, L4-L5 e L5-S1 sofriam uma flexão (redução do valor angular, devido à uma redução de sua curvatura para a região anterior ao se deitar) – Figura 2B.

Figura 3 – Modificação da angulação da lordose dos segmentos avaliados (LL, L1-L4, L4-S1, L4-L5 e L5-S1). A – Extensão, ou seja, aumento da angulação para a região posterior. B – Flexão, ou seja, redução da angulação para a região posterior.

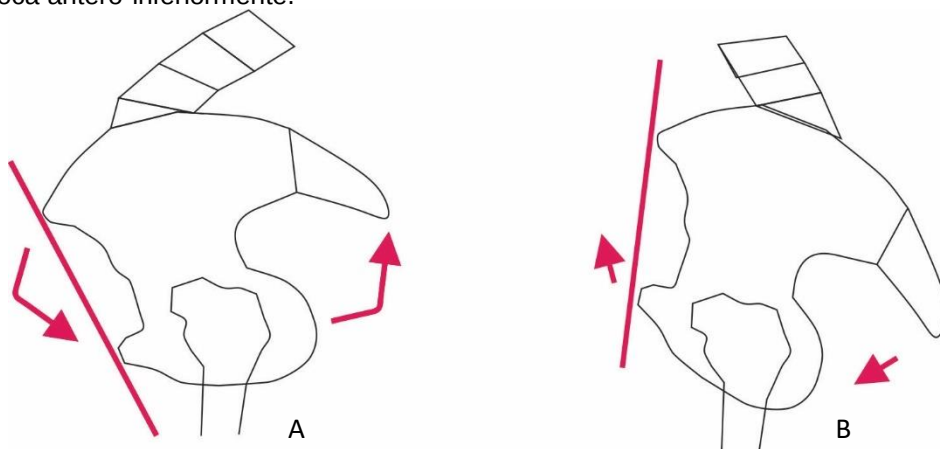


Fonte: material elaborado pelo autor.

A única medida que apresentava um significado diferente, era o declive sacral. Caso fosse encontrado um aumento do valor absoluto do declive sacral medido em decúbito dorsal (RMN) comparado ao declive sacral medido em ortostase (radiografia), ou seja, valor >1 , significava que a pelve do paciente sofreu uma rotação anterior, anteversão pélvica - figura 3A. E, caso fosse encontrado uma redução do valor absoluto do declive sacral medido em decúbito dorsal (RMN) comparado ao declive

sacral medido em ortostase (radiografia), ou seja, valor <1 , significava que a pelve do paciente sofreu uma rotação posterior, retroversão pélvica – figura 3B. ³²

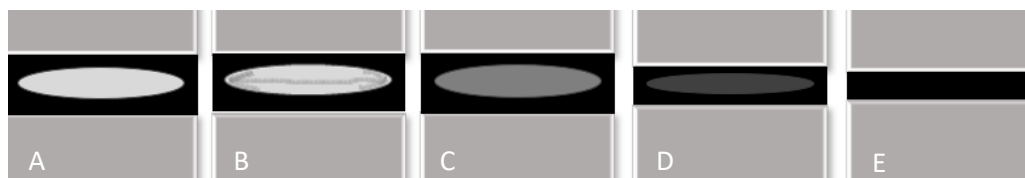
Figura 4 – Movimento de rotação da pelve em torno da articulação coxo-femoral. A – Anteversão da pelve, movimento em que a pelve roda para anterior, em que a espinha ílica antero-superior se desloca antero-inferiormente e o cóccix se desloca pósterio-superiormente. B – Retroversão pélvica, movimento em que a pelve roda para posterior, em que a espinha ílica antero-inferior se desloca antero-superiormente e o cóccix se desloca antero-inferiormente.



Fonte: material elaborado pelo autor.

Foi utilizada a classificação de Pfirrmann e cols ³³ para se graduar a degeneração discal. (Figura 4)

Figura 5 – Classificação de Pfirrmann. Grau I: A estrutura do disco é homogênea, com uma intensidade de sinal branco hiperintenso brilhante e uma altura normal do disco. Grau II: A estrutura do disco não é homogênea, com um sinal branco hiperintenso. A distinção entre núcleo e ânulo é clara, e a altura do disco é normal, com ou sem faixas horizontais cinza. Grau III: A estrutura do disco não é homogênea, com uma intensidade intermediária de sinal cinza. A distinção entre núcleo e ânulo não é clara e a altura do disco é normal ou ligeiramente diminuída. Grau IV: A estrutura do disco é heterogênea, com uma intensidade de sinal cinza escuro hipointensa. A distinção entre núcleo e ânulo é perdida e a altura do disco é normal ou moderadamente reduzida. Grau V: A estrutura do disco não é homogênea, com uma intensidade de sinal preto hipointensa. A distinção entre núcleo e ânulo é perdida, e o espaço do disco é colapsado.

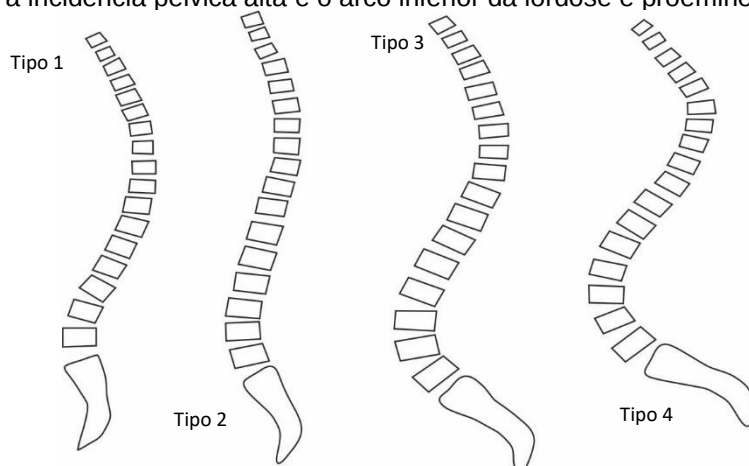


Fonte: Material elaborado pelo autor.

Para se avaliar se os padrões de adaptação influenciavam na degeneração discal, os pacientes foram divididos em 2 grupos: ausência ou presença de lesão discal. O grupo ausência de lesão discal incluiu pacientes que apresentavam degeneração discal de Pfirrmann I a IV, que não diferenciavam em mais de um grau nesta escala entre os níveis adjacentes, e não apresentavam protusões, extrusões ou abaulamento discais difusos em qualquer nível entre L1 e S1. O grupo presença de lesão discal apresentava pelo menos um disco com degeneração Pfirrmann V, protusão, extrusão ou abaulamento discal difuso em um ou mais níveis avaliados, ou um disco com mais de um grau de intervalo na classificação de Pfirrmann em relação aos discos adjacentes.

Foi também utilizada a classificação de Roussouly ³⁴ que classifica os padrões das curvaturas lombares em relação a angulação do declive sacral (Figura 5).

Figura 6 - Classificação de Roussouly. O tipo 1 é caracterizado por declive sacral inferior a 35°. O segmento distal da lordose é mínimo e corresponde a toda a lordose e apresenta uma longa cifose toracolombar acima. O tipo 2 é caracterizado pela presença de declive sacral inferior a 35°, com o arco inferior da lordose relativamente plano. Toda a coluna é relativamente hipolordótica e hipocifótica. O tipo 3 é caracterizado por um declive sacral entre 35° e 45°, no qual o arco inferior da lordose se torna mais proeminente e a coluna é bem equilibrada com cifose torácica e lordose lombar harmoniosas. O tipo 4 é caracterizado por declive sacral superior a 45°, o que está associado a incidência pélvica alta e o arco inferior da lordose é proeminente.



Fonte: material elaborado pelo autor.

Para estudo das correlações entre as variáveis foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson. Foram realizadas também regressões lineares. Para comparações de médias foi utilizado o teste t de Student. O nível de significância utilizado foi de 5%. Foi realizado o cálculo de poder estatístico e tamanho amostral usando como referência o declive sacral medido na radiografia e o valor obtido foi superior a 86%.

4. RESULTADOS

Foram avaliados os exames de 174 pacientes com média de idade de 44 ($\pm 10,7$) anos, sendo 100 do sexo feminino.

4.1 VALORES ANGULARES

Os valores angulares medidos inicialmente em ortostase e em decúbito dorsal podem ser encontrados na tabela 1.

Tabela 1 – Valor médio e desvio padrão das angulações medidas nas radiografias e nas RMN e o quanto cada segmento correspondeu em porcentagem da lordose lombar total.

Segmento medido	Angulação Radiografia	% do nível na LL (RX)	Angulação RMN	% do nível na LL (RMN)
Declive sacral	$38,7 \pm 8,9^\circ$ *		$35,6 \pm 7,4^\circ$	
Lordose lombar	$55,9 \pm 11,9^\circ$ *		$44,0 \pm 10^\circ$	
L1-L4	$19,3 \pm 9^\circ$ *	$33,2 \pm 13,6\%$	$10,5 \pm 6,8^\circ$	$22,1 \pm 13,8\%$ *
L4-S1	$36,6 \pm 7,5^\circ$ *	$66,8 \pm 13,6\%$	$33,5 \pm 6,5^\circ$	$78 \pm 13,9\%$ *
L4-L5	$14,0 \pm 5^\circ$ *	$25,2 \pm 8,2\%$	$11,3 \pm 5,3^\circ$	$25,5 \pm 10\%$
L5-S1	$22,7 \pm 6,7^\circ$	$41,6 \pm 13\%$	$22,2 \pm 5,8^\circ$	$52,4 \pm 15,5\%$ *

* Valores cujas diferenças apresentam significância estatística $p < 0,001$.

Foi obtido que os valores angulares são em média sempre maiores nas radiografias do que nas RMN, sendo que a diferença não foi significativa apenas para L5-S1.

Nas radiografias, em média, L1-L4 correspondeu a $33,2 \pm 13,6\%$ da

lordose lombar total, L4-S1 a $66,8 \pm 13,6\%$, L4-L5 a $25,2 \pm 8,2\%$ e L5-S1 a $41,6 \pm 13\%$.

Nas RMN, em média, L1-L4 correspondeu a $22,1 \pm 13,8\%$ da lordose lombar total, L4-S1 a $78 \pm 13,9\%$, L4-L5 a $25,5 \pm 10\%$ e L5-S1 a $52,4 \pm 15,5\%$.

A variação da contribuição na lordose total, foi significativa para L1-L4, L4-S1 e L5-S1 ($p < 0,001$), sendo que destes somente L1-L4 reduziu sua porcentagem de contribuição da lordose total ao ficar em posição supina.

A seguir foram comparados os valores angulares do declive sacral e lordose lombar aos demais valores medidos e entre si.

Tabela 2 - Correlação entre os valores angulares medidos entre declive sacral e lordose lombar, as demais medidas e entre si em ortostase (radiografia) e em decúbito dorsal (RMN).

	Declive sacral	Lordose Lombar
Lordose Lombar		
Ortostase	0,814*	
Decúbito dorsal	0,901*	
L1-L4		
Ortostase	0,598*	0,777*
Decúbito dorsal	0,597*	0,760
L4-S1		
Ortostase	0,576*	0,655*
Decúbito dorsal	0,749*	0,729*
L4-L5		
Ortostase	0,493	0,494
Decúbito dorsal	0,587*	0,595*
L5-S1		
Ortostase	0,278	0,366
Decúbito dorsal	0,306	0,277

* Valores com correlação moderada ou forte.

Foram identificadas correlações moderadas e fortes entre as medidas do declive sacral e da lordose lombar entre si e com as medidas angulares L1-L4 e L4-S1 em ambos os exames e com L4-L5 na RMN. As maiores correlações foram para a lordose lombar em quase todas as situações.

Ao se comparar as medidas nas duas atitudes foi identificada correlação moderada ou forte entre a medida da lordose em ortostase e a lordose em decúbito dorsal apenas ($R=0,747$).

Ao se utilizar regressão linear simples obteve-se que o modelo proposto foi adequado para se descrever a relação entre os seguintes ângulos medidos nas radiografias conforme demonstrados na Tabela 3. Foi novamente feita a comparação entre todas as medidas. Os coeficientes de determinação com maiores valores foram identificados para a relação entre lordose lombar e declive sacral, L1-L4 e L4-S1.

Tabela 3. Regressão linear e modelos propostos para a relação entre os valores angulares medidos nas radiografias e seus coeficientes de determinação.

Radiografias (ortostase)		
Mediadas comparadas	Equação	R ²
LL x DS (figura 7)	$y = 0,6101x + 4,615$	R² = 0,6636 *
LL x L1-L4 (figura 8)	$y = 0,5876x - 13,559$	R² = 0,6048*
LL x L4-S1 (figura 9)	$y = 0,4124x + 13,559$	R² = 0,4299*
LL x L4-L5	$y = 0,2064x + 2,4296$	R ² = 0,2447
LL x L5-S1	$y = 0,206x + 11,129$	R ² = 0,1343
DS x L1-L4 (figura 10)	$y = 0,5933x + 27,283$	R ² = 0,3582
DS x L4-S1	$y = 0,6861x + 13,606$	R ² = 0,332
DS x L4-L5	$y = 0,8855x + 26,36$	R ² = 0,2433
DS x L5-S1	$y = 0,3711x + 30,325$	R ² = 0,0776

* Coeficientes de determinação significativos

Figura 7 - Gráfico de regressão linear, valor da equação do modelo proposto e coeficiente de determinação comparando-se os valores angulares da lordose lombar e do declive sacral medidos nas radiografias.

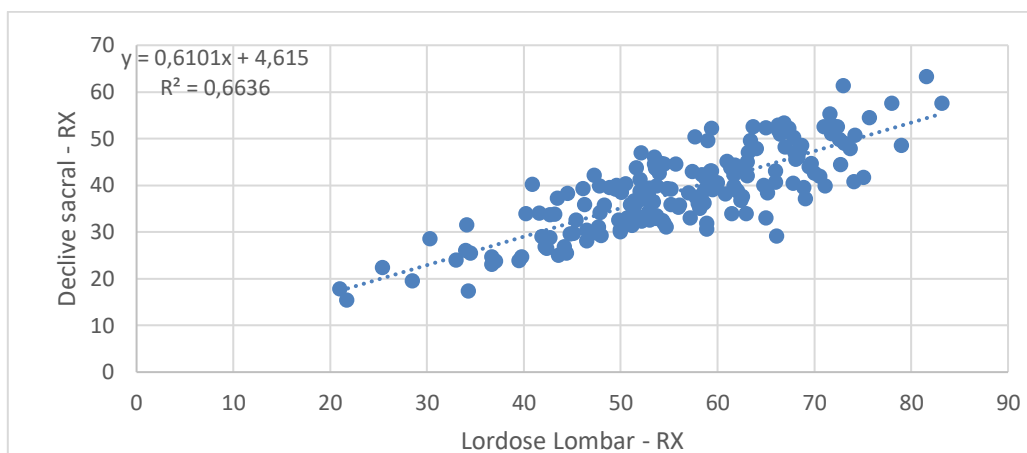


Figura 8 - Gráfico de regressão linear, valor da equação do modelo proposto e coeficiente de determinação comparando-se os valores angulares da lordose lombar e L1-L4 medidos nas radiografias.

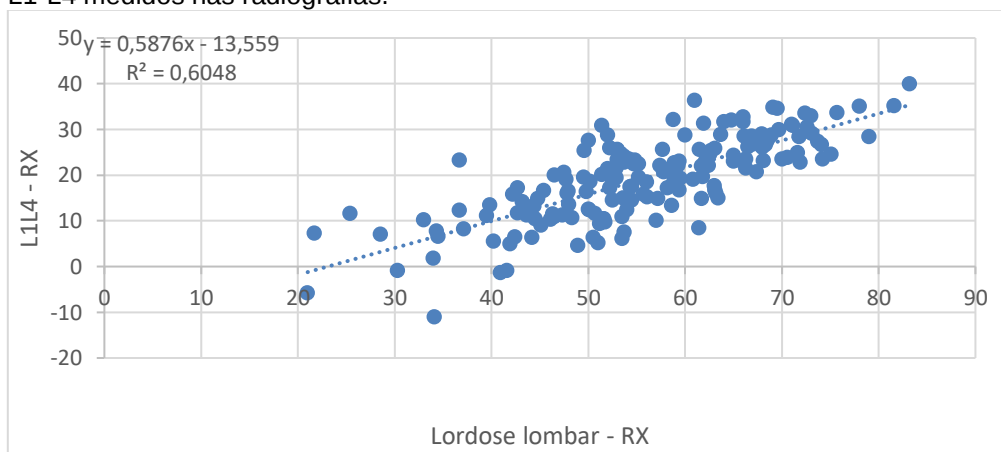


Figura 9 - Gráfico de regressão linear, valor da equação do modelo proposto e coeficiente de determinação comparando-se os valores angulares da lordose lombar e L4-S1 medidos nas radiografias.

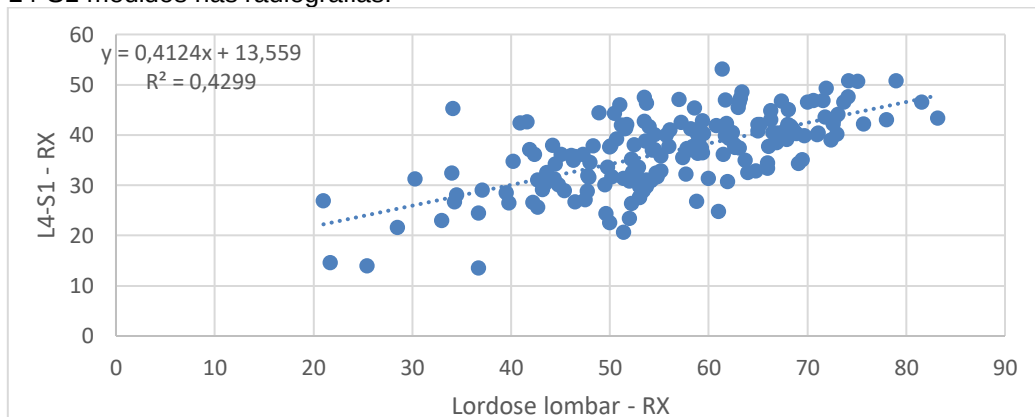
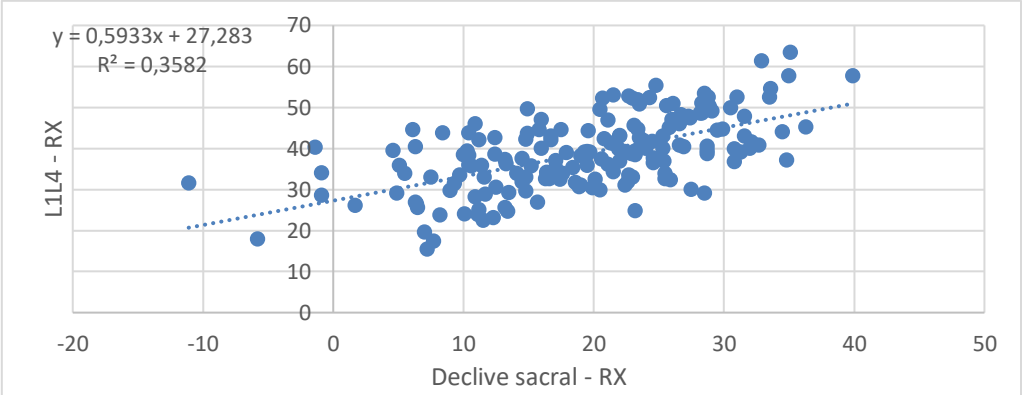


Figura 10 - Gráfico de regressão linear, valor da equação do modelo proposto e coeficiente de determinação comparando-se os valores angulares do declive sacral e L1-L4 medidos nas radiografias.



Ao se utilizar regressão linear simples obteve-se que o modelo proposto foi adequado para se descrever a relação entre os seguintes ângulos medidos nas RMN conforme demonstrados na tabela 4. Foi novamente feita a comparação entre as medidas declive sacral e lordose lombar e as demais medidas e entre si. Os coeficientes de determinação com maiores valores foram identificados para a relação entre lordose lombar e declive sacral, L1-L4 e L4-S1 e, entre declive sacral e L4-S1.

Tabela 4 – Regressão linear e modelos propostos para a relação entre os valores angulares medidos nas RMN e seus coeficientes de determinação.

RMN (decúbito dorsal)		
LL x SS (figura 11)	$y = 0,6685x + 6,1712$	$R^2 = 0,8125 *$
LL x L1-L4 (figura 12)	$y = 0,5212x - 12,449$	$R^2 = 0,5782 *$
LL x L4-S1 (figura 13)	$y = 0,4748x + 12,653$	$R^2 = 0,532 *$
LL x L4-L5 (figura 14)	$y = 0,3134x - 2,4469$	$R^2 = 0,3544$
LL x L5-S1	$y = 0,1614x + 15,099$	$R^2 = 0,0768$
DS x L1-L4 (figura 15)	$y = 0,5519x - 9,1594$	$R^2 = 0,3566$
DS x L4-S1 (figura 16)	$y = 0,6578x + 10,137$	$R^2 = 0,5616 *$
DS x L4-L5 (figura 17)	$y = 0,4171x - 3,4977$	$R^2 = 0,3451$
DS x L5-S1	$y = 0,2407x + 13,634$	$R^2 = 0,0939$

* Coeficientes de determinação significativos

Figura 11 - Gráfico de regressão linear, valor da equação do modelo proposto e coeficiente de determinação comparando-se os valores angulares da lordose lombar e do declive sacral medidos nas RMN.

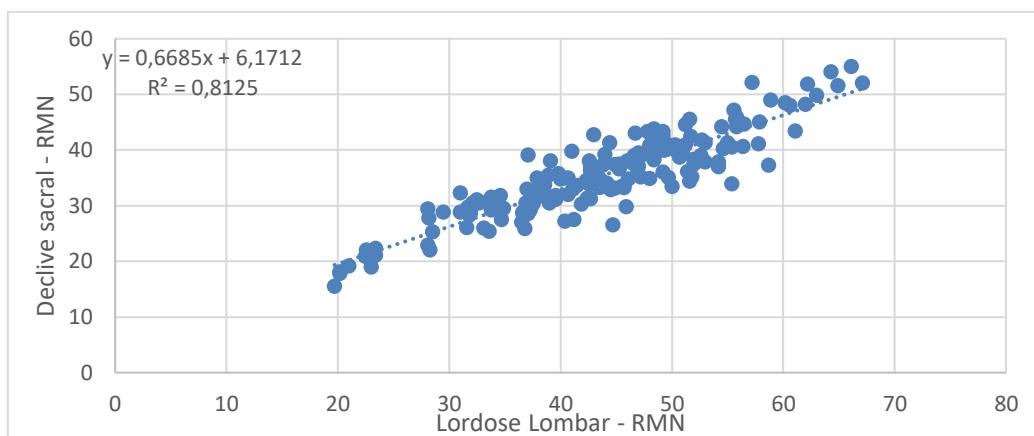


Figura 12 - Gráfico de regressão linear, valor da equação do modelo proposto e coeficiente de determinação comparando-se os valores angulares da lordose lombar e de L1-L4 medidos nas RMN.

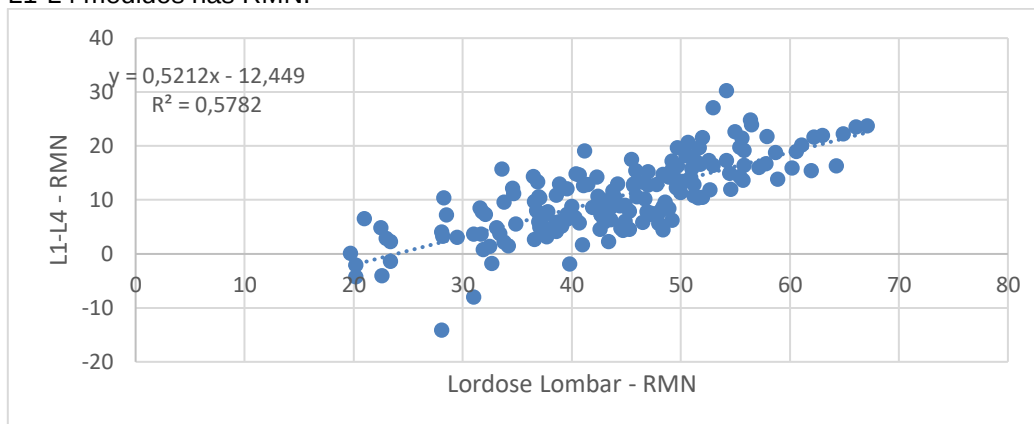


Figura 13 - Gráfico de regressão linear, valor da equação do modelo proposto e coeficiente de determinação comparando-se os valores angulares da lordose lombar e de L4-S1 medidos nas RMN.

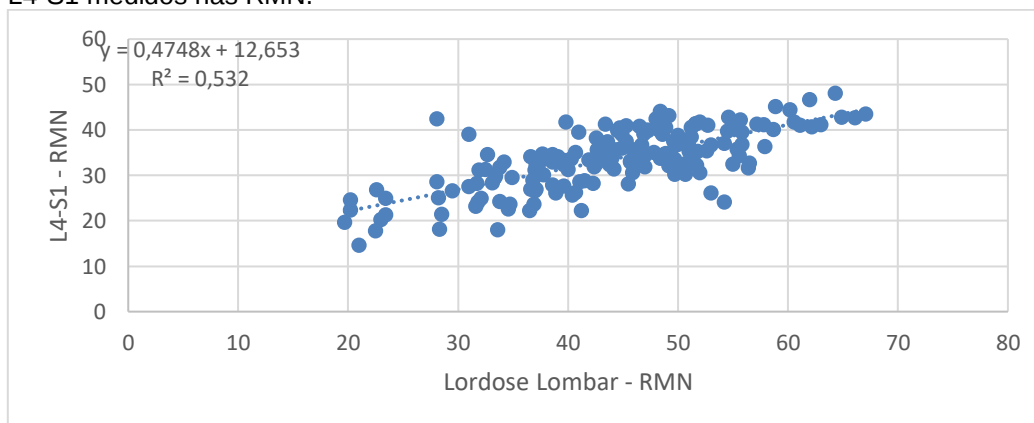


Figura 14 - Gráfico de regressão linear, valor da equação do modelo proposto e coeficiente de determinação comparando-se os valores angulares da lordose lombar e de L4-L5 medidos nas RMN.

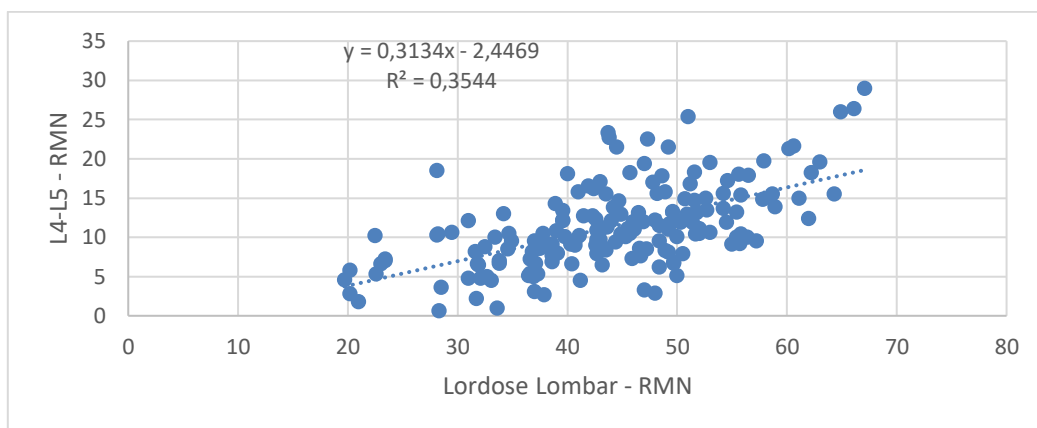


Figura 15 - Gráfico de regressão linear, valor da equação do modelo proposto e coeficiente de determinação comparando-se os valores angulares do declive sacral e de L1-L4 medidos nas RMN.

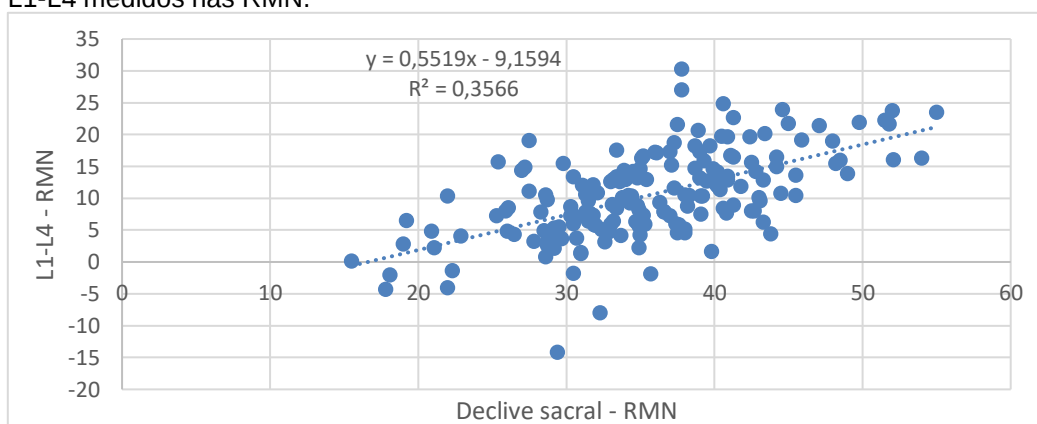


Figura 16 - Gráfico de regressão linear, valor da equação do modelo proposto e coeficiente de determinação comparando-se os valores angulares do declive sacral e de L4-S1 medidos nas RMN.

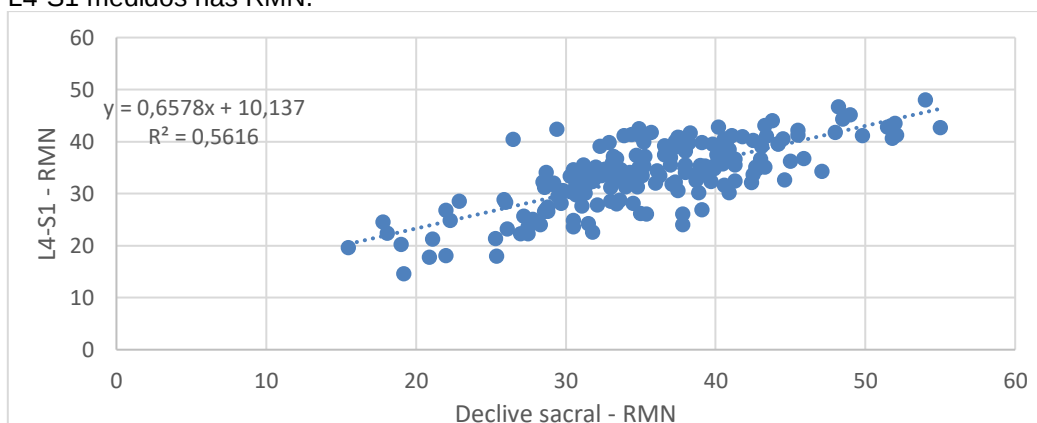
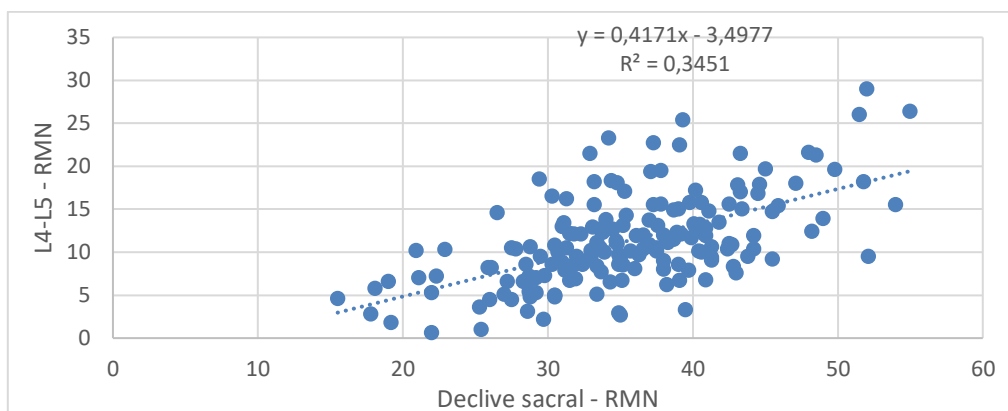


Figura 17 - Gráfico de regressão linear, valor da equação do modelo proposto e coeficiente de determinação comparando-se os valores angulares do declive sacral e de L4-L5 medidos nas RMN.



Usando regressão linear, foi tentado se identificar a relação entre as medidas do declive sacral e da lordose lombar medidas na RMN e todas as medidas feitas na radiografia sendo que o único coeficiente de determinação considerável foi encontrado para a relação - Lordose Lombar na RMN = $8,827 + (0,629 * \text{Lordose Lombar na radiografia})$ com $R^2 = 0,558$.

4.2 PADRÕES DE ADAPTAÇÃO

Todas as medidas avaliadas apresentaram redução em decúbito dorsal. Foi encontrado redução do declive sacral em 119 pacientes (68,4%), ocorrendo retroversão pélvica (o declive sacral na RMN foi menor do que o da radiografia), da lordose lombar em 162 pacientes (93,1%), da lordose do segmento L1-L4 em 159 pacientes (91,4%), de L4-S1 em 132 pacientes (75,8%), de L4-L5 em 131 pacientes (75,3%) e de L5-S1 em 96 pacientes (55,2%). A única variação que não apresentou valor significativo foi para a medida L5-S1. (Tabela 5)

Tabela 5 - Variações do valor dos ângulos medidos entre os pacientes em ortostase (radiografias) e em decúbito dorsal (RMN) e suas significâncias estatística.

Variável	N em que a variável reduziu	N restante	p
Declive sacral	119 (68,4%)	55	<0,0001
Lordose lombar	162 (93,1%)	12	<0,0001
L1-L4	159 (91,4%)	15	<0,0001
L4-S1	132 (75,8%)	42	<0,0001
L4-L5	131 (75,3%)	43	<0,0001
L5-S1	96 (55,2%)	78	0,17

Foi então buscada correlação entre os padrões de adaptação (variação em graus que ocorre em cada medida) do declive sacral e da lordose lombar em relação aos demais padrões medidos e, entre si (Tabela 6). Foi demonstrado que o padrão de adaptação do declive sacral se correlaciona à da lordose lombar e de L4-S1. Também foi demonstrada correlação entre o padrão de adaptação da lordose lombar e L4-S1.

Tabela 6 - Correlação entre as mudanças dos valores angulares medidos entre declive sacral e lordose lombar e as demais medidas, e entre si.

	Declive sacral	Lordose Lombar
Lordose Lombar	0,712 *	
L1-L4	0,079	0,271
L4-S1	0,591 *	0,723 *
L4-L5	0,110	0,216
L5-S1	0,413	0,497

* Valores com correlação moderada ou forte.

Ao se utilizar regressão linear simples obteve-se que o modelo proposto foi adequado para se descrever a relação entre os seguintes padrões de adaptação (mudança do ângulo em ortostase nas radiografias para os ângulos em decúbito dorsal nas RMN) conforme demonstrados na tabela 7. Os coeficientes de determinação com maiores valores foram identificados para a relação entre lordose lombar e declive sacral, L1-L4 e L4-S1, e, entre declive sacral e L4-S1.

Tabela 7 – Regressão linear e modelos propostos para a relação entre os valores dos padrões de adaptação que ocorre ao se mudar de ortostase (radiografia) para decúbito dorsal (RMN) e seus coeficientes de determinação.

Padrões de adaptação		
DS x LL (figura 18)	$LL = 0,5217DS + 0,305$	$R^2 = 0,5079 *$
DS x L4-S1 (figura 19)	$L4-S1 = 0,5683DS + 0,4$	$R^2 = 0,3488$
LL x L4-S1 (figura 20)	$L4-S1 = 0,95LL + 0,18$	$R^2 = 0,5227 *$

LL x L5-S1 (figura 21)	$L5-S1 = 0,922LL + 0,28$	$R^2 = 0,2466$
------------------------	--------------------------	----------------

* Coeficientes de determinação com valores significativos.

Figura 18 - Gráfico de regressão linear, valor da equação do modelo proposto e coeficiente de determinação comparando-se os valores de adaptação entre declive sacral e da lordose lombar.

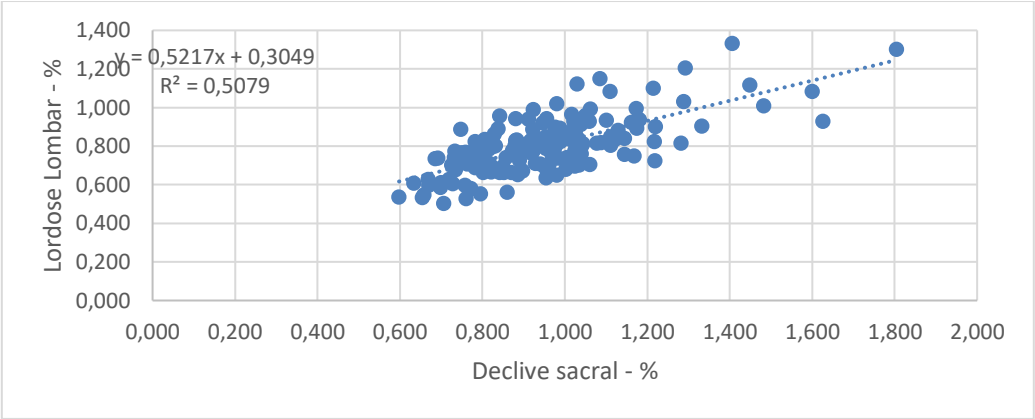


Figura 19 - Gráfico de regressão linear, valor da equação do modelo proposto e coeficiente de determinação comparando-se os valores de adaptação entre declive sacral e L4-S1.

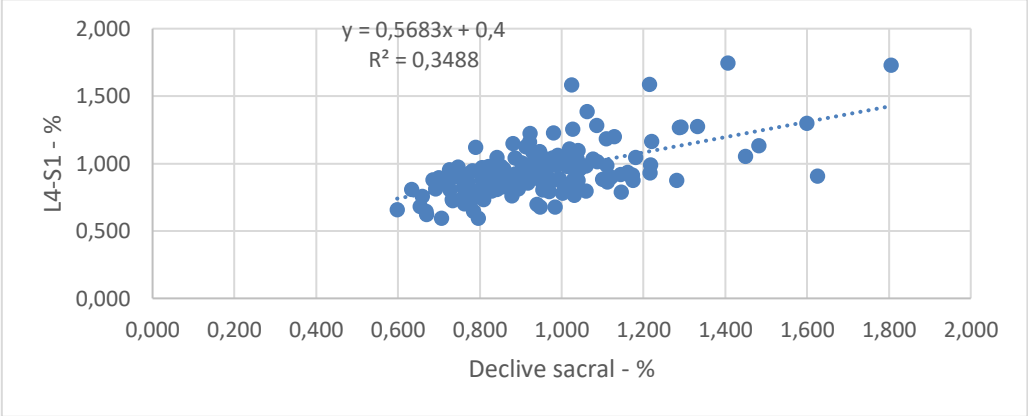


Figura 20 - Gráfico de regressão linear, valor da equação do modelo proposto e coeficiente de determinação comparando-se os valores de adaptação entre lordose lombar e L4-S1.

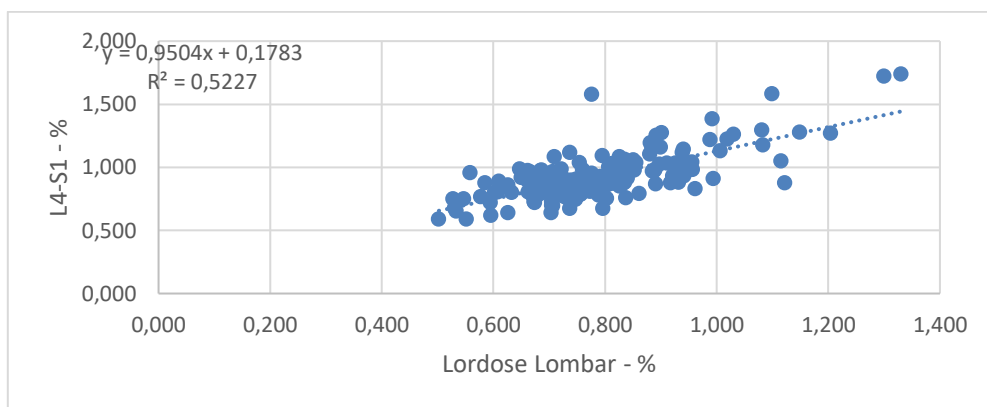
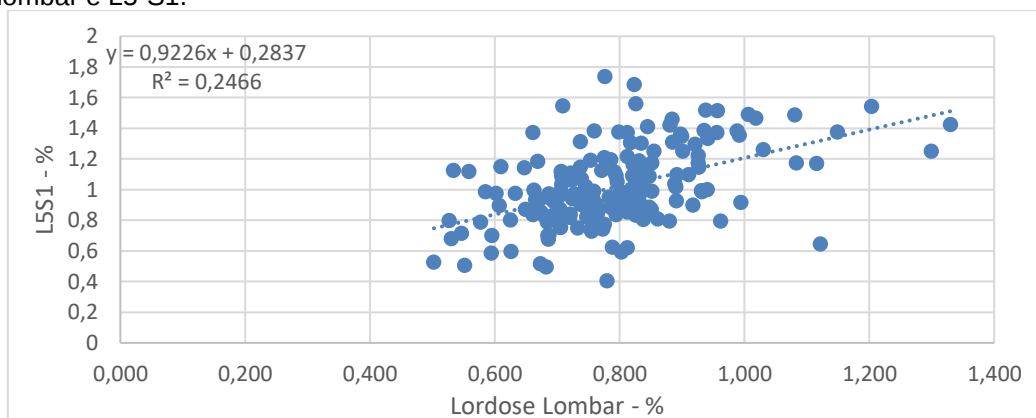


Figura 21 - Gráfico de regressão linear, valor da equação do modelo proposto e coeficiente de determinação comparando-se os valores de adaptação entre lordose lombar e L5-S1.



Foi então avaliado como se comportavam os demais padrões de adaptação (subgrupos) dentro de cada padrão de aumento ou redução angular individualmente (grupos). Foi identificado que em todos os casos quando o grupo se adapta em flexão, os subgrupos também apresentam flexão sendo significativo em sua maioria (28 de 30). Em específico o subgrupo L5-S1, sua redução também ocorre na maioria dos pacientes, sendo não significativo nos grupos L1-L4 ($p=0,3$) e L4-L5 ($p=0,93$) apenas (Tabela 8).

Nos pacientes em que o declive sacral aumentou LL, L1-L4 e L4-L5 reduziram. Nos quais a lordose lombar aumentou, o declive sacral, L4-S1 e L5-S1 também aumentaram. Naqueles em que L1-L4 aumentou, todas as outras angulações também reduziram, sendo significativo para

LL, L4-S1 e L4-L5. Nos casos em que L4-S1 aumentou, somente L5-S1 teve aumento significativo, e LL e L1-L4 tiveram redução significativa. Nos pacientes em que L4-L5 aumentou, LL, L1-L4 e L5-S1 tiveram redução. Nos pacientes em que L5-S1 apresentou aumento, todas as demais apresentaram redução, com $p < 0,0001$ para lordose lombar, L1-L4 e L4-L5 (Tabela 9).

Para todos os valores avaliados, quando se considera o aumento dos valores angulares dos grupos ao se ficar em decúbito dorsal, os subgrupos lordose lombar e L1-L4 sempre reduzem. Os subgrupos L4-S1 e L4-L5 reduzem em quase todos os casos, aumentando apenas em resposta ao aumento do grupo lordose lombar. O subgrupo L5-S1 aumenta nos grupos com aumento, com exceção do grupo de aumento de L1-L4. Todos os subgrupos diminuem quando se avalia o grupo com aumento de L4-L5 e L5-S1. (Tabela 9)

Os subgrupos lordose lombar e L1-L4 apresentam redução em todas as situações, tanto em resposta à redução quanto ao aumento das outras variáveis. O subgrupo L1-L4 foi a única que apresentou redução dentro do grupo dos pacientes que apresentaram aumento da lordose lombar, mesmo que, sem significância estatística ($p = 0,67$) (Tabelas 8 e 9)

Tabela 8 - Comparação dos subgrupos que apresentaram redução ou aumento de suas angulações, dentro dos grupos que apresentaram redução de suas angulações.

Grupo	Subgrupo <	N SG <	Subgrupo >	N SG >	p
DS<1	LL<1*	118	LL>1	1	<0,0001
N=119	L1-L4<1*	111	L1-L4>1	8	<0,0001

LL<1 N=162	L4-S1<1*	101	L4-S1>1	18	<0,0001
	L4-L5<1*	92	L4-L5>1	27	<0,0001
	L5-S1<1*	74	L5-S1>1	45	0,008
	SS<1*	118	SS>1	44	<0,0001
	L1-L4<1*	149	L1-L4>1	13	<0,0001
	L4-S1<1*	131	L4-S1>1	31	<0,0001
	L4-L5<1*	127	L4-L5>1	35	<0,0001
L1- L4<1 N=159	L5-S1<1*	95	L5-S1>1	67	0,02
	SS<1*	111	SS>1	48	<0,0001
	LL<1*	149	LL>1	10	<0,0001
	L4-S1<1*	118	L4-S1>1	41	<0,0001
	L4-L5<1*	118	L4-L5>1	41	<0,0001
L4- S1<1 N=132	L5-S1<1**	86	L5-S1>1	73	0,30
	SS<1*	101	SS>1	31	<0,0001
	LL<1*	131	LL>1	1	<0,0001
	L1-L4<1*	118	L1-L4>1	14	<0,0001
	L4-L5<1*	106	L4-L5>1	26	<0,0001
L4- L5<1 N=131	L5-S1<1*	92	L5-S1>1	40	<0,0001
	SS<1*	92	SS>1	39	<0,0001
	LL<1*	127	LL>1	4	<0,0001
	L1-L4<1*	118	L1-L4>1	13	<0,0001
	L4-S1<1*	106	L4-S1>1	25	<0,0001
L5- S1<1 N=96	L5-S1<1**	66	L5-S1>1	65	0,93
	SS<1*	74	SS>1	22	<0,0001
	LL<1*	95	LL>1	1	<0,0001
	L1-L4<1*	86	L1-L4>1	10	<0,0001
	L4-S1<1*	92	L4-S1>1	4	<0,0001
	L4-L5<1*	66	L4-L5>1	30	<0,0001

SG= subgrupo / < que sofreu redução ou flexão / > que sofreu aumento ou extensão /
 * subgrupo que apresenta maior N com diferença significativa / **. subgrupo que apresenta maior N com diferença não significativa.

Tabela 9 - Comparação dos subgrupos que apresentaram redução ou aumento de suas angulações, dentro dos grupos que apresentaram aumento de suas angulações.

Grupo	Subgrupo <	N SG <	Subgrupo >	N SG >	p
DS>1 N=55	LL<1*	44	LL>1	11	<0,0001
	L1-L4<1*	48	L1-L4>1	7	<0,0001

	L4-S1<1**	31	L4-S1>1	24	0,34
	L4-L5<1*	39	L4-L5>1	16	0,002
	L5-S1<1	22	L5-S1>1**	33	0,14
LL>1 N=12	SS<1	1	SS>1*	11	0,004
	L1-L4<1**	10	L1-L4>1	2	0,67
	L4-S1<1	1	L4-S1>1*	11	0,004
	L4-L5<1	4	L4-L5>1**	8	0,25
	L5-S1<1	1	L5-S1>1*	11	0,004
L1-L4>1 N=15	SS<1**	8	SS>1	7	0,80
	LL<1*	13	LL>1	2	0,005
	L4-S1<1*	14	L4-S1>1	1	<0,001
	L4-L5<1*	13	L4-L5>1	2	0,005
	L5-S1<1**	10	L5-S1>1	5	0,19
L4-S1>1 N=42	SS<1	18	SS>1**	24	0,36
	LL<1*	31	LL>1	11	0,002
	L1-L4<1*	41	L1-L4>1	1	<0,0001
	L4-L5<1**	25	L4-L5>1	17	0,22
	L5-S1<1	4	L5-S1>1*	38	<0,0001
L4-L5>1 N=43	SS<1**	27	SS>1	16	0,09
	LL<1*	35	LL>1	8	<0,0001
	L1-L4<1*	41	L1-L4>1	2	<0,0001
	L4-S1<1**	26	L4-S1>1	17	0,17
	L5-S1<1*	30	L5-S1>1	13	0,01
L5-S1>1 N=78	SS<1**	45	SS>1	33	0,17
	LL<1*	67	LL>1	11	<0,0001
	L1-L4<1*	73	L1-L4>1	5	<0,0001
	L4-S1<1**	40	L4-S1>1	38	0,82
	L4-L5<1*	65	L4-L5>1	13	<0,0001

SG= subgrupo / < que sofreu redução ou flexão / > que sofreu aumento ou extensão /
* subgrupo que apresenta maior N com diferença significativa / **. subgrupo que apresenta maior N com diferença não significativa.

4.3 PRESENÇA DE LESÃO DISCAL

Após se identificar os padrões de adaptação dos segmentos da coluna lombossacra, foi buscado se era possível identificar qual dos padrões poderiam ser relacionados a presença ou a ausência de lesões discais. Não havia nenhum paciente que apresentava todos os discos Pfirrmann V.

Na comparação inicial, em busca de se identificar os padrões de adaptação da coluna lombar e pelve ao se deitar em que ocorrem mais lesões discais, foi identificado que quando ocorria redução de lordose lombar, L1-L4 ou L5-S1 ou aumento dos demais (declive sacral ou L4-L5), estes estavam mais relacionados a presença de lesão em pelo menos um disco intervertebral lombar de forma significativa (Tabela 10).

A redução da angulação dos grupos está relacionada a ausência de lesão do disco L4-L5 ou L5-S1 isoladamente de forma significativa em quase todas as situações (Tabela 10).

O aumento da angulação dos segmentos L1-L4, L4-L5 e L5-S1 também demonstrou maior relação com a ausência de lesão dos discos L4-L5 e L5-S1 (Tabela 10).

Em nenhum grupo avaliado foi identificado maioria de pacientes que demonstrassem ausência de lesão em qualquer disco lombar (Tabela 10).

Tabela 10 - Avaliação dos grupos de adaptação da coluna lombossacra em decúbito dorsal e sua relação com a presença ou não de qualquer lesão discal nos segmentos de L1 a S1, e a presença de lesão nos discos L4-L5 ou L5-S1.

Grupo avaliado		Ausência de lesão	Presença de lesão	p
DS<1 N=119	Qualquer disco	55	64**	0,41
	Disco L4-L5	84*	35	<0,0001
	Disco L5-S1	77*	42	0,001
LL<1 N=162	Qualquer disco	67	95*	0,03
	Disco L4-L5	110*	52	p<0,0001
	Disco L5-S1	97*	65	p=0,01
L1-L4<1 N=159	Qualquer disco	64	95*	0,01
	Disco L4-L5	105*	54	<0,0001
	Disco L5-S1	95*	64	0,002

L4-L5<1 N=131	Qualquer disco	60	71**	0,33
	Disco L4-L5	89*	42	<0,0001
	Disco L5-S1	81*	50	0,01
L5-S1<1 N=96	Qualquer disco	38	58*	0,04
	Disco L4-L5	67*	29	<0,0001
	Disco L5-S1	45**	51	0,54
DS>1 N=55	Qualquer disco	15	40*	0,001
	Disco L4-L5	32**	23	0,22
	Disco L5-S1	27**	28	0,89
LL>1 N=12	Qualquer disco	3	9**	0,08
	Disco L4-L5	5	7**	0,56
	Disco L5-S1	7**	5	0,56
L1-L4>1 N=15	Qualquer disco	6	9**	0,44
	Disco L4-L5	10*	5	<0,0001
	Disco L5-S1	10*	6	<0,0001
L4-L5>1 N=43	Qualquer disco	10	33*	<0,0001
	Disco L4-L5	26*	17	<0,0001
	Disco L5-S1	23**	20	0,65
L5-S1>1 N=78	Qualquer disco	32**	46	0,11
	Disco L4-L5	48*	30	0,04
	Disco L5-S1	49*	29	0,02

* - ausência de lesão discal de forma significativa. ** - presença de lesão discal de forma não significativa.

Foi então feita uma segunda comparação dos grupos que continham vários níveis (LL e L1-L4) e o declive sacral com os subgrupos de segmentos individuais (L4-L5 e L5-S1) para tentar se identificar a presença de lesão discal.

Nos grupos em que ocorre redução do valor angular se evidenciou:

- Sempre que o subgrupo L4-L5 reduziu a angulação, houve redução significativa de lesão nos discos L4-L5 e L5-S1, tanto em forma isolada como associada a outras lesões (Tabela 11). Isso ocorreu mesmo nos grupos com redução da angulação de lordose lombar e L1-L4, nos quais o aumento da presença de lesão nos demais discos lombares seja significativa (Tabela 10).

- Sempre que o subgrupo L4-L5 aumentou a angulação, houve menor presença de lesões isoladas do disco L4-L5 e maior presença de qualquer outra lesão discal de forma significativa (Tabela 11).

- Sempre que o subgrupo L5-S1 reduziu a angulação, houve maior prevalência de ausência de lesão no disco L4-L5 e L5-S1, tanto em forma isolada como associada a outras lesões, mesmo sendo identificado maior presença de lesões discais nos demais níveis lombares (Tabela 11).

- Sempre que o subgrupo L5-S1 aumentou a angulação, houve maior prevalência de ausência de lesão no disco L4-L5 e L5-S1, tanto em forma isolada como associada a outras lesões, mesmo sendo identificado maior presença de lesões discais nos demais níveis lombares, mesmo que sem significância (Tabela 11).

Tabela 11 - Presença de lesão discal em qualquer nível lombar, nos níveis L4-L5 ou L5-S1 associada ou não a outras lesões, nos grupos em que o declive sacral, a lordose lombar e L1-L4 tiveram seus valores reduzidos em decúbito dorsal.

Grupo	Subgrupo	Nível	N com lesão	N sem lesão	P
SS<1 N=119	L4-L5<1 N=92	L4-L5	27	65***	p<0,001
		L5-S1	31	61***	0,002
		L4-L5 ISOLADO	8	84***	p<0,0001
		L5-S1 ISOLADO	14	78***	p<0,0001
		Qualquer lesão	45	47	0,83
	L4-L5>1 N=27	L4-L5	9	18	0,08
		L5-S1	11	16	0,34
		L4-L5 ISOLADO	3	24***	<0,001
		L5-S1 ISOLADO	9	18	0,08
		Qualquer lesão	19*	8	0,03
	L5-S1<1 N=74	L4-L5	19	55***	P<0,001
		L5-S1	28	46***	0,03
		L4-L5 ISOLADO	7	67***	P<0,001
		L5-S1 ISOLADO	18	56***	P<0,001
		Qualquer lesão	41**	33	0,35
	L5-S1>1 N=45	L4-L5	17	28	0,10
		L5-S1	14	31***	0,01
		L4-L5 ISOLADO	4	41***	<0,001
		L5-S1 ISOLADO	5	40***	<0,001
		Qualquer lesão	23**	22	0,88
LL<1 N=162	L4-L5<1 N=127	L4-L5	40	87***	<0,001
		L5-S1	49	78***	0,01
		L4-L5 ISOLADO	12	115***	<0,001
		L5-S1 ISOLADO	24	103***	<0,001
		Qualquer lesão	69**	58	0,33
	L4-L5>1 N=35	L4-L5	12	23	0,06
		L5-S1	16	19	0,61
		L4-L5 ISOLADO	5	30***	<0,001
		L5-S1 ISOLADO	13	22	0,13
		Qualquer lesão	26*	9	0,004
	L5-S1<1	L4-L5	29	66***	<0,0001

L1-L4<1 N=159	N=95	L5-S1	41	54	0,18
		L4-L5 ISOLADO	11	84***	<0,0001
		L5-S1 ISOLADO	25	70***	<0,0001
		Qualquer lesão	58*	37	0,03
	L5-S1>1 N=67	L4-L5	23	44***	0,01
		L5-S1	24	43***	0,02
		L4-L5 ISOLADO	6	61***	<0,0001
		L5-S1 ISOLADO	12	55***	<0,0001
		Qualquer lesão	37**	30	0,39
	L4-L5<1 N=118	L4-L5	37	81***	<0,0001
		L5-S1	44	74***	0,006
		L4-L5 ISOLADO	10	108***	<0,0001
		L5-S1 ISOLADO	21	97***	<0,0001
		Qualquer lesão	62**	56	0,58
	L4-L5>1 N=41	L4-L5	17	24	0,27
		L5-S1	20	21	0,88
		L4-L5 ISOLADO	5	36***	<0,0001
		L5-S1 ISOLADO	15	26	0,08
		Qualquer lesão	33*	8	<0,0001
	L5-S1<1 N=86	L4-L5	26	60***	<0,0001
		L5-S1	38	48	0,28
		L4-L5 ISOLADO	10	76***	<0,0001
		L5-S1 ISOLADO	24	62***	<0,0001
		Qualquer lesão	53*	33	0,03
	L5-S1>1 N=73	L4-L5	28	45***	0,04
		L5-S1	26	47***	0,01
		L4-L5 ISOLADO	5	68***	<0,0001
		L5-S1 ISOLADO	12	61***	<0,0001
		Qualquer lesão	42**	31	0,20

* presença de lesão com valor significativo, ** presença de lesão com valor não significativo, *** ausência de lesão com valor significativo.

Todos os subgrupos do grupo com aumento de declive sacral podem apresentar lesão em algum nível lombar e menor presença de lesões isoladas de L4-L5 ou L5-S1. O aumento dos outros grupos não evidenciou a presença de qualquer lesão discal lombar, talvez pela amostra pequena de pacientes identificados nestes grupos. (Tabela 12).

Tabela 12 - Presença de lesão discal em qualquer nível lombar, nos níveis L4-L5 ou L5-S1 associada ou não a outras lesões, nos grupos em que o declive sacral, a lordose lombar e L1-L4 tiveram seus valores aumentados em decúbito dorsal.

Grupo	Subgrupo	Nível	N com lesão	N sem lesão	P
SS>1 N=55	L4-L5<1 N=39	L4-L5	15	24	0,15
		L5-S1	19	20	0,87
		L4-L5 ISOLADO	4	35***	<0,001
		L5-S1 ISOLADO	10	29***	0,002
		Qualquer lesão	26*	13	0,037

	L4-L5>1 N=16	L4-L5	8	8	1,00
		L5-S1	9	7	0,62
		L4-L5 ISOLADO	2	14***	0,003
		L5-S1 ISOLADO	6	10	0,32
		Qualquer lesão	14*	2	0,003
	L5-S1<1 N=22	L4-L5	10	12	0,67
		L5-S1	13	9	0,39
		L4-L5 ISOLADO	4	18***	0,003
		L5-S1 ISOLADO	7	15	0,09
		Qualquer lesão	17*	5	0,01
	L5-S1>1 N=33	L4-L5	13	20	0,22
		L5-S1	15	18	0,60
		L4-L5 ISOLADO	2	31***	<0,001
		L5-S1 ISOLADO	9	24***	0,009
		Qualquer lesão	23*	10	0,02
LL>1 N=12	L4-L5<1 N=4	L4-L5	2	2	1,00
		L5-S1	1	3	0,32
		Qualquer lesão	2	2	1,00
	L4-L5>1 N=8	L4-L5	5	3	0,48
		L5-S1	4	4	1,00
		L5-S1 ISOLADO	2	6	0,16
		Qualquer lesão	7*	1	0,03
	L5-S1<1 N=1	Qualquer lesão	0	1	
	L5-S1>1 N=11	L4-L5	7	4	0,37
		L5-S1	5	6	0,76
		L5-S1 ISOLADO	2	9***	0,03
		Qualquer lesão	9*	2	0,03
L1-L4>1 N=15	L4-L5<1 N=13	L4-L5	5	8	0,40
		L5-S1	6	7	0,78
		L4-L5 ISOLADO	2	11***	0,01
		L5-S1 ISOLADO	3	10***	0,05
		Qualquer lesão	9**	4	0,17
	L4-L5>1 N=2	Qualquer lesão	0	2	1
	L5-S1<1 N=10	L4-L5	3	7	0,21
		L5-S1	3	7	0,21
		L4-L5 ISOLADO	1	9***	0,01
		L5-S1 ISOLADO	1	9***	0,01
		Qualquer lesão	4	5	0,74
	L5-S1>1 N=5	L4-L5	2	3	0,65
		L5-S1	3	2	0,65
		L4-L5 ISOLADO	1	4	0,18
		L5-S1 ISOLADO	2	3	0,65
		Qualquer lesão	4**	1	0,18

* presença de lesão com valor significativo, ** presença de lesão com valor não significativo, *** ausência de lesão com valor significativo.

Foi comparada a existência ou não de lesão discal em relação aos grupos de Roussouly aos quais os pacientes pertenciam, sendo demonstrado que existe relação significativa entre os pacientes possuírem

um declive sacral menor (Roussouly 1 e 2) e a presença de qualquer lesão discal (Tabela 13).

Tabela 13 - Número de pacientes que apresentavam lesão em qualquer disco lombar e o grupo que não apresentava nenhuma lesão, divididos de acordo com os grupos 1+2 e 3+4 da classificação de Roussouly.

	Roussouly 1	Roussouly 2	Roussouly 3	Roussouly 4
Com lesão N=104	4	43	41	16
Sem lesão N=70	2	13	33	22
	Roussouly 1 + Roussouly 2		Roussouly 3 + Roussouly 4	
% com lesão	75,8*		50,9	
% sem lesão	24,2		49,1	
p	<0,0001		0,85	

p = significância estatística. * Valor com significância estatística.

Ao se comparar internamente os grupos Roussouly 1 + 2 ao grupo Roussouly 3 + 4 evidenciou-se que quase a maior parte dos pacientes apresentaram adaptação para redução dos valores angulares (em flexão da coluna), independente do grupo de Roussouly. Não sendo significativo apenas para o segmento L5-S1 em todos os grupos de Roussouly e declive sacral do grupo Roussouly 1 + 2. O grupo Roussouly 3 + 4 demonstra sua tendência de retroversão pélvica (DS com redução angular), e o grupo Roussouly 1 + 2 sua tendência a anteversão pélvica (DS com aumento angular) de forma não significativa (Tabela 14).

Tabela 14 - Comparação dos grupos de Roussouly com declive sacral < 35 graus (Roussouly 1 + Roussouly 2) e os grupos de declive sacral > 35 graus (Roussouly 3 + Roussouly 4) e os padrões de adaptação da coluna lombar.

Grupo	Adaptação	Roussouly		Comparação do somatório R1+R2 de <1 e >1	Roussouly		Comparação do somatório R3+R4 de <1 e >1
		1	2		3	4	
DS N=174	<1 N=119	3	26	29(46,8%) / 33 (53,2%) p=0,61	55	35	90 (88,2%)* / 22 (11,8%) p<0,0001
	>1 N=55	3	30		19	3	
LL N=174	<1 N=162	5	50	55 (88,7%)* / 7 (11,3%) p<0,0001	70	37	107 (95,5%)* / 5 (4,5%) p<0,0001
	>1 N=12	1	6		4	1	
L1-L4 N=174	<1 N=159	2	49	51 (82,3%)* / 11 (17,7%) p<0,0001	70	38	108 (96,4%)* / 4 (3,6%) p<0,0001
	>1 N=15	4	7		4	0	
L4-S1 N=174	<1 N=132	5	40	45 (72,6%)* / 17 (27,4%) p<0,0001	56	31	87 (77,7%)* / 25 (22,3%) p<0,0001
	>1 N=42	1	16		18	7	
L4-L5 N=174	<1 N=131	5	43	48 (77,4%)* / 14 (22,6%) p<0,0001	58	25	83 (74,1%)* / 29 (25,9%) p<0,0001
	>1 N=43	1	13		16	13	
L5-S1 N=174	<1 N=96	3	29	32 (51,6%) / 30 (48,4%) p=0,8	41	23	64 (57,1%) / 48 (42,9%) p=0,13
	>1 N=78	3	27		33	15	

* valores maiores, quando apresentavam significância estatística.

No lugar de se comparar os grupos de maior e menor declive sacral, foram comparados individualmente os grupos de Roussouly para cada padrão de adaptação. Foi mantida a não significância para o segmento L5-S1 em todos os grupos de Roussouly. A tendencia mais prevalente continua sendo a de flexão dos segmentos (Tabela 15).

Tabela 15 - Quantidade de pacientes pertencentes a cada grupo de Roussouly que se encontrava em cada grupo de padrão da adaptação e a significância ao se comparar os grupos que apresentaram aumento / diminuição para cada variável.

Grupo		R1 N=6	p	R2 N=56	p	R3 N=74	p	R4 N=38	p
DS	<1	3	1	26	0,59	55*	*	35*	*
	>1	3		30		19		3	
LL	<1	5	0,1	50*	*	70*	*	37*	*
	>1	1		6		4		1	
L1-L4	<1	2	0,41	49*	*	70*	*	38*	*
	>1	4		7		4		0	
L4-S1	<1	5	0,1	40*	0,001	56*	*	31*	*
	>1	1		16		18		7	
L4-L5	<1	5	0,1	43*	*	58*	*	25*	0,05
	>1	1		13		16		13	
L5-S1	<1	3	1	29	0,79	41	0,35	23	0,19
	>1	3		27		33		15	

R = Roussouly 1, 2, 3 e 4; * = significativo.

Foram então comparados os padrões de adaptação aos grupos de Roussouly para se tentar evidenciar se havia relação entre eles, sendo demonstrado que todos os grupos que apresentaram redução de angulação na adaptação pertenciam em sua maioria e de forma significativa aos tipos 3 e 4 de Roussouly. Em oposição, dentre os grupos que sofrem extensão, foi mais comum identificar pacientes com o tipo Roussouly 1 ou 2. Estes pacientes dos tipos 1 e 2 são os que mais manifestam extensão do declive sacral, lordose lombar e do segmento L1-L4 e os pacientes do tipo Roussouly 3 e 4, que mais manifestam extensão de L4-S1, L4-L5 e L5-S1. (Tabela 16).

Tabela 16 - Relação entre o número de pacientes de cada grupo e os tipos de Roussouly. A significância é relacionada a comparação entre o total de pacientes que apresentavam os tipos Roussouly 1 e 2 e os tipos Roussouly 3 e 4.

Grupo avaliado	Roussouly				% grupos 1 e 2	% grupos 3 e 4	p
	1	2	3	4			
DS<1 N=119	3	26	55	35	24,3	75,6*	<0,0001
LL<1 N=162	5	50	70	37	33,9	66,1*	<0,0001
L1-L4<1 N=159	2	49	70	38	32,1	67,9*	<0,0001
L4-S1<1 N=132	5	40	56	31	34,1	65,9*	<0,0001
L4-L5<1 N=131	5	43	58	25	36,6	63,4*	0,002
L5-S1<1 N=96	3	29	41	23	33,3	66,7*	0,001
DS>1 N=55	3	30	19	3	60**	40	0,14
LL>1 N=12	1	6	4	1	58,3**	41,7	0,56
L1-L4>1 N=15	4	7	4	0	73,3**	26,7	0,07
L4-S1>1 N=42	1	16	18	7	40,5	59,5**	0,22
L4-L5>1 N=43	1	13	16	13	32,6	67,4*	0,02
L5-S1>1 N=78	3	27	33	15	38,5	61,5*	0,04

* Valores de % maiores com significância estatística. ** Valores de % maiores sem significância estatística.

Em avaliação seguinte, não foi possível se encontrar um valor de corte para as medidas avaliadas para se determinar em qual grupo foi mais comum se identificar a lesão discal. Foi identificado que pacientes com valores menores de lordose lombar, L4-S1, L5-S1 em ortostase e decúbito e valores menores de L4-L5 e declive sacral na radiografia se encontram no grupo com mais lesão discal lombar. Pacientes que se

adaptavam com menor redução dos segmentos L4-S1 e L4-L5 pertenciam ao grupo com lesão discal. (tabela 17).

Tabela 17 - Média e desvio-padrão dos valores médios de cada medida angular realizada nos grupos com e sem lesão discal em qualquer nível lombar, sendo que a porcentagem corresponde a adaptação ocorrida no segmento sendo <1 nos grupos em que houve flexão/retroversão pélvica e >1 nos grupos em que houve flexão / retroversão pélvica.

VARIÁVEL	Grupo				p
	Com lesão discal (n=105)		Sem lesão discal(n=69)		
	MÉDIA	DP	MÉDIA	DP	
LL (RX)	53,65	12,63	59,37	9,72	0,002*
LL (RMN)	42,79	11,04	45,79	7,87	0,04*
%LL	0,81	0,15	0,78	0,13	0,24
L1-L4 (RX)	19,37	9,04	19,18	8,93	0,89
L1-L4 (RMN)	10,73	7,30	10,07	6,12	0,53
%L1-L4	0,66	0,72	0,58	0,33	0,43
L4-S1 (RX)	34,28	7,54	40,18	5,80	<0,001*
L4-S1 (RMN)	32,10	6,80	35,72	5,37	<0,001*
%L4-S1	0,96	0,21	0,90	0,14	0,03*
L4-L5 (RX)	13,30	5,45	15,00	3,90	0,03*
L4-L5 (RMN)	11,49	5,84	11,11	4,27	0,64
%L4-L5	0,93	0,56	0,75	0,24	0,01*
L5-S1 (RX)	20,99	6,70	25,18	5,81	<0,001*
L5-S1 (RMN)	20,61	5,59	24,61	5,34	<0,001*
%L5-S1	1,07	0,59	1,01	0,23	0,38
DS (RX)	37,05	9,27	41,29	7,66	0,002*
DS (RMN)	34,75	8,04	36,82	6,17	0,07
%SS	0,96	0,20	0,91	0,17	0,08

* Valores com diferença significativa.

Foi buscada então a relação entre a presença ou não de lesão discal e a idade do paciente, sendo identificada que a média de idade dos pacientes com lesão era de 43,6 ($\pm 10,6$) anos e dos pacientes sem lesão era de 48 ($\pm 10,3$) anos com $p=0,008$. A média de idade era maior para os pacientes que apresentavam redução angular de DS, LL e L4-L5 e para os pacientes que apresentavam aumento angular para L1-L4 e L5-S1, todos sem significância estatística (Tabela 18).

Tabela 18 - Comparação realizada entre a idade dos pacientes e grupos de adaptação dos segmentos da coluna lombar e os grupos com ou sem presença de lesão discal.

Grupo	N	Média de idade	Desvio padrão	p
Com lesão	104	43,673	10,649	0,008
Sem lesão	70	48,043 *	10,358	
DS<1	119	46,462 **	10,018	0,062
DS>1	55	43,2	11,895	
LL<1	162	45,809 **	10,698	0,088
LL>1	12	40,333	10,103	
L1-L4<1	159	45,252	10,766	0,474
L1-L4>1	15	47,333 **	10,383	
L4-L5<1	131	45,786 **	10,385	0,474
L4-L5>1	43	44,349	11,747	
L5-S1<1	78	44,974	11,109	0,614
L5-S1>1	96	45,802 **	10,438	

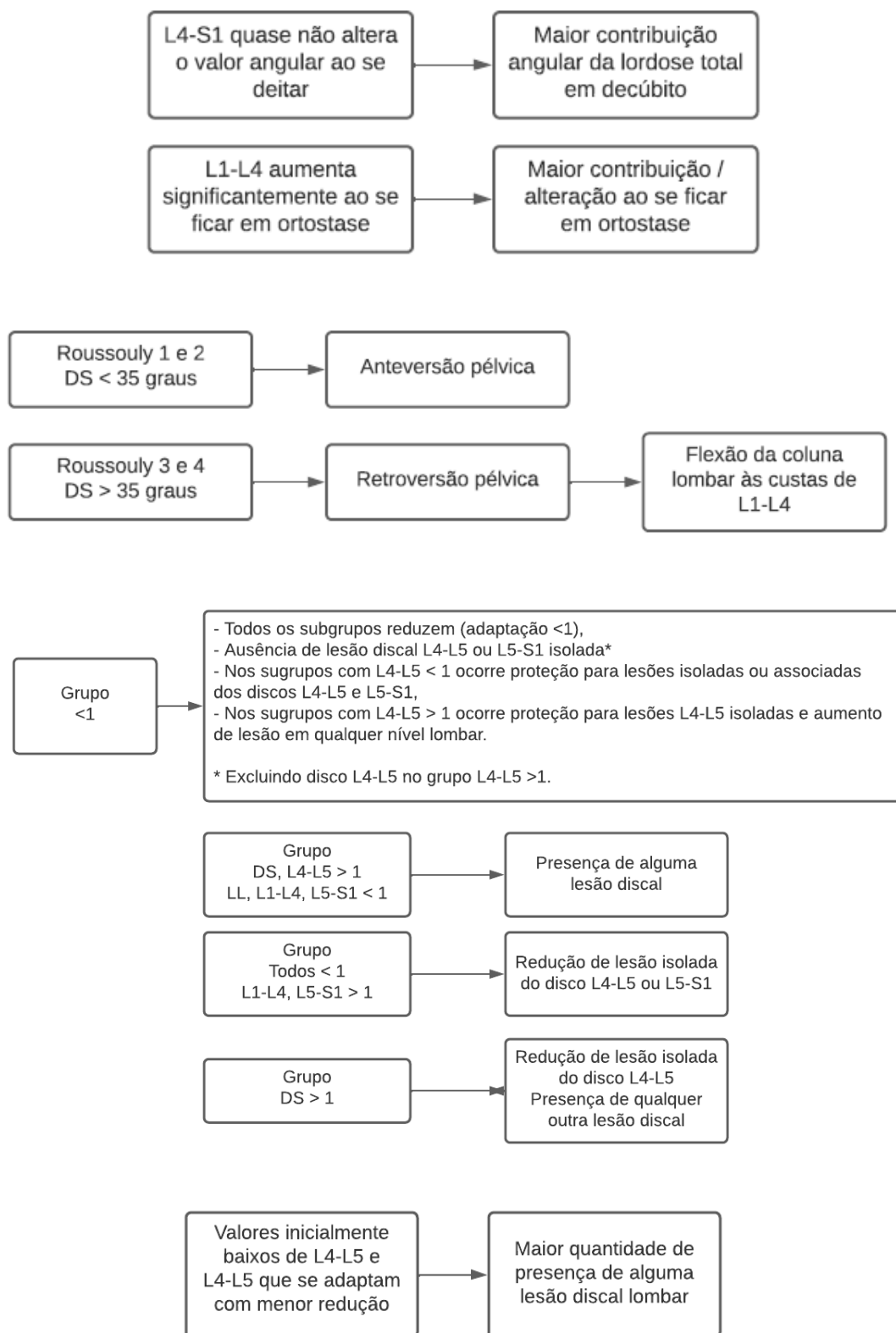
* maior valor com diferença significativa / ** maior valor com diferença não significativa.

Foi então avaliado se o sexo do paciente influenciava na presença ou não de lesões discais presentes em quaisquer níveis avaliados, ou no padrão de adaptação dos segmentos da coluna lombar, não sendo evidenciada relação. (Tabela 19)

Tabela 19 - Comparação demonstrando que não houve significância estatística entre os sexos masculino e feminino nas características avaliadas (presença ou ausência de lesão discal, aumento ou redução de valores dos segmentos avaliados).

Grupos em que foram realizadas as comparações X sexo do paciente	p
Com e sem lesão discal	0,943
DS < e > 1	0,234
LL < e > 1	0,251
L1-L4 < e > 1	0,735
L4-L5 < e > 1	0,543
L5-S1 < e > 1	0,718

Figura 22 - Interpretações finais do estudo em resumo.



5. DISCUSSÃO

Os achados mais importantes deste estudo foram a divisão dos segmentos lombares proximal e distal e suas contribuições em situações opostas, sendo que o segmento L1-L4 foi o maior contribuinte da lordose lombar total em ortostase e o segmento L4-S1 foi o maior contribuinte da lordose em decúbito dorsal.

Já foi tentado se estabelecer intervalos normais para a lordose lombar (23-68 graus ¹⁴ e 31-79 graus ³⁵), e valores médios em pacientes assintomáticos ($49.4^{\circ} \pm 11.2$ ³⁶, $55.8^{\circ} \pm 10.2$ ³⁷, $57.2^{\circ} \pm 13$ ¹⁶, $60^{\circ} \pm 10$ ³⁸, $60.9^{\circ} \pm 10.5$ ³⁹, 61° ¹⁵), ou sintomáticos (41 graus ⁴⁰, 56 graus ¹⁵), e o valor médio do declive sacral de assintomáticos ($31.8^{\circ} \pm 7.3$ ⁴¹, $36.4^{\circ} \pm 9.3$ ¹⁶, $39.4^{\circ} \pm 8$ ³⁶, $40.2^{\circ} \pm 7.7$ ⁴², $41^{\circ} \pm 8.4$ graus ³⁸, $41.7^{\circ} \pm 8.2$ ³⁹, 50° ¹⁵), e sintomáticos (36.7 graus ⁴⁰, 47 graus ¹⁵). Neste estudo, considera-se que os pacientes eram todos sintomáticos, realizando os exames com finalidade diagnóstica. Os valores médios para a lordose lombar em ortostase encontrada foi $55,9 \pm 11,9$ graus e do declive sacral foi $38,7 \pm 8,9$ graus e em decúbito dorsal foi $44,0 \pm 10$ graus para a lordose lombar e $35,6 \pm 7,4$ graus para o declive sacral. Houve diferença significativa entre as 2 atitudes para ambas as medidas.

O segmento L4-S1 corresponde acerca de 66% ^{15, 43, 44} a 74.7% da lordose ⁴⁵, L1-L3 corresponde a aproximadamente a 32% da lordose ⁴⁵ e L5-S1 de 39% ⁵ a 47.4% da lordose ⁴⁷, sendo por isso considerada fundamental a inclusão de L5-S1 nas radiografias em ortostase para se avaliar a lordose lombar ¹⁵.

Já se identificou diferença significativa na lordose proximal entre jovens ($36.1\% \pm 7.3\%$) e idosos ($25.4\% \pm 12.9\%$) com lordose total semelhante, exibindo que os segmentos têm funções anatômicas e biomecânicas distintas. No grupo mais jovem, o segmento proximal demonstra uma influência maior nas mudanças na lordose lombar ao se mudar de ortostase para supino ⁴⁸.

Em nosso estudo, o segmento proximal L1-L4 correspondeu a $33,2 \pm 13,6\%$ da angulação da lordose lombar total em ortostase e a $22,1 \pm 13,8\%$ em supino, apresentando redução significativa de sua contribuição na lordose total em decúbito, e o segmento distal L4-S1 apresentou aumento significativo da contribuição de $66,8 \pm 13,6\%$ em ortostase para $78 \pm 13,9\%$ em supino. O segmento L5-S1 aumentou significativamente sua contribuição de $41,6 \pm 13\%$ para $52,4 \pm 15,5\%$ na angulação da lordose lombar total e L4-L5 praticamente não alterou sua contribuição.

É de conhecimento comum que a lordose lombar aumenta quando a coluna é carregada ¹⁴. Tanto em ortostase, quanto pela compressão axial em decúbito dorsal, a lordose L1-L2, L2-L3 e L3-L4 aumenta ^{49, 50, 51, 52, 53}, principalmente as custas da redução da altura posterior do disco ^{49, 50, 52, 53, 55} e aumento da altura anterior ⁵². Às vezes, L3-L4 se comporta como transição não se alterando ⁵⁶.

Ao se deitar em supino, os níveis L4-L5 e L5-S1 reduzem a lordose ^{49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 57}, principalmente a custas de um achatamento anterior e aumento da altura posterior do disco ^{49, 52, 53}.

Em ortostase, a lordose total aumenta ^{27, 48, 50, 58, 59, 60, 61, 62}, não havendo diferença entre sexo ⁵⁸. O declive sacral também aumenta em ortostase, porém não se altera com carga axial em decúbito ^{50, 63}, pois em supino a carga também vai para as nádegas, causando uma força de rotação da pelve, que não se observa em ortostase, sendo, portanto, estas medidas parcialmente compatíveis nestas duas atitudes ⁵⁰. Já foi demonstrado também o oposto, com redução da lordose ^{53, 64, 65} e do declive sacral ⁵⁹ em ortostase, causadas por rotação da pelve para trás em até 19% dos casos ⁶⁶.

Em pacientes com hernia de disco lombar ⁶⁷ e lombálgicos ⁵⁴ o comportamento de flexão-extensão dos discos lombares ao se deitar pode ser diferente, podendo apresentar redução da lordose lombar ao ficar em ortostase ⁶⁸.

Na anteversão pélvica máxima, houve uma variação de 11.4 graus na pelve e aumento de 10.8 graus na lordose lombar e na retroversão pélvica máxima, houve uma variação de 8.4 graus na pelve e redução de 8.7 graus na lordose lombar ⁴¹.

Foi demonstrado, portanto, que, além de aumentar em valor angular de forma significativa, L1-L4 também apresenta aumento de sua contribuição ao se ficar em ortostase, sendo o maior contribuinte para a adaptação em ortostase da coluna lombar.

Ao ficar em decúbito dorsal, todos os níveis tiveram seus valores angulares reduzidos e ao mesmo tempo L4-S1 teve sua redução angular significativa a custas da redução angular de L4-L5. O segmento L4-S1 teve um aumento de sua contribuição relativa na lordose total a custas da não alteração de L5-S1, sendo L4-S1 o maior contribuinte para a adaptação em decúbito dorsal.

Neste estudo foi demonstrado a ausência de mobilidade de L5-S1 se deitar, sendo que sua importância aumenta, já que os outros segmentos sofrem redução. Foi também identificada a importância dos segmentos lombares proximais (L1-L4) para se ficar em ortostase ou decúbito dorsal, sendo recomendada essa avaliação ao se considerar uma artrodese desse segmento, como a realizada no tratamento cirúrgico de uma escoliose idiopática. É então recomendado que pode se tentar identificar um valor intermediário apropriado entre as duas atitudes, para tentar se reduzir a sobrecarga biomecânica dos níveis adjacentes e sua possível degeneração. Também foi identificado que a angulação da lordose lombar total e do declive sacral também reduziram ao se ficar em decúbito dorsal neste estudo.

Já foi demonstrado que a correlação entre o declive sacral e a lordose lombar em ortostase varia de $r=0,67$ a $r=0,86$ ^{32, 39, 59, 69}, sendo que em decúbito dorsal a correlação entre essas medidas foi mais alta ($r=0,9$) ⁵⁹. A correlação que identificamos entre essas medidas em ortostase foi de $r=0,81$ e $r=0,9$ para o decúbito dorsal, semelhante aos

maiores valores já relatados.

Também foram identificadas outras correlações significativas conforme a tabela 2, que demonstrou valores superiores de correlação entre as medidas feitas em supino comparadas às feitas em ortostase. Houve correlação não apenas entre a medida da pelve, o declive sacral, e a lordose total, mas também entre estas medidas e os seguimentos superior e inferior da coluna lombar avaliados separadamente, tendo L1-L4 apresentado valores maiores de correlação. Neste estudo, a única relação que pôde ser identificada com correlação alta entre as duas atitudes, foi a relação entre os valores da lordose lombar em supino e ortostase.

Já existem equações na literatura para as relações das medidas do declive sacral e lordose lombar, como: lordose lombar máxima = $-16 - 1.06 \times \text{declive sacral}$ ⁷⁰ ($R^2=0.74$) e lordose lombar = $(\text{declive sacral} \times 1.087) + 21.61^\circ (\pm 4.16^\circ)$ ³⁹. A equação do modelo proposto identificada nesse estudo para ortostase foi: $\text{declive sacral} = 0,61 \times \text{lordose lombar} + 4,61$ ($R^2 = 0,663$), e para decúbito dorsal foi: $\text{declive sacral} = 0,67 \times \text{lordose lombar} + 6,2$ ($R^2 = 0,81$). Também já foi demonstrada a relação entre a lordose lombar total e L4-S1, sendo $L4-S1 = \text{lordose lombar} \times 0,66$ ³⁴. Neste estudo foi encontrado: $L4-S1 = 0,4124 \times \text{lordose lombar} + 13,559$ ($R^2 = 0,4299$) na ortostase e $L4-S1 = 0,4748 \times \text{lordose lombar} + 12,653$. ($R^2 = 0,532$) em decúbito dorsal.

Também foram identificadas as seguintes relações: em ortostase – $L1-L4 = 0,5876 \times \text{lordose lombar} - 13,559$ ($R^2 = 0,6048$); e em decúbito dorsal – $L1-L4 = 0,5272 \times \text{lordose lombar} - 12,449$ ($R^2 = 0,5782$), e $L4-S1 = 0,6578 \times \text{lordose lombar} + 10,137$ ($R^2 = 0,5616$). Em ambas as atitudes o R^2 das equações feitas em decúbito dorsal e as que envolviam o segmento lombar proximal era superior na maioria das vezes em relação às obtidas em ortostase e ao segmento lombar distal.

A utilidade cirúrgica destas mudanças pode ser aplicada

quando, por exemplo, ao se utilizar o suporte de Hastings, o paciente assume a postura semelhante ao sentado, reduzindo a lordose e rodando a pelve posteriormente, e na mesa de Jackson, que se assemelha a atitude em ortostase, a lordose praticamente se mantém ⁷¹.

Não foram identificados trabalhos que utilizavam a razão do valor angular na literatura. Foi proposto a utilização de razão pois demonstrava de forma rápida e simples se havia aumento (>1) ou redução (<1), e, sabendo que os parâmetros espinopélvicos podem variar muito seus valores e mesmo assim continuarem fisiológicos, o valor absoluto em graus maior ou menor poderia erroneamente transmitir a ideia de uma maior ou menor flexibilidade (por exemplo, uma mudança de 10 graus da lordose lombar de um paciente com declive sacral elevado poderia parecer mais significativa do que a mudança de 5 graus na lordose lombar de um paciente com declive sacral menor).

A maior parte dos pacientes apresenta redução das angulações em decúbito dorsal. Como o declive sacral está relacionado às demais medidas, ele também reduz em 2/3 dos casos. Lordose lombar e L1-L4 reduzem em mais do que 90% dos casos, L4-S1 e L4-L5 reduzem acerca de 75% dos casos e L5-S1 não segue um padrão, podendo reduzir ou aumentar, de acordo com os valores citados, mesmo sendo o maior responsável pela composição da lordose em decúbito. Considerando a semelhança entre esses grupos aos pares que possuem redução, avaliando-se os subgrupos que apresentam redução na angulação na tabela 8 (subgrupo L1-L4 dentro do grupo LL / subgrupo LL dentro do grupo L1-L4, e subgrupo L4-L5 dentro do grupo L4-S1 e subgrupo L4-S1 dentro do grupo L4-L5) foi evidenciado que possuem os subgrupos com N idênticos (L1-L4/LL – subgrupo com redução tem 149 e L4-L5/L4-S1 – 106).

Como já citado anteriormente, a correlação angular entre declive sacral e lordose lombar já é reconhecida na literatura. Neste estudo também foi demonstrado que a variação de ângulo em graus que

essas duas medidas apresentam ao se mudar de ortostase para supino (padrão de adaptação), também apresenta correlação. Foi também demonstrada alta correlação entre a adaptação do segmento L4-S1 e as duas medidas citadas.

Foi possível se estabelecer modelos propostos adequados para a relação entre a adaptação do declive sacral e a adaptação da lordose lombar, e entre a adaptação da lordose lombar e a adaptação de L4-S1, apresentando altos valores para os coeficientes de determinação conforme demonstrado anteriormente neste estudo.

Quando ocorre redução de qualquer uma das angulações medidas, incluindo dos valores mais globais como o declive sacral e a lordose lombar, todas as demais variáveis respondem também reduzindo, de forma significativa em quase todas as situações. Quando ocorre o aumento dos valores das medidas, existem adaptações não padronizadas nos demais níveis, demonstrando que para se obter cada mudança, existe um determinado mecanismo de resposta.

O segmento L1-L4 funciona como um segmento de compensação. Quando os outros segmentos aumentam, ele foi o único que sempre sofre redução. E quando ele aumenta, todos os outros sofrem redução.

O segmento L4-S1, que pode ser decomposto em segmentos L4-L5 e L5-S1, seguiu a tendência destes subgrupos que apresentavam variação com significância estatística, ou seja, quando L5-S1, como subgrupo, aumentou de forma significativa, L4-S1 também aumentou. Quando L4-L5, como subgrupo, reduziu de forma significativa, L4-S1 também reduziu. Quando L4-S1 aumenta, a lordose diminui pela influência de L1-L4 que sofre redução.

O mecanismo utilizado de forma evidente para o aumento das medidas que incluem mais segmentos como a lordose lombar global e o segmento L4-S1, foi o aumento da contribuição do segmento L5-S1 que mantém seu valor angular inalterado.

Não foi evidenciado que os padrões de adaptação avaliados poderiam ser considerados como mecanismo para a presença de lesão específica dos discos intervertebrais L4-L5 ou L5-S1, mas sim para a ausência destas lesões, sendo que quando os grupos apresentam redução ou os grupos L1-L4 e L5-S1 apresentam aumento, a ausência de lesão discal L4-L5 ou L5-S1 ocorre de forma significativa em todos os casos. O aumento do declive sacral e L4-L5, ou a redução dos demais (LL, L1-L4 ou L5-S1) esteve relacionado a presença de lesão em algum disco lombar em quase todos os casos.

Dentro dos grupos que fletem (adaptação <1), o subgrupo L4-L5 fletir foi um fator de proteção para os discos L4-L5 ou L5-S1 isoladamente ou associada a outras lesões discais lombares. A mesma ausência de lesões ocorre quando o subgrupo L5-S1 flete ou estende, não podendo ser considerado um fator de lesão / proteção. O subgrupo L4-L5 estender se manifestou como fator de proteção para o disco L4-L5 isolado. O grupo declive sacral aumentar (sofrer anteversão) são fatores de proteção para o disco L4-L5 e L5-S1 isoladamente e fator de risco para a presença de qualquer lesão discal lombar.

Já se demonstrou que a degeneração discal e a herniação discal estão relacionadas a incidência pélvica e ao declive sacral reduzidos ⁷², sendo que o tipo 2 de Roussouly está relacionado a herniação em jovens ⁷³ e apresenta mais degeneração no nível L4-L5 quando comparado ao tipo 4 ⁷⁴. Não foi encontrada diferença de degeneração lombar entre os tipos de Roussouly em pacientes assintomáticos ⁷⁵.

Neste estudo, pacientes com menor declive sacral estão mais relacionados a qualquer lesão discal lombar de forma significativa, porém por mais que não haja diferença estatística, os grupos com maior declive sacral também apresentam mais de metade dos pacientes com alguma lesão discal (50,9%). É possível que um menor declive sacral associada a uma menor lordose, com força resultante no sentido axial na coluna

lombar, não seja o único fator de risco para a lesão discal.

Mesmo que os pacientes sejam divididos em grande ou pequeno declive sacral, o padrão de adaptação mais comum foi em flexão.

E fazendo uma subdivisão dos grupos de Roussouly individualmente, continua a ideia de que há a tendência de flexão quando o declive sacral foi alto. Ocorre uma maioria de casos de anteversão pélvica em pacientes com declive sacral baixo (Roussouly 2), sem significância estatística.

Pacientes com maior declive sacral e consequente maior lordose lombar / maiores angulações segmentares lombares em ortostate, ao ficarem em decúbito dorsal, podem se apoiar sobre a pelve causando uma força de rotação posterior da mesma,⁵⁰ e talvez por isso que dentre os grupos que fletam a coluna lombar e apresentam retroversão pélvica, foi comum se identificar pacientes dos grupos Roussouly 3 e 4

Como demonstrado na tabela 1 e 5, somente L5-S1 não tem redução angular ou tendência a um padrão de adaptação em flexão, sendo que todos os demais tendem a redução do valor angular e a adaptação em flexão de forma significativa. E mesmo assim foram identificados pacientes que sofreram anteversão da pelve com aumento do declive sacral, da lordose total e de L1-L4. Destes, a maioria pertencia aos tipos 1 e 2 de Roussouly, e quando houve aumento de L4-5, L5-S1 e L4-S1, a maioria pertencia aos tipos 3 e 4 de Roussouly.

Foi mais comum se identificar flexão dos segmentos dos pacientes com maiores angulações (tipos 3 e 4 de Roussouly) e foi mais comum se identificar extensão da toda a lordose, pelve e lordose proximal, nos pacientes com menores angulações (tipos 1 e 2 de Roussouly), como se o movimento ocorresse em busca de um valor intermediário. Nos tipos 1 e 2, a pelve sofre anteversão e a lordose lombar se adapta a ela, principalmente a custas de L1-L4. A lordose proximal se adapta à coluna lombar ao se deitar.

Em outro estudo, a tendência era a de flexão de L5-S1 e da lordose lombar em pacientes com Roussouly 3 em decúbito concordando com nossos resultados. Porém, em oposição, foi identificada aumento da lordose em Roussouly 1, 2 e 4. Essa diferença pode ter ocorrido devido ao fato das RMN terem sido feitas com os pacientes com os joelhos fletidos no estudo em questão ⁷⁶.

Não foi possível se encontrar um valor de corte para as medidas avaliadas em ortostase ou decúbito dorsal que identificasse pacientes com lesão discal. Pacientes com valores menores de L4-L5 na radiografia se encontram no grupo com maior presença de alguma lesão discal lombar, da mesma forma que os pacientes que se adaptavam com menor redução de L4-L5, de forma significativa. Uma possível explicação inicial seria que valores inicialmente baixos (em ortostase) se adaptariam com aumento de seus valores angulares, ao se mudar para o decúbito, como proposto para a adaptação em “oposição” de valores inicialmente baixos com consequente adaptação com aumento angular para os tipos de Roussouly.

A média de idade era maior no grupo dos pacientes sem lesão discal lombar. Talvez a indicação do exame de ressonância seria a dor cuja etiologia pode ser distinta se comparada à possível etiologia dos pacientes mais jovens, como síndrome facetaria ou dor miofascial.

Já foi demonstrado que não há relação entre a idade e a rigidez dos níveis ⁷⁷, já que a mobilidade no nível aumenta com a progressão da degeneração discal, reduzindo novamente apenas no estágio final ^{78, 79, 80}. Os osteófitos podem ⁸⁰ ou não ⁷⁸ reduzir a mobilidade dos níveis. Ambos os sexos têm aumento de mobilidade com a degeneração da cartilagem e redução de mobilidade quando tem esclerose subcondral ⁷⁸. Os níveis no sexo feminino são mais flexíveis ^{97, 81, 82}.

Já é reconhecida a etiologia multifatorial para a degeneração discal, sendo que o sexo feminino ^{93, 94}, maior idade ⁹⁵, níveis mais distais e genética ⁸⁶ são frequentemente reconhecidos, assim como inúmeros

outros fatores já demonstrados ^{86, 87, 88, 89}.

O padrão de adaptação ou a presença de lesões não tinha relação com o sexo dos pacientes avaliados.

6. CONCLUSÕES

O segmento L1-L4 foi responsável pela adaptação da lordose em ortostase e L4-S1/L4-L5 pela adaptação em decúbito dorsal. O segmento L4-S1 praticamente não muda seu valor angular total ao se ficar em decúbito dorsal, principalmente L5-S1. Porém como o segmento L1-L4 sofre redução do valor angular ao se mudar para a posição supina, L4-S1 se torna o responsável pela maior contribuição na lordose total. A tendência de todos os segmentos ao ficar em decúbito dorsal foi o de flexão.

A capacidade de adaptação é intrínseca à coluna e pode ter relação com as lesões discais.

A coluna se adapta no sentido de encontrar um ponto intermediário para a rotação pélvica, coluna lombar e segmento lombar proximal. A retroversão da pelve foi mecanismo de adaptação para declives sacrais elevados e a anteversão para o oposto.

O padrão de adaptação foi uma característica independente do sexo e da idade do paciente.

Recomendações para estudos futuros:

- Avaliar as mesmas medidas em radiografias em perfil de pacientes em ortostase em flexão e extensão de coluna lombossacra, buscando também se identificar quais são os mecanismos de adaptação,
- Avaliar as mesmas medidas com pacientes que realizaram artrodese ou do segmento proximal da coluna (L1-L4) ou do segmento discal (L4-L5 e L5-S1), pois, por serem os mecanismos de maior adaptação, tentar se identificar quais são as estruturas que assumem as determinadas funções e se isso influencia no risco de lesão discal devido a sobrecarga. Pode ser feito por exemplo um estudo de pacientes tratados cirurgicamente de escoliose idiopática com fusão até L4 distalmente, medir a angulação de L1-L4 e tentar relacionar com a presença ou não de degeneração dos

níveis distais, ou manifestações clínicas de sobrecarga/degeneração.

- Tentar se avaliar a fixação dos segmentos proximais ou distais da coluna em valores angulares intermediários a ortostase e ao decúbito dorsal, para buscar a proteção ou prevenção de lesão de níveis adjacentes, ou manifestações clínicas de sobrecarga/degeneração.
- Avaliar se pacientes que pertencem aos tipos 1 e 2 de Roussouly apresentam anteversão pélvica ao se mudar de ortostase para o decúbito dorsal, realizando um estudo com N maior.
- Incluir no exame admissional a radiografia lombar em ortostase e decúbito, e caso o paciente evolua para sintomas, avaliar a presença de lesão discal de acordo com fluxograma (lesão relacionada ao trabalho ou de origem biomecânica?)
- Realizar um estudo com metodologia semelhante, porém em pacientes assintomáticos.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Choufani E, Jouve JL, Pomero V, Adalian P, Chaumoitre K, Panuel M. Lumbosacral lordosis in fetal spine: genetic or mechanic parameter. Eur Spine J. 2009 Sep;18(9):1342-8. doi: 10.1007/s00586-009-1012-y. Epub 2009 Apr 24. PMID: 19390872; PMCID: PMC2899532.
2. Been E, Kalichman L. Lumbar lordosis. Spine J. 2014;14(1):87-97. doi:10.1016/j.spinee.2013.07.464.
3. Reichmann S, Lewin T. The development of the lumbar lordosis. A post mortem study on excised lumbar spines. Arch Orthop Unfallchir. 1971;69(3):275-285. doi:10.1007/BF00416265.
4. Kalichman L, Li L, Hunter DJ, Been E. Association between computed tomography-evaluated lumbar lordosis and features of spinal degeneration, evaluated in supine position. Spine J. 2011;11(4):308-315. doi:10.1016/j.spinee.2011.02.010.
5. Been E, Barash A, Pessah H, Peleg S. A New Look at the Geometry of the Lumbar Spine. Spine (Phila Pa 1976). 2010 Sep 15;35(20):E1014-7. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181ddd433.
6. Shefi S, Soudack M, Konen E, Been E. Development of the lumbar lordotic curvature in children from age 2 to 20 years. Spine (Phila

- Pa 1976). 2013 May 1;38(10):E602-8. doi: 10.1097/BRS.0b013e31828b666b.
7. Cil A, Yazici M, Uzumcugil A, et al. The evolution of sagittal segmental alignment of the spine during childhood. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005;30(1):93-100.
8. Masharawi Y, Kjaer P, Manniche C, Bendix T. Lumbar sagittal shape variation vis-à-vis sex during growth: a 3-year follow-up magnetic resonance imaging study in children from the general population. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2012;37(6):501-507. doi:10.1097/BRS.0b013e3182241b04.
9. Cunningham DJ. 1886. The lumbar curve in man and apes. *Nature* 33:378–379.
10. Been E, Pessah H, Been L, Tawil A, Peleg S. New method for predicting the lumbar lordosis angle in skeletal material. *Anat Rec (Hoboken)*. 2007;290(12):1568-1573. doi:10.1002/ar.20607.
11. Shefi S, Soudack M, Konen E, Been E. Development of the lumbar lordotic curvature in children from age 2 to 20 years. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013 May 1;38(10):E602-8. doi: 10.1097/BRS.0b013e31828b666b.
12. Mac-Thiong JM, Labelle H, Roussouly P. Pediatric sagittal alignment. *Eur Spine J*. 2011 Sep;20 Suppl 5(Suppl 5):586-90. doi: 10.1007/s00586-011-1925-0. Epub 2011 Aug 3. PMID: 21811824; PMCID: PMC3175924.
13. Willner S, Johnson B. Thoracic kyphosis and lumbar lordosis during the growth period in children. *Acta Paediatr Scand*. 1983;72(6):873-878. doi:10.1111/j.1651-2227.1983.tb09833.x.
14. Fernand R, Fox DE. Evaluation of lumbar lordosis. A prospective and retrospective study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1985 Nov;10(9):799-803. doi: 10.1097/00007632-198511000-00003. PMID: 4089653.
15. Jackson RP, McManus AC. Radiographic analysis of sagittal plane alignment and balance in standing volunteers and patients with low back pain matched for age, sex, and size. A prospective controlled clinical study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1994 Jul 15;19(14):1611-8. doi: 10.1097/00007632-199407001-00010. PMID: 7939998.
16. Iyer S, Lenke LG, Nemani VM, Albert TJ, Sides BA, Metz LN, Cunningham ME, Kim HJ. Variations in Sagittal Alignment Parameters Based on Age: A Prospective Study of Asymptomatic Volunteers Using Full-Body Radiographs. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2016 Dec 1;41(23):1826-1836. doi: 10.1097/BRS.0000000000001642. PMID: 27111763.

17. Mendoza-Lattes S, Ries Z, Gao Y, Weinstein SL. Natural history of spinopelvic alignment differs from symptomatic deformity of the spine. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010;35(16):E792-E798. doi:10.1097/BRS.0b013e3181d35ca9.
18. Hay O, Dar G, Abbas J, et al. The Lumbar Lordosis in Males and Females, Revisited. *PLoS One*. 2015;10(8):e0133685. Published 2015 Aug 24. doi:10.1371/journal.pone.0133685.
19. Whitcome KK, Shapiro LJ, Lieberman DE. Fetal load and the evolution of lumbar lordosis in bipedal hominins [published correction appears in *Nature*. 2012 Jul 5;487(7405):128]. *Nature*. 2007;450(7172):1075-1078. doi:10.1038/nature06342.
20. Hirabayashi Y, Shimizu R, Fukuda H, Saitoh K, Furuse M. Anatomical configuration of the spinal column in the supine position. II. Comparison of pregnant and non-pregnant women. *Br J Anaesth*. 1995 Jul;75(1):6-8. doi: 10.1093/bja/75.1.6. PMID: 7669471.
21. Legaye J, Duval-Beaupère G, Hecquet J, Marty C (1998) Pelvic incidence: a fundamental pelvic parameter for three-dimensional regulation of spinal sagittal curves. *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc* 7:99–103.
22. Duval-Beaupère G, Schmidt C, Cosson P (1992) A Barycentremetric study of the sagittal shape of spine and pelvis: the conditions required for an economic standing position. *Ann Biomed Eng* 20:451–462.
23. Le Huec JC, Demezon H, Aunoble S (2015) Sagittal parameters of global cervical balance using EOS imaging: normative values from a prospective cohort of asymptomatic volunteers. *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc* 24:63–71. <https://doi.org/10.1007/s00586-014-3632-0D>.
24. Le Huec JC, Thompson W, Mohsinaly Y, Barrey C, Faundez A. Sagittal balance of the spine [published correction appears in *Eur Spine J*. 2019 Aug 26;:]. *Eur Spine J*. 2019;28(9):1889-1905. doi:10.1007/s00586-019-06083-1.
25. Pope MH, Panjabi M. Biomechanical definitions of spinal instability. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1985;10(3):255-256. doi:10.1097/00007632-198504000-00013.
26. Leivseth G, Brinckmann P, Frobin W, Johnsson R, Strömquist B. Assessment of sagittal plane segmental motion in the lumbar spine. A comparison between distortion-compensated and stereophotogrammetric roentgen analysis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1998 Dec 1;23(23):2648-55. doi: 10.1097/00007632-199812010-00021. PMID: 9854765.

27. Muto M, Giurazza F, Guarnieri G, Senese R, Schena E, Zeccolini F, Diano A. Dynamic MR in patients affected by neurogenical claudication: technique and results from a single-center experience. *Neuroradiology*. 2016 Aug;58(8):765-70. doi: 10.1007/s00234-016-1697-7. Epub 2016 May 21. PMID: 27209418.
28. Masharawi Y, Kjaer P, Manniche C, Bendix T. Lumbar sagittal shape variation vis-à-vis sex during growth: a 3-year follow-up magnetic resonance imaging study in children from the general population. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2012;37(6):501-507. doi:10.1097/BRS.0b013e3182241b04.
29. Tamura S, Takao M, Sakai T, Nishii T, Sugano N. Spinal factors influencing change in pelvic sagittal inclination from supine position to standing position in patients before total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2014 Dec;29(12):2294-7. doi: 10.1016/j.arth.2013.11.014. Epub 2013.
30. Frenkel MB, Frey CD, Renfrow JJ, Wolfe SQ, Powers AK, Branch CL. A call for consistent radiographic definition of lumbar lordosis. *J Neurosurg Spine*. 2018 Aug;29(2):231-234. doi: 10.3171/2017.11.SPINE17976. Epub 2018 May 4.
31. Stagnara P, De Mauroy JC, Dran G, Gonon GP, Costanzo G, Dimnet J, Pasquet A. Reciprocal angulation of vertebral bodies in a sagittal plane: approach to references for the evaluation of kyphosis and lordosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1982 Jul-Aug;7(4):335-42. doi: 10.1097/00007632-198207000-00003. PMID: 7135066.
32. Le Huec JC, Thompson W, Mohsinaly Y, Barrey C, Faundez A. Sagittal balance of the spine [published correction appears in *Eur Spine J*. 2019 Aug 26;:]. *Eur Spine J*. 2019;28(9):1889-1905. doi:10.1007/s00586-019-06083-1.
33. Pfirrmann CW, Metzdorf A, Zanetti M, Hodler J, Boos N. Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001;26(17):1873-1878. doi:10.1097/00007632-200109010-00011.
34. Roussouly P, Pinheiro-Franco JL. Sagittal parameters of the spine: biomechanical approach. *Eur Spine J*. 2011;20 Suppl 5(Suppl 5):578-585. doi:10.1007/s00586-011-1924-1.
35. Roussouly P, Nnadi C. Sagittal plane deformity: an overview of interpretation and management. *Eur Spine J*. 2010;19(11):1824-1836. doi:10.1007/s00586-010-1476-9.
36. Yukawa Y, Kato F, Suda K, Yamagata M, Ueta T, Yoshida M. Normative data for parameters of sagittal spinal alignment in healthy subjects: an analysis of gender specific differences and changes with aging in 626 asymptomatic individuals. *Eur Spine J*. 2018

- Feb;27(2):426-432. doi: 10.1007/s00586-016-4807-7. Epub 2016 Oct 22. PMID: 27771788.
37. Le Huec JC, Hasegawa K. Normative values for the spine shape parameters using 3D standing analysis from a database of 268 asymptomatic Caucasian and Japanese subjects. *Eur Spine J.* 2016 Nov;25(11):3630-3637. doi: 10.1007/s00586-016-4485-5. Epub 2016 Mar 7. PMID: 26951168.
 38. Vialle R, Levassor N, Rillardon L, Templier A, Skalli W, Guigui P. Radiographic analysis of the sagittal alignment and balance of the spine in asymptomatic subjects. *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87(2):260-267. doi:10.2106/JBJS.D.02043.
 39. Legaye J, Duval-Beaupère G. Sagittal plane alignment of the spine and gravity: a radiological and clinical evaluation. *Acta Orthop Belg.* 2005 Apr;71(2):213-20. PMID: 16152857.
 40. Chaléat-Valayer E, Mac-Thiong JM, Paquet J, Berthonnaud E, Siani F, Roussouly P. Sagittal spino-pelvic alignment in chronic low back pain. *Eur Spine J.* 2011 Sep;20 Suppl 5(Suppl 5):634-40. doi: 10.1007/s00586-011-1931-2. Epub 2011 Aug 26. PMID: 21870097; PMCID: PMC3175927.
 41. Levine D, Whittle MW. The effects of pelvic movement on lumbar lordosis in the standing position. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1996 Sep;24(3):130-5. doi: 10.2519/jospt.1996.24.3.130. PMID: 8866271.
 42. Le Huec JC, Hasegawa K. Normative values for the spine shape parameters using 3D standing analysis from a database of 268 asymptomatic Caucasian and Japanese subjects. *Eur Spine J.* 2016 Nov;25(11):3630-3637. doi: 10.1007/s00586-016-4485-5. Epub 2016 Mar 7. PMID: 26951168.
 43. Schwab F, Lafage V, Patel A, Farcy JP. Sagittal plane considerations and the pelvis in the adult patient. *Spine (Phila Pa 1976).* 2009 Aug 1;34(17):1828-33. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181a13c08. PMID: 19644334.
 44. Roussouly P, Pinheiro-Franco JL. Sagittal parameters of the spine: biomechanical approach. *Eur Spine J.* 2011;20 Suppl 5(Suppl 5):578-585. doi:10.1007/s00586-011-1924-1.
 45. Williams LA. Measurements of lumbopelvic lordosis using the pelvic radius technique as it correlates with sagittal spinal balance and sacral translation. *Spine J.* 2002 Nov-Dec;2(6):421-9.
 46. Troyanovich SJ, Cailliet R, Janik TJ, Harrison DD, Harrison DE. Radiographic mensuration characteristics of the sagittal lumbar spine from a normal population with a method to synthesize prior studies of lordosis. *J Spinal Disord.* 1997 Oct;10(5):380-6. PMID: 9355053.

47. Gardocki RJ, Watkins RG, Williams LA. Measurements of lumbopelvic lordosis using the pelvic radius technique as it correlates with sagittal spinal balance and sacral translation. *Spine J*. 2002 Nov-Dec;2(6):421-9.
48. Lee ES, Ko CW, Suh SW, Kumar S, Kang IK, Yang JH. The effect of age on sagittal plane profile of the lumbar spine according to standing, supine, and various sitting positions. *J Orthop Surg Res*. 2014 Feb 27;9(1):11. doi: 10.1186/1749-799X-9-11. PMID: 24571953; PMCID: PMC3974054.
49. Rodríguez-Soto AE, Jaworski R, Jensen A, Niederberger B, Hargens AR, Frank LR, Kelly KR, Ward SR. Effect of load carriage on lumbar spine kinematics. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013 Jun 1;38(13):E783-91. doi: 10.1097/BRS.0b013e3182913e9f. PMID: 23524870.
50. Hioki A, Miyamoto K, Sakai H, Shimizu K. Lumbar axial loading device alters lumbar sagittal alignment differently from upright standing position: a computed tomography study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010 Apr 20;35(9):995-1001. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181bb8188. PMID: 20139804.
51. Wisleder D, Smith MB, Mosher TJ, Zatsiorsky V. Lumbar spine mechanical response to axial compression load in vivo. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001 Sep 15;26(18):E403-9. doi: 10.1097/00007632-200109150-00004. PMID: 11547210.
52. Hioki A, Miyamoto K, Shimizu K, Inoue N. Test-retest repeatability of lumbar sagittal alignment and disc height measurements with or without axial loading: a computed tomography study. *J Spinal Disord Tech*. 2011 Apr;24(2):93-8. doi: 10.1097/BSD.0b013e3181dd611f. PMID: 21430497.
53. Weber CI, Hwang CT, van Dillen LR, Tang SY. Effects of standing on lumbar spine alignment and intervertebral disc geometry in young, healthy individuals determined by positional magnetic resonance imaging. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2019 May;65:128-134. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2019.04.010. Epub 2019 Apr 16. PMID: 31031229; PMCID: PMC6613826.
54. Wood KB, Kos P, Schendel M, Persson K. Effect of patient position on the sagittal-plane profile of the thoracolumbar spine. *J Spinal Disord*. 1996 Apr;9(2):165-9. PMID: 8793786.
55. Kimura S, Steinbach GC, Watenpaugh DE, Hargens AR. Lumbar spine disc height and curvature responses to an axial load generated by a compression device compatible with magnetic resonance imaging. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001;26(23):2596-2600. doi:10.1097/00007632-200112010-00014.

56. Rodríguez-Soto AE, Berry DB, Palombo L, Valaik E, Kelly KR, Ward SR. Effect of Load Magnitude and Distribution on Lumbar Spine Posture in Active-duty Marines. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2017 Mar;42(5):345-351. doi: 10.1097/BRS.0000000000001742. PMID: 27310023.
57. Shymon S, Hargens AR, Minkoff LA, Chang DG. Body posture and backpack loading: an upright magnetic resonance imaging study of the adult lumbar spine. *Eur Spine J*. 2014 Jul;23(7):1407-13. doi: 10.1007/s00586-014-3247-5. Epub 2014 Mar 12. PMID: 24619606; PMCID: PMC6339990.
58. Tarantino U, Fanucci E, Iundusi R, Celi M, Altobelli S, Gasbarra E, Simonetti G, Manenti G. Lumbar spine MRI in upright position for diagnosing acute and chronic low back pain: statistical analysis of morphological changes. *J Orthop Traumatol*. 2013 Mar;14(1):15-22. doi: 10.1007/s10195-012-0213-z. Epub 2012 Sep 16. PMID: 22983676; PMCID: PMC3585839.
59. Chevillotte T, Coudert P, Cawley D, Bouloussa H, Mazas S, Boissière L, Gille O. Influence of posture on relationships between pelvic parameters and lumbar lordosis: Comparison of the standing, seated, and supine positions. A preliminary study. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2018 Sep;104(5):565-568. doi: 10.1016/j.otsr.2018.06.005. Epub 2018 Jul 31. Erratum in: *Orthop Traumatol Surg Res*. 2019 Feb;105(1):197. PMID: 30009961.
60. Mauch F, Jung C, Huth J, Bauer G. Changes in the lumbar spine of athletes from supine to the true-standing position in magnetic resonance imaging. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010 Apr 20;35(9):1002-7. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181bdb2d3. PMID: 20407340.
61. Hirasawa Y, Bashir WA, Smith FW, Magnusson ML, Pope MH, Takahashi K. Postural changes of the dural sac in the lumbar spines of asymptomatic individuals using positional stand-up magnetic resonance imaging. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007 Feb 15;32(4):E136-40. doi: 10.1097/01.brs.0000255202.94153.ca. PMID: 17304123.
62. Hansen BB, Hansen P, Christensen AF, Trampedach C, Rasti Z, Bliddal H, Boesen M. Reliability of standing weight-bearing (0.25T) MR imaging findings and positional changes in the lumbar spine. *Skeletal Radiol*. 2018 Jan;47(1):25-35. doi: 10.1007/s00256-017-2746-y. Epub 2017 Aug 15. PMID: 28812185.
63. Wessberg P, Danielson BI, Willén J. Comparison of Cobb angles in idiopathic scoliosis on standing radiographs and supine axially loaded MRI. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006 Dec 15;31(26):3039-44. doi: 10.1097/01.brs.0000249513.91050.80. PMID: 17173001.

64. Madsen R, Jensen TS, Pope M, Sørensen JS, Bendix T. The effect of body position and axial load on spinal canal morphology: an MRI study of central spinal stenosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2008 Jan 1;33(1):61-7. doi: 10.1097/BRS.0b013e31815e395f. PMID: 18165750.
65. Benditz A, Boluki D, Weber M, Zeman F, Grifka J, Völlner F. Comparison of Lumbar Lordosis in Lateral Radiographs in Standing Position with supine MR Imaging in consideration of the Sacral Slope. *Rofo*. 2017 Mar;189(3):233-239. English. doi: 10.1055/s-0042-120112. Epub 2016 Dec 21. PMID: 28002853.
66. Uemura K, Takao M, Otake Y, et al. Change in Pelvic Sagittal Inclination From Supine to Standing Position Before Hip Arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2017;32(8):2568-2573. doi:10.1016/j.arth.2017.03.015.
67. Endo K, Suzuki H, Tanaka H, Kang Y, Yamamoto K. Sagittal spinal alignment in patients with lumbar disc herniation. *Eur Spine J*. 2010 Mar;19(3):435-8. doi: 10.1007/s00586-009-1240-1. Epub 2009 Dec 20. PMID: 20091188; PMCID: PMC2899756.
68. Hansen BB, Bendix T, Grindsted J, Bliddal H, Christensen R, Hansen P, Riis RG, Boesen M. Effect of Lumbar Disc Degeneration and Low-Back Pain on the Lumbar Lordosis in Supine and Standing: A Cross-Sectional MRI Study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2015 Nov;40(21):1690-6. doi: 10.1097/BRS.0000000000001120. PMID: 26502098.
69. Vaz G, Roussouly P, Berthonnaud E, Dimnet J. Sagittal morphology and equilibrium of pelvis and spine. *Eur Spine J*. 2002;11(1):80-87. doi:10.1007/s005860000224.
70. Vialle R, Levassor N, Rillardon L, Templier A, Skalli W, Guigui P. Radiographic analysis of the sagittal alignment and balance of the spine in asymptomatic subjects. *J Bone Joint Surg Am*. 2005;87(2):260-267. doi:10.2106/JBJS.D.02043.
71. Peterson MD, Nelson LM, McManus AC, Jackson RP. The effect of operative position on lumbar lordosis. A radiographic study of patients under anesthesia in the prone and 90-90 positions. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1995 Jun 15;20(12):1419-24. PMID: 7676342.
72. Barrey C, Jund J, Nosedà O, Roussouly P. Sagittal balance of the pelvis-spine complex and lumbar degenerative diseases. A comparative study about 85 cases. *Eur Spine J*. 2007 Sep;16(9):1459-67. doi: 10.1007/s00586-006-0294-6. Epub 2007 Jan 9. PMID: 17211522; PMCID: PMC2200735.

73. Beck, J., Brisby, H., Baranto, A. et al. Low lordosis is a common finding in young lumbar disc herniation patients. *J EXP ORTOP* 7, 38 (2020). <https://doi.org/10.1186/s40634-020-00253-7>.
74. Menezes-Reis R, Bonugli GP, Dalto VF, da Silva Herrero CFP, Defino HLA, Nogueira-Barbosa MH. Association Between Lumbar Spine Sagittal Alignment and L4-L5 Disc Degeneration Among Asymptomatic Young Adults. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2016 Sep 15;41(18):E1081-E1087. doi: 10.1097/BRS.0000000000001568. PMID: 26987107.
75. Wang B, Shi Y, Chen B, Shao Z, Chen L, Lin J, Huang C, Yan Y, Wang X. No evidence of a correlation between lumbar spinal subtypes and intervertebral disc degeneration among asymptomatic middle-aged and aged patients. *Exp Ther Med*. 2020 Oct;20(4):2993-3000. doi: 10.3892/etm.2020.9055. Epub 2020 Jul 27. PMID: 32855665; PMCID: PMC7444345.
76. Benditz A, Boluki D, Weber M, Zeman F, Grifka J, Völlner F. Comparison of Lumbar Lordosis in Lateral Radiographs in Standing Position with supine MR Imaging in consideration of the Sacral Slope. *Rofo*. 2017 Mar;189(3):233-239. English. doi: 10.1055/s-0042-120112. Epub 2016 Dec 21. PMID: 28002853.
77. Nachemson AL, Schultz AB, Berkson MH. Mechanical properties of human lumbar spine motion segments. Influence of age, sex, disc level, and degeneration. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1979;4(1):1-8. doi:10.1097/00007632-197901000-00001.
78. Fujiwara A, Lim TH, An HS, Tanaka N, Jeon CH, Andersson GB, Haughton VM. The Effect of Disc Degeneration and Facet Joint Osteoarthritis on the Segmental Flexibility of the Lumbar Spine. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2000 Dec 1;25(23):3036-44.
79. Kong MH, Hymanson HJ, Song KY, et al. Kinetic magnetic resonance imaging analysis of abnormal segmental motion of the functional spine unit. *J Neurosurg Spine*. 2009;10(4):357-365. doi:10.3171/2008.12.SPINE08321.
80. Galbusera F, van Rijsbergen M, Ito K, Huyghe JM, Brayda-Bruno M, Wilke HJ. Ageing and degenerative changes of the intervertebral disc and their impact on spinal flexibility. *Eur Spine J*. 2014;23 Suppl 3:S324-S332. doi:10.1007/s00586-014-3203-4.
81. Muriuki MG, Havey RM, Voronov LI, Carandang G, Zindrick MR, Lorenz MA, Lomasney L, Patwardhan AG. Effects of motion segment level, Pfirrmann intervertebral disc degeneration grade and gender on lumbar spine kinematics. *J Orthop Res*. 2016 Aug;34(8):1389-98. doi: 10.1002/jor.23232. Epub 2016 Apr 6. PMID: 26990567.

82. Cook DJ, Yeager MS, Cheng BC. Range of motion of the intact lumbar segment: a multivariate study of 42 lumbar spines. *Int J Spine Surg*. 2015 Mar 5;9:5. doi: 10.14444/2005. PMID: 25785241; PMCID: PMC4360610.
83. Wang YX, Griffith JF, Ma HT, Kwok AW, Leung JC, Yeung DK, Ahuja AT, Leung PC. Relationship between gender, bone mineral density, and disc degeneration in the lumbar spine: a study in elderly subjects using an eight-level MRI-based disc degeneration grading system. *Osteoporos Int*. 2011 Jan;22(1):91-6. doi: 10.1007/s00198-010-1200-y. Epub 2010 Mar 30. PMID: 20352410.
84. Teraguchi M, Yoshimura N, Hashizume H, Yamada H, Oka H, Minamide A, Nagata K, Ishimoto Y, Kagotani R, Kawaguchi H, Tanaka S, Akune T, Nakamura K, Muraki S, Yoshida M. Progression, incidence, and risk factors for intervertebral disc degeneration in a longitudinal population-based cohort: the Wakayama Spine Study. *Osteoarthritis Cartilage*. 2017 Jul;25(7):1122-1131. doi: 10.1016/j.joca.2017.01.001. Epub 2017 Jan 13. PMID: 28089899.
85. Hassett G, Hart DJ, Manek NJ, Doyle DV, Spector TD. Risk factors for progression of lumbar spine disc degeneration: the Chingford Study. *Arthritis Rheum*. 2003 Nov;48(11):3112-7. doi: 10.1002/art.11321. PMID: 14613273.
86. Siemionow K, An H, Masuda K, Andersson G, Cs-Szabo G. The effects of age, sex, ethnicity, and spinal level on the rate of intervertebral disc degeneration: a review of 1712 intervertebral discs. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2011 Aug 1;36(17):1333-9. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181f2a177. PMID: 21217432; PMCID: PMC3117081.
87. Elfering A, Semmer N, Birkhofer D, Zanetti M, Hodler J, Boos N. Risk factors for lumbar disc degeneration: a 5-year prospective MRI study in asymptomatic individuals. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2002 Jan 15;27(2):125-34. doi: 10.1097/00007632-200201150-00002. PMID: 11805656.
88. Luoma K, Riihimäki H, Raininko R, Luukkonen R, Lamminen A, Viikari-Juntura E. Lumbar disc degeneration in relation to occupation. *Scand J Work Environ Health*. 1998 Oct;24(5):358-66. doi: 10.5271/sjweh.356. PMID: 9869307.
89. Hangai M, Kaneoka K, Kuno S, Hinotsu S, Sakane M, Mamizuka N, Sakai S, Ochiai N. Factors associated with lumbar intervertebral disc degeneration in the elderly. *Spine J*. 2008 Sep-Oct;8(5):732-40. doi: 10.1016/j.spinee.2007.07.392. Epub 2007 Nov 26. PMID: 18037353.