



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto

**Rodrigo Augusto do Amaral**

**Alterações morfológicas do músculo psoas maior em relação ao posicionamento do paciente**

Ribeirão Preto – SP

2023

**RODRIGO AUGUSTO DO AMARAL**

**Alterações morfológicas do músculo psoas maior em relação ao posicionamento do paciente**

**Versão Original**

Dissertação apresentada ao Programa de pós-graduação em Ciências da Saúde Aplicadas ao Aparelho Locomotor da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto para obtenção do título de Doutor em Ciências.

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

Ribeirão Preto –SP

2023

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte. autorizo também Catalogação da Publicação Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto.

Do Amaral, Rodrigo Augusto

Alterações morfológicas do músculo psoas maior em relação ao posicionamento do paciente. Ribeirão Preto,2023.

48 p.: il.; 30 cm

Tese de Doutorado, apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Ciências da Saúde Aplicadas ao Aparelho Locomotor.

Orientador: Herrero, Carlos Fernando Pereira da Silva.

1. Imagem por ressonância magnética. 2. Artrodese intersomática por via lateral. 3. Músculo psoas maior. 4. Plexo lombar

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Amaral ,Rodrigo Augusto do. **Alterações morfológicas do músculo psoas maior em relação ao posicionamento do paciente**

Tese apresentada ao Programa de pós-graduação em Ciências da Saúde Aplicadas ao Aparelho Locomotor da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

### Banca Examinadora

Prof. Dr.: \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Dr.: \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Dr.: \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

## **DEDICATÓRIA**

Dedico essa tese ao Professor Luiz Henrique de Mattos Pimenta, maior nome da cirurgia da coluna brasileira na atualidade.

Seu trabalho e genialidade abriram portas para o avanço da ciência em todo o mundo, suas invenções ajudaram a milhares de pacientes ao redor do globo e sua incansável batalha pelo avanço de nossa área, colocou e coloca o Brasil em lugar de destaque nas comunidades científicas internacionais.

No início dos anos 2000 desenvolveu a técnica de artrodese da coluna lombar minimamente invasiva por via lateral transpsoas e essa invenção, não só mudou o rumo da cirurgia da coluna mundialmente, como tornou possível a realização desta tese.

Homem obstinado pelo avanço da ciência, que por sua persistência e fidelidade a suas crenças travou inúmeras batalhas científicas ao longo de sua carreira e mostrou para todos que é possível fazer diferente e melhor a cada dia. Ousado e batalhador, nunca se curvou perante as críticas e avançou confiando em seus valores e propósitos.

Como meu maior mentor, me ensinou a ouvir atentamente aos meus pacientes e nunca me omitir da tarefa de curar quando possível e acolher sempre aos necessitados. Seus ensinamentos foram muito além de questões técnicas e científicas, com ele aprendi caráter, honra, compaixão e disciplina.

Essa dedicatória não é apenas o reconhecimento do trabalho de um grande profissional, mas também o meu muito obrigado pela imensurável colaboração na minha formação acadêmica e construção profissional.

Profissionalmente é uma grande honra poder chamá-lo de Mestre, pessoalmente é um enorme privilégio poder chamá-lo de Pai!

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a esta universidade, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram esse momento. Se hoje vislumbro um horizonte superior é porque este ambiente pautado no mérito e ética me proporcionaram meios para tal.

Obrigado professor Fernando Herrero, grande amigo, orientador e conselheiro. Agradeço sua confiança e dedicação inabalável. Por todos os momentos em que sua visão refinada e seu conhecimento diferenciado me guiaram pelo caminho correto, mas principalmente por todo o carinho e dedicação que somente um verdadeiro amigo poderia dedicar.

Agradeço a meu pai e minha mãe por sempre estarem presentes e me apoiarem na minha evolução profissional e acadêmica, sem vocês com certeza a tarefa não seria possível. A confiança integral de vocês em minha capacidade sempre foi à força que me fez acreditar e seguir em frente.

Sou grato a minha esposa Priscila que sempre me apoiou e incentivou em todas as minhas jornadas. Ombro amigo nos momentos de ansiedades e angústias, guerreira incansável. Seu apoio e admiração incondicional me deu segurança e determinação para perseguir esse objetivo.

Obrigado ao meu filho Joao Augusto e a minha filha Sofia, por serem compreensivos com os momentos que não estivemos juntos, com vocês aprendi que distancia não é ausência, e que admiração se conquista com exemplos. Minha eterna gratidão pelo apoio e meu enorme orgulho em participar da construção que vejo a cada dia expressa em vocês.

Finalmente agradeço a todos os colegas do Brazillian Spine Study Group (BSSG), em especial ao amigo Murilo Daher que gentilmente cedeu os estudos de imagem realizados nessa dissertação e com isso a tornou possível.

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

## EPÍGRAFE

“Os lábios da sabedoria estão fechados, exceto aos ouvidos do entendimento.”

**Hermes Trismegisto**

## RESUMO

DO AMARAL, Rodrigo Augusto. **Alterações morfológicas do músculo psoas maior em relação ao posicionamento do paciente.** 48 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2022.

A técnica de fusão lateral por via intersomática (LLIF) é amplamente utilizada para o tratamento de diversas doenças da coluna. No entanto, um dos principais receios na utilização da técnica se dá no risco de lesão dos nervos do plexo lombar, com enfoque no nível L4L5. Na tentativa de solucionar esta e outras dificuldades na realização do LLIF tradicional, foi proposta a técnica de LLIF em decúbito prono. O objetivo do trabalho foi investigar as alterações morfológicas tanto no músculo psoas, quanto na lordose lombar dos pacientes, entre três diferentes posições, prono, lateral e dorsal. Foram realizados exames de ressonância magnética em pacientes maiores de 18 anos com indicação para receber o exame, e foram excluídos àqueles com imagens de baixa qualidade ou alterações significativas nas estruturas a serem estudadas. Foram investigadas as seguintes variáveis: tamanho do corpo vertebral, área transversal do músculo psoas, distância da margem anterior do músculo psoas à margem anterior do corpo vertebral, distância do plexo lombar à vertebra, lordose lombar, lordose distal e lordose proximal. Vinte quatro pacientes foram incluídos no estudo. em média, todas posições apresentaram anteriorização da margem do músculo psoas em níveis mais caudais, no entanto, quando em prono os pacientes apresentaram uma menor anteriorização em relação ao decúbito lateral ( $p < 0.001$ ). Ademais foi observado que em posição prona, os pacientes apresentaram maiores valores de lordose lombar ( $p < 0.001$ ), lordose distal ( $p < 0.01$ ) e maior incremento, tanto de lordose proximal, quanto distal ( $p < 0.001$ ), quando tendo como base a posição dorsal. Não houve diferença estatisticamente significativa quando comparando a posição do plexo lombar entre nenhuma das posições, tanto em L4L5, quanto em L3L4. O posicionamento do paciente em decúbito prono, levou à uma retração do músculo psoas maior e um incremento, tanto da lordose lombar, quando da lordose distal, quando comparado ao posicionamento em decúbito lateral.

**Palavras-Chave:** Imagem por Ressonância Magnética; Artrodese de Coluna; Músculo Psoas; Plexo Lombar; Coluna Lombar



## ABSTRACT

DO AMARAL, Rodrigo Augusto. Morphological changes of the psoas major muscle in relation to patient positioning [Thesis]. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2022.

The lateral interbody fusion technique (LLIF) is widely used for the treatment of various pathologies of the spine. However, one of the main concerns in using the technique is the risk of injury to the nerves of the lumbar plexus, focusing on the L4L5 level. To solve this and other difficulties in performing the traditional LLIF, the LLIF technique in prone was proposed. lateral and dorsal. Magnetic resonance imaging tests were performed in patients over 18 years of age with indication to receive the exam, and those with low quality images or significant changes in the structures to be studied were excluded. The following variables were investigated, vertebral body size, cross sectional area of the psoas muscle, distance from the anterior margin of the psoas muscle to the vertebrae margin, distance from the lumbar plexus to the spine, lumbar lordosis, distal lordosis, and proximal lordosis. Twenty-four patients were included in the study, on average, all positions presented anteriorization of the psoas muscle margin at more caudal levels, however, when in prone, patients presented a lower anteriorization in enhancement than when in lateral decubitus ( $p < 0.001$ ). Furthermore, it was seen that in the prone position, patients presented higher values of lumbar lordosis ( $p < 0.001$ ), distal lordosis ( $p < 0.01$ ) and greater increment, both proximal and distal lordosis ( $p < 0.001$ ), when based on the dorsal position. There was no significant difference when comparing the position of the lumbar plexus between any of the positions, both in L4L5 and L3L4. Positioning the patient in the prone position led to a retraction of the psoas major muscle and an increase in both the lumbar lordosis and the distal lordosis, when compared to the positioning in the lateral decubitus position.

**Keywords:** Magnetic Resonance Imaging; Spinal Fusion; Psoas muscle; Lumbar plexus, Lumbar Spine

## LISTA DE ABREVIações

- AD Distância da margem anterior do músculo psoas maior à margem anterior da vertebra.
- LLIF Artrodese Interssomática da coluna por via lateral
- NAD Distância da margem anterior do músculo psoas maior normalizada
- NPD Distância do plexo lombar normalizada
- NVBD Distância da margem anterior do músculo psoas normalizada
- NORM Medida normalizada
- PD Distância do plexo lombar do bordo posterior da vertebra
- PMA Área do transecional do músculo psoas maior
- RM Ressonância magnética
- TE Tempo de Eco
- TR Tempo de Repetição
- VBD Tamanho do corpo vertebral

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Tabela contendo as medidas propostas no plano axial .....	26
<b>Tabela 2</b> – Tabela contendo as medidas propostas no plano sagital.....	28
<b>Tabela 3</b> – Tabela contendo os valores dos desfechos obtidos nas medidas do plano axial.....	30

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Posicionamento do paciente para os exames em ventral, prono e lateral.....	25
<b>Figura 2</b> – Imagem demonstrando as medidas à serem realizadas no plano axial.....	26

## LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1** –Gráfico demonstrando o posicionamento do nervos do plexo lombar e a posição da margem anterior do músculo psoas maior, nos níveis L4L5 e L3L4. A - Imagem ilustrativa mostrando a posição média da margem anterior do músculo psoas e do plexo lombar nas três posições, tanto no nível L4L5, quanto no nível L3L4. B – Box plot demonstrando a distribuição das posições da margem anterior do psoas tanto no nível L4L5, quanto no nível L3L4 com seus respectivos desvios padrões e máximas e mínimas. C - Box plot demonstrando a distribuição das posições do plexo lombar tanto no nível L4L5, quanto no nível L34.....31
- Gráfico 2**– Gráfico demonstrando o ganho de lordose lombar e lordose distal entre as três posições.....32
- Gráfico 3** – Gráfico demonstrando o incremento de lordose distal e lordose proximal, nas posições lateral e prona, em relação à posição dorsal.....33

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	14
2.	REVISÃO DA LITERATURA.....	17
3.	OBJETIVOS.....	21
4.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	24
4.1	TIPO DO ESTUDO E APROVAÇÃO ÉTICA.....	24
4.2	POPULAÇÃO ESTUDADA E CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO.....	24
4.3	AQUISIÇÃO DAS IMAGENS.....	24
4.3.1	DESCRIÇÃO DO PROTOCOLO DE RESSONÂNCIA MAGNÉTICA..	24
4.3.2	POSICIONAMENTO DO PACIENTE.....	24
4.4	DEFECOS E MEDIDAS PROPOSTAS.....	25
4.5	ANÁLISE ESTÁTISTICA.....	28
5.	RESULTADOS.....	29
5.1	MEDIDAS DO PLANO AXIAL.....	31
5.2	MEDIDAS DO PLANO SAGITAL.....	32
6.	DISCUSSÃO.....	34
7.	CONCLUSÃO.....	39
	REFERÊNCIAS.....	41
	ANEXOS.....	47

## **1. Introdução**

## 1. Introdução

Com o envelhecimento da população mundial e o aumento da expectativa de vida, é possível notar um aumento no diagnóstico de doenças degenerativas, dentre as quais destacamos aquelas relacionadas a coluna lombar(WALDROP e cols., 2015). Tais afecções da coluna, podem estar associadas a presença de dor, redução da mobilidade lombar e conferem importante queda da qualidade de vida (BUSER e cols., 2018).

Existem várias técnicas para a abordagem cirúrgica destinadas a fusão de segmentos vertebrais da coluna lombar. O conceito da cirurgia minimamente invasiva se desenvolveu com o intuito de minimizar o dano tecidual dos procedimentos e desta forma diminuir as taxas de complicações comparadas à procedimentos convencionais abertos. As exposições abertas são comumente associadas com maiores danos teciduais, levando ao aumento da morbidade cirúrgica e maior tempo de recuperação pós-operatório(QURESHI e cols., 2017; SWAMY e cols., 2019).

Entre as técnicas minimamente invasivas descritas na literatura médica, destaca-se a técnica de fusão interssomática lateral lombar (LLIF), que convencionalmente é executada por um acesso lateral retroperitoneal minimamente invasivo e a transposição roma do músculo iliopsoas utilizando métodos de monitorização neurofisiológica do plexo lombar. A via lateral transpsoas para a abordagem da coluna lombar foi descrita pelo Prof. Luiz Pimenta em 2006(OZGUR e cols., 2006) e desde então vem ganhando espaço de destaque na literatura médica e sendo incorporada como método de escolha para as artrodeses da coluna lombar por inúmeros cirurgiões por todo o mundo. Trata-se de uma técnica considerada segura e reproduzível, empregada tanto para doenças degenerativas do disco intervertebral quanto para o tratamento das deformidades da coluna lombar, devido as características da técnica e sua capacidade de implantação de grandes dispositivos interssomáticos que se apoiam na apófise cortical látero-lateral do espaço discal tornou-se uma opção muito utilizada para promover atrodese segmentar e promover a reconstrução da lordose lombar restaurando de maneira eficiente os parâmetros sagitais e corrigindo deformidades coronais da coluna sendo empregada para o tratamento das escolioses degenerativas do adulto (CASTRO e cols., 2014; MANWARING e cols., 2014; TENG e cols., 2017).

A descrição original do procedimento de LLIF baseia-se no posicionamento do paciente em decúbito lateral e a realização da transposição roma do musculo



iliopsoas criando-se um corredor de trabalho através da musculatura. (OZGUR e cols., 2006) Estes músculos são localizados lateralmente aos corpos vertebrais e possuem em seu interior os nervos do plexo lombar distribuídos principalmente em sua porção mais posterior, desta forma a manipulação e transposição destas estruturas podem trazer riscos de lesões dos nervos do plexo lombar (ABEL e cols., 2018; BANAGAN e cols., 2011). Dentre as principais complicações relacionadas a essa técnica encontra-se a possibilidade de lesões do plexo lombar em especial das raízes do nervo femoral sendo as alterações motoras do mecanismo extensor do joelho as mais temidas (AHMADIAN e cols., 2013).

Tendo em vista, que o músculo psoas maior tem sua origem em corpos vertebrais e espaços intervertebrais de T12 até L3 e se insere no trocânter menor do fêmur (FAISAL; AL BASTAKI; PIERRE-JEROME, 2017; SICCARDI; TARIQ; VALLE, 2022), a ausência de origem muscular no corpo vertebral e espaços intervertebrais de L4 e L5, torna possível as alterações de conformação e posição do músculo psoas nos níveis em análise. Logo uma possível alteração posicional do musculo psoas maior pode ocasionar o deslocamento anterior ou posterior do plexo lombar, dependente do tensionamento ou relaxamento muscular (ODA e cols., 2018)

Tais fatos apresentados motivaram o interesse do pesquisador que diante desse cenário objetiva através desse estudo verificar se há diferença posicional anatômica do músculo psoas e subsequentemente do plexo lombar em decúbito prono, decúbito lateral e decúbito supino.

## **2. Revisão da Literatura**

## 2. Revisão da Literatura

Recentemente, alguns autores publicaram resultados sobre a realização da técnica fusão intersomática por via lateral (LLIF) em decúbito prono (PIMENTA e cols., 2021a, 2021b; PIMENTA L e cols., 2020). No entanto, algumas hipóteses sobre o comportamento das estruturas de referência anatômicas para a realização da técnica cirúrgica em decúbito prono são aventadas, porém até o atual momento sem evidências científicas que respaldem tais hipóteses.

Desde o princípio da utilização de técnicas transposas, sejam elas realizadas por via endoscópica ou com uso de retratores, o risco de lesão de estruturas do plexo lombar sempre foi uma preocupação. Moro e cols., 2003, em um estudo anatômico que objetivou topografar a posição relativa do plexo lombar no interior do musculo íliopsoas relativamente ao nível observado do segmento intersomático, dividiram o corpo vertebral em 4 zonas (I, II, III, IV) sendo a zona IV a mais posterior e a zona I a mais anterior, demonstrando que quanto mais caudal o nível, mais anterior se encontravam os nervos do plexo lombar (MORO e cols., 2003).

Tendo em vista estudos analisando estruturas do plexo lombar especificamente referentes a técnica de LLIF, a primeira descrição foi elaborada em 2007, na qual os autores avaliaram a posição do plexo lombar e elaboram uma teórica zona da segurança para a realização da abordagem LLIF. Neste estudo foi identificado que o plexo lombar se localizava mais anterior em níveis mais caudais, fazendo com que o corredor de segurança do para realização da técnica fosse diminuindo gradativamente entre L1L2 e L4L5 (47% vs. 13%, em relação ao tamanho do corpo vertebral) (REGEV e cols., 2009). Ademais os autores apontaram que pacientes com rotação vertebral para à direita apresentavam os menores corredores de segurança (REGEV e cols., 2009).

De maneira similar, Kepler e cols., 2010, realizaram um extenso estudo sobre a anatomia do músculo psoas maior e da posição do plexo lombar, os autores demonstraram, de maneira similar aos apresentados em outros estudos referentes ao plexo lombar, que quanto mais caudal o nível, mais anterior se localizavam as estruturas do plexo lombar. Ademais, neste estudo, os autores também demonstraram que, o musculo psoas maior, se apresentava mais avançado em níveis caudais e mais recuado em níveis proximais da coluna lombar (KEPLER e cols., 2011). Após esse período diversos estudos se seguiram, demonstrando resultados similares, com

anteriorização tanto da margem anterior do músculo psoas, quanto dos nervos do plexo lombar, conforme se direciona a níveis mais caudais (BENGLIS; VANNI; LEVI, 2009; NEUFELD e cols., 2015; OIKAWA e cols., 2017; PARK e cols., 2010; URIBE e cols., 2010).

No entanto, poucos estudos avaliam, com exceção dos estudos cadavéricos, a posição do plexo lombar com os pacientes em decúbito lateral devido as dificuldades técnicas de se emular a posição lateral em ressonância magnética, tornando difícil o entendimento de como o decúbito lateral podia impactar no deslocamento das estruturas anatômicas em especial o plexo lombar. Deste modo, em 2016, pesquisadores demonstram que, o músculo psoas maior apresentava deslocamento anterior significativo no decúbito lateral quando comparado à pacientes em decúbito dorsal, exceto no nível L4L5 (ZHANG e cols., 2017). Ademais, Buckland e cols., 2018, realizaram um estudo de ressonância magnética, no qual a posição do músculo psoas foi avaliada com os pacientes em decúbito dorsal e em posição sentada com o as pernas fletidas. Nestes estudos os autores identificaram que, em posição, sentada os pacientes apresentavam uma anteriorização da margem anterior do músculo psoas maior em relação ao decúbito dorsal (BUCKLAND e cols., 2018). Por fim, em revisão recente da literatura, comparando a posição do plexo lombar entre os decúbitos supino e lateral, autores demonstraram que pacientes em decúbito lateral apresentavam, de L1L2 a L4L5, avanço significativo dos nervos do plexo lombar progressivamente em sentido dos níveis mais caudais (KRAMER e cols., 2022).

Mais recentemente, com o avanço das técnicas de artrodese por via lateral em decúbito prono, diversos estudos passaram a comparar a posição do plexo lombar, morfologia do músculo psoas e lordose lombar posicional, entre indivíduos em decúbito lateral e em decúbito prono. Em 2021, autores comparam, por meio do uso de raios-X, a lordose lombar de indivíduos adultos hígidos posicionados em decúbito prono e em decúbito lateral, identificando, que quando em prono os pacientes apresentavam aumento da lordose lombar comparados à quando em decúbito lateral (SMITH e cols., 2021b). Também em 2021, outro grupo de pesquisadores, em estudo cadavérico, demonstrou, especificamente para o nível L4L5, que a extensão dos quadris apresentava impacto significativo no deslocamento dos nervos do plexo lombar para uma posição mais posterior em relação a flexão dos quadris (ALLURI e cols., 2021). Mais adiante, foram publicados em 2022, dois artigos, ambos utilizando ressonâncias magnéticas, comparando a diferenças morfológicas entre os decúbitos

prono e lateral. Um deles identificou que quando em decúbito prono os pacientes apresentavam maiores de lordose lombar em relação à quando em decúbito lateral (DAHER e cols., 2022). De maneira similar, outro grupo de pesquisadores, identificou que além de maiores valores de lordose lombar, quando em decúbito prono os pacientes apresentavam uma leve retração do músculo psoas maior, no entanto nesta publicação ao analisarem a posição dos nervos do plexo lombar entre os decúbitos, os autores não identificaram diferenças significativas (YINGSAKMONGKOL e cols., 2022). Por fim, ainda em 2022, em estudo cadavérico, autores compararam a posição dos nervos do plexo lombar entre a posição em decúbito prono com quadris estendidos e posição prona em com quadril neutro, identificando que a posição com quadris estendidos fez com que os nervos do plexo lombar se deslocassem significativamente para uma posição mais posterior (COURVILLE e cols., 2022).

### **3. Objetivos**

### **3. Objetivos**

Verificar se há diferença entre a morfologia e posição do músculo psoas maior e posicionamento do plexo lombar entre os decúbitos prono, lateral e dorsal.

Verificar se há diferença entre a lordose lombar e lordose distal entre os decúbitos prono, lateral e dorsal.

## **4. Materiais e Métodos**



## **4. Materiais e Métodos**

### **4.1 Tipo do estudo e aprovação ética**

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa **CEP do HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS** (CAAE: 40239820.0.0000.5078) (**ANEXO A**). Estudo transversal, cujos dados foram obtidos de uma amostra, não aleatória e de conveniência. Todos os indivíduos incluídos concordaram voluntariamente de participar do estudo em questão e preencheram e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

### **4.2 População estudada e Critérios de Inclusão e Exclusão**

A amostra foi composta por voluntários que realizaram exames de ressonância magnética em uma única clínica radiológica de Goiânia, Brasil. Indivíduos com indicação de realizar ressonância lombar. Pacientes com deformidades ou variações anatômicas que não permitiam a avaliação precisa as estruturas fundamentais do estudo, ou que não conseguiram completar os exames de ressonância magnética (RM) nas 3 posições propostas foram excluídos da análise.

### **4.3 Aquisição das Imagens**

#### **4.3.1 Descrição do protocolo de Ressonância Magnética**

O seguinte protocolo foi utilizado para a captação das imagens de ressonância magnética em mesmo equipamento: Siemens Magnetom 3T com bobinas de coluna (spine matrix) e bobina flexível de corpo (body matrix) - Siemens Medical System, Inc., NJ, EUA): sequências sagital e axial ponderadas em T2, sagital T2, tempo de repetição (TR) de 3520 ms, tempo de eco (TE) de 91 ms e espessura dos cortes de 4 mm, axial T2, TR de 7800 ms e o TE de 134 ms com espessura de corte de 4,5 mm.

#### **4.3.2 Posicionamento do Paciente**

Os pacientes foram posicionados na RM seguindo um protocolo. Em decúbito lateral, o paciente foi posicionado em decúbito lateral direito com quadris e pernas levemente fletidos. Para a posição prona, os pacientes foram posicionados com uma almofada no tórax e uma almofada sob as pernas a fim de garantir a posição neutra do quadril, quanto ao quadro dorsal, o paciente foi posicionado em posição tradicional

de RM lombar com os joelhos semifletidos sobre coxim (Figura 1).

**Figura 1 - Posicionamento do paciente para os exames em lateral, prono e dorsal.**



Fonte: Produção do autor

#### **4.4 Desfechos e medidas propostas**

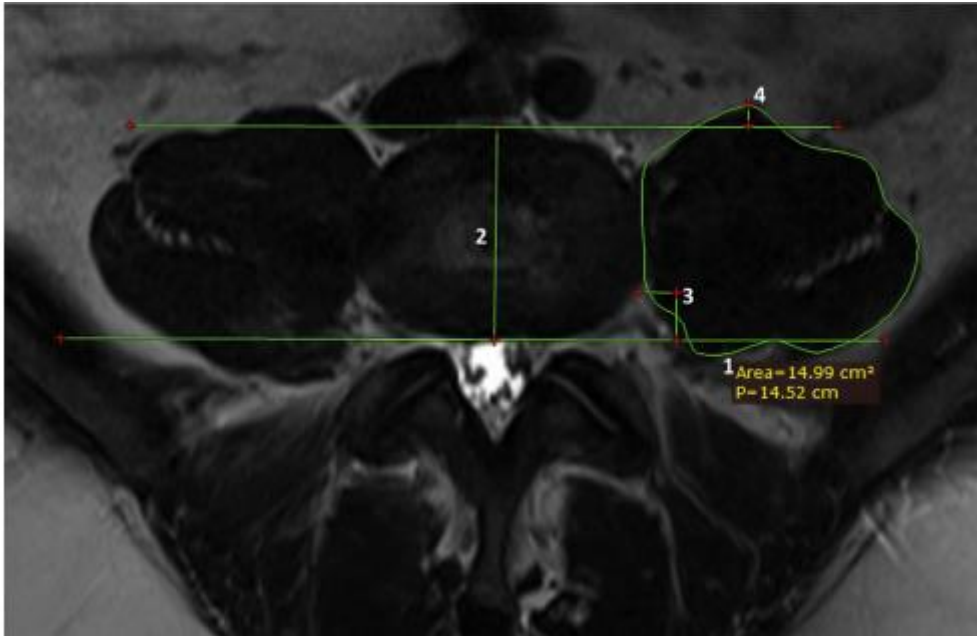
Dois observadores independentes realizaram as medidas usando o software RadiAnt DICOM Viewer (Pozàn, Polônia).

Os observadores foram cegados quanto a posição dos pacientes, e com intuito de melhorar a homogeneidade das medidas, os observadores receberam um rascunho contendo as medições pretendidas.

As análises relacionadas ao músculo iliopsoas, como a distância do plexo e as medidas da área da secção transversa do músculo iliopsoas, foram todas realizadas no músculo íliopsoas esquerdo. As medidas no plano axial (Figura 2) incluíram a área de secção transversal do músculo íliopsoas (1), tamanho do corpo vertebral anteroposterior (dimensão do corpo vertebral [VBD]) (2), a distância entre o plexo lombar (estria gordurosa) até a borda posterior do corpo vertebral (distância do plexo)

(3) e distância entre a margem anterior do músculo íliopsoas e a margem anterior do corpo vertebral (4).

**Figura 2: Imagem demonstrando as medidas a serem realizadas no plano axial.**



**Fonte: Produção própria do autor.**

Todas as medidas foram realizadas em cortes axiais, o mais próximo possível do centro de cada espaço do disco intervertebral lombar no eixo craniocaudal. As medidas foram feitas em todos os níveis lombares, exceto a distância do plexo lombar da borda posterior do corpo vertebral, medida apenas em L3L4 e L4L5 (Tabela 1). As medidas de VBD foram normalizadas pela média dos valores de VB das 3 posições de cada paciente.

**Tabela 1** - Tabela contendo as medidas propostas no plano axial

Medida	Abreviação	Descrição	Unidade
Tamanho anteroposterior da vértebra	VBD	Tamanho da vertebra anteroposterior da margem posterior a margem anterior	cm
Área do músculo psoas	PMA	Área do psoas maior medida no plano axial	cm <sup>2</sup>

Distância do Plexo Lombar	PD	Distância do plexo lombar (sinal de gordura) até a margem posterior da vértebra	cm
Distância da margem anterior do músculo psoas	AD	A distância entre a parte mais anterior da margem anterior do músculo psoas até a margem anterior do corpo vertebral	cm (Valores positivos para margens anteriores ao corpo vertebral)
Tamanho anteroposterior da vértebra normalizado	NVBD	Média entre o tamanho vertebral obtido nas três posições analisadas	cm
Distância do plexo lombar normalizada	NPD	Proporção entre a distância do plexo lombar e o tamanho normalizado do corpo vertebral (PD/NVBD)	Unidades arbitrárias
Distância da margem anterior do músculo psoas normalizada	NAD	Proporção entre a distância da margem anterior do músculo psoas e o tamanho normalizado do corpo vertebral (PD/NVBD)	Unidades arbitrárias

---

Fonte: Produção própria do autor

A medida média foi denominada distâncias normalizadas do corpo vertebral (NVBD). O NVBD então normalizou as medições de distância, ou seja, a distância normalizada do plexo é a proporção da distância do plexo para o NVBD ou a distância normalizada do plexo é igual à distância do plexo/NVBD. Da mesma forma, a distância

normalizada da borda anterior do íliopsoas até a borda anterior do corpo vertebral foi a distância anterior normalizada é igual à distância anterior/NVBD (Tabela 1).

As medidas do plano sagital incluíram lordose lombar total (L1S1), lordose lombar distal (L4S1) e lordose proximal (L1L4), consideradas como a subtração de L1S1 por L4S1 (Tabela 2).

**Tabela 2** - Tabela contendo as medidas propostas no plano sagital

Medida	Abreviação	Descrição	Unidade
Lordose Lombar L1S1	L1S1	Ângulo de Cobb entre o platô superior de S1 e o platô superior de L1	Ângulo de Cobb (°)
Lordose Lombar L4S1	L4S1	Ângulo de Cobb entre o platô superior de S1 e o platô superior de L4	Ângulo de Cobb (°)
Lordose Lombar L1L4	L4-L1	Subtração entre a L1S1 e L4S1	Ângulo de Cobb (°)

Fonte: Produção do próprio autor

#### 4.5 Análise estatística

A análise dos dados e as estatísticas resumidas foram realizadas no software R (versão 4.0.0; The R Foundation for Statistical Computing, Viena, Áustria), com o readxl (importação de dados), stats (testes de variância), Rmisc (testes de variância e resumos), tydeverse (processamento de dados e gráficos) e pacotes de patchwork (gráficos).

A normalidade das variáveis contínuas foi avaliada pelo método Shapiro-Wilk. Além disso, para testar a variância entre os 2 grupos, utilizou-se o teste de Wilcoxon e, para 3 ou mais grupos, o Kruskal-Wallis, com o teste de Dunn para comparação entre grupos e o ajuste do valor de p pelo método de Benjamini-Hochberg.

## **5. Resultados**

## 5. Resultados

O estudo incluiu 24 pacientes, dos quais 41% eram do sexo feminino. A idade mediana da amostra foi de 51 anos, com peso médio de 72,8 kg (13,1), uma altura média de 1,68 cm (0,09) e uma média de 25,5 (3,70) de índice de massa corporal (Tabela 3).

**Tabela 3** - Tabela contendo os valores dos desfechos obtidos nas medidas do plano axial. Norm: Medida Normalizada;  $\pm$ : Desvio Padrão; [ ]: Intervalo de Confiança de 95%.

	Nível	Area do Psoas (cm <sup>2</sup> )	Distância do Plexo (cm)	Distância do Plexo (Norm.)	Margem Anterior do Psoas (cm)	Margem Anterior do Psoas (Norm.)
<b>Dorsal</b>	L1L2	3,0 $\pm$ 0,3 [2,3~3,7]			-1,2 $\pm$ 0,1 [-1,5 ~ -1,0]	0,6 $\pm$ 0,03 [0,5~0,6]
	L2L3	7,4 $\pm$ 0,7 [5,8~9,0]			-0,8 $\pm$ 0,1 [-1,1 ~ -0,6]	0,7 $\pm$ 0,03 [0,6~0,8]
	L3L4	11,6 $\pm$ 0,9 [9,6~13,5]	0,6 $\pm$ 0,03 [0,5~0,7]	0,1 $\pm$ 0,00 [0,1~0,2]	-0,4 $\pm$ 0,1 [-0,6 ~ -0,2]	0,8 $\pm$ 0,02 [0,8~0,9]
	L4L5	13,5 $\pm$ 0,8 [11,7~15,3]	0,7 $\pm$ 0,05 [0,6~0,9]	0,2 $\pm$ 0,01 [0,1~0,4]	0,1 $\pm$ 0,08 [-0,0 ~ 0,3]	1,0 $\pm$ 0,02 [0,9~1,0]
	L5S1	10,9 $\pm$ 0,6 (9,6~12,3)			1,1 $\pm$ 0,1 (0,8 ~ 1,3)	1,3 $\pm$ 0,03 (1,2~1,3)
<b>Lateral</b>	L1L2	3,6 $\pm$ 0,3 [2,8~4,4]			-0,9 $\pm$ 0,1 [-1,3 ~ -0,6]	0,7 $\pm$ 0,04 [0,6~0,7]
	L2L3	8,7 $\pm$ 0,7 [7,1~10,3]			-0,4 $\pm$ 0,1 [-0,6 ~ -0,1]	0,8 $\pm$ 0,03 [0,8~0,9]
	L3L4	12,2 $\pm$ 0,8 [10,4~14,1]	0,6 $\pm$ 0,06 [0,5~0,8]	0,1 $\pm$ 0,01 [0,1~0,2]	0,07 $\pm$ 0,1 [-0,1 ~ 0,3]	1,0 $\pm$ 0,03 [0,9~1,0]
	L4L5	13,4 $\pm$ 0,8 [11,6~15,2]	0,8 $\pm$ 0,05 [0,7~0,9]	0,2 $\pm$ 0,01 [0,1~0,2]	0,5 $\pm$ 0,1 [0,3 ~ 0,8]	1,1 $\pm$ 0,03 [1,1~1,2]
	L5S1	10,9 $\pm$ 0,6 [9,5~12,3]			1,4 $\pm$ 0,1 [1,1 ~ 1,6]	1,3 $\pm$ 0,03 [1,3~1,4]
<b>Prono</b>	L1L2	2,8 $\pm$ 0,3 [2,0~3,5]			-1,3 $\pm$ 0,1 [-1,5 ~ -1,1]	0,6 $\pm$ 0,03 [0,5~0,6]

L2L3	6,6±0,7 [5,1~8,0]			-1,0±0,1 [-0,12 ~ -0,7]	0,7±0,03 [0,6~0,7]
L3L4	11,1±0,9 [9,1~13,0]	0,6±0,04 [0,5~0,7]	0,1±0,01 [0,1~0,1]	-0,6±0,1 [-0,8 ~ -0,4]	0,8±0,02 [0,7~0,8]
L4L5	13,2±0,8 [11,4~15,6]	0,8±0,05 [0,7~0,9]	0,2±0,01 [0,2~0,2]	0,1±0,1 [-0,1 ~ 0,5]	1,0±0,04 [0,9~1,1]
L5S1	11,5±0,7 [9,9~13,0]			1,3±0,2 [0,7 ~ 1,8]	1,3±0,08 [1,1~1,5]

Fonte: Produção própria do autor

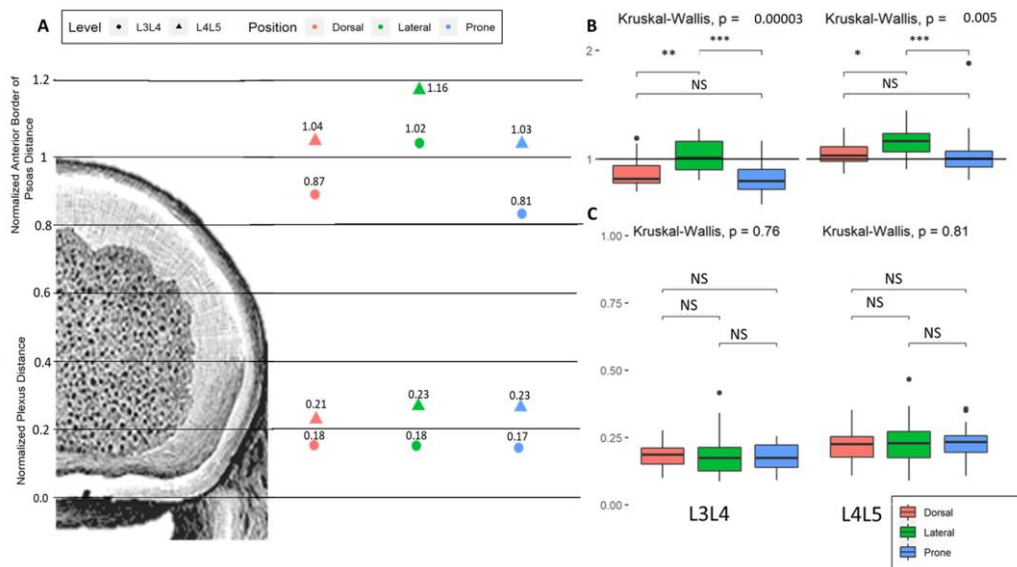
### **5.1 Medidas do Plano Axial**

A área do músculo psoas aumentou significativamente de L1L2 para L4L5, experimentando uma diminuição sutil no nível L5S1. A taxa de aumento foi semelhante entre os 3 grupos. A Tabela 4 contém um resumo de as medidas do plano axial. Houve um desvio significativo para a frente da margem anterior do músculo psoas quando em decúbito lateral, em comparação com ambos a dorsal (L3L4: P - 0,0016; L4L5: P - 0,012) e prona (L3L4: P < 0,001, L4L5: P - 0,002) posições (Gráfico 1).

Quanto a localização do plexo lombar entre os posicionamentos não houve diferença estatisticamente significativa entre nenhuma das posições. O plexo em L3L4 estava localizado no topo do primeiro quintil, enquanto em L4L5, estava na parte inferior do segundo quintil do corpo vertebral em todos as posições (Gráfico 1).

**Gráfico 1** - Gráfico demonstrando o posicionamento dos nervos do plexo lombar e a posição da margem anterior do músculo psoas maior, nos níveis L4L5 e L3L4. A - Imagem ilustrativa mostrando a posição média da margem anterior do músculo psoas e do plexo lombar nas três posições, tanto no nível L4L5, quanto no nível L3L4. B – Box plot demonstrando a distribuição das posições da margem anterior do músculo psoas tanto no nível L4L5, quanto no nível L3L4. C - Box plot demonstrando a distribuição das posições do plexo lombar tanto no nível L4L5, quanto no nível L3L4. NS: Não significante. \*\*\* p < 0,001.





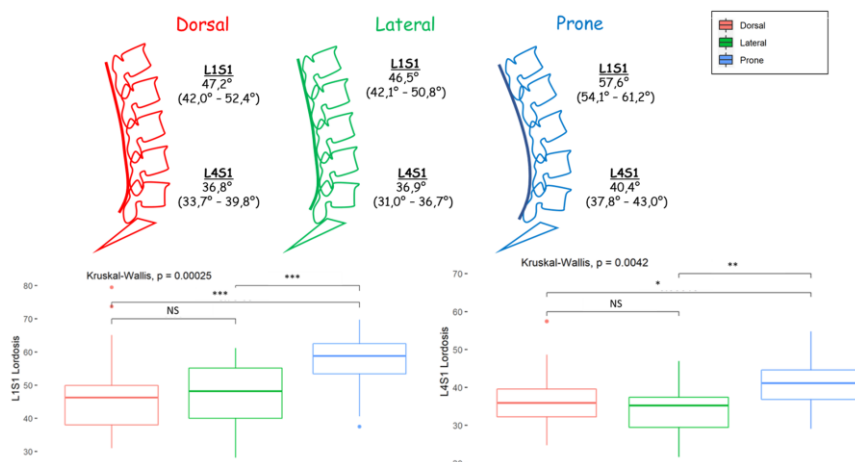
Fonte - Produção do próprio autor

## 5.2 Medidas do plano sagital

Outrossim, o impacto que os diferentes posicionamentos exerceram na lordose lombar foi analisado. Quando em decúbito ventral, pacientes apresentaram maiores valores de lordose L1S1 e L4S1 lordose em comparação com ambas as laterais (L1S1: 57,6 vs. 46,5,  $P < 0,001$ ; L4S1: 40,4 vs. 36,9,  $P < 0,01$ ) e dorsal (L1S1: 57,6 vs. 47,2,  $P < 0,001$ ; L4S1: 40,4 vs. 36,8,  $P < 0,05$ ) posição (Gráfico 2).

**Gráfico 2** - Gráfico demonstrando o ganho de lordose lombar e lordose distal entre as três posições.

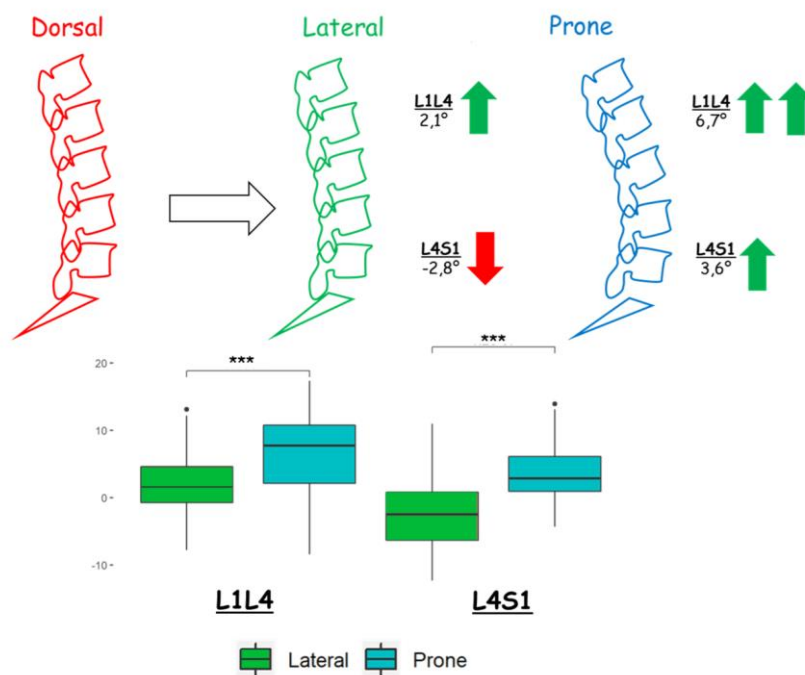
( ): Intervalo de confiança de 95%. \*  $p < 0,05$ . \*\*  $p < 0,01$ . \*\*\*  $p < 0,001$ .



**Fonte:** Elaboração própria do autor

Quando em decúbito ventral, os pacientes também apresentaram maior aumento tanto da região lombar distal (L4S1) quanto da lordose proximal (L1L4) em relação ao lateral, quando ajustados pela posição dorsal (Gráfico 5).

**Gráfico 3** - Gráfico demonstrando o incremento de lordose distal e lordose proximal, nas posições lateral e prona, em relação à posição dorsal. ( ): Intervalo de confiança de 95%. \*\*\* p < 0,001.



**Fonte** - Elaboração própria do autor

## **6. Discussão**

## **6. Discussão**

A cirurgia de fusão intersomática por via lateral (LLIF) é uma técnica estabelecida na literatura, capaz de tratar uma miríade de doenças de maneira segura e eficaz (BARBAGALLO e cols., 2014; TENG e cols., 2017). No entanto, a técnica também possui suas limitações, como redução da lordose no posicionamento e a ocorrência de déficits motores transitórios (ABEL e cols., 2018; KRAMER e cols., 2022; LE e cols., 2013). Tendo em vista essas limitações, diversos autores passaram a propor a realização da técnica do LLIF em posição prona (PIMENTA e cols., 2021a; PIMENTA L e cols., 2020). No entanto, poucos estudos avaliam as alterações causadas pela mudança de posição no músculo psoas e na lordose lombar dos pacientes.

Em estudo de 2018, autores demonstraram que a posição do músculo psoas se alterava entre pacientes em posição sentada e posição em decúbito dorsal, com o músculo se deslocando para frente quando o paciente estava sentado, sugerindo que o músculo psoas possa apresentar um anteriorização quando o paciente está em posição lateral (BUCKLAND e cols., 2018). Já em estudo publicado em 2019 analisando uma amostra de 164 pacientes foi demonstrado que com o avanço da idade o músculo psoas tende a ficar cada vez mais delgado, no entanto o mesmo tende a manter-se estável em relação a sua distância anteroposterior (JANG e cols., 2019).

Ademais, em estudo investigando o impacto de deformidades da coluna na posição do músculo psoas, foi apontado que diferentes padrões de deformidade podem gerar diferentes apresentações no deslocamento do músculo psoas maior. Os autores demonstraram que pacientes com escoliose degenerativa tendem a apresentar o músculo deslocado de maneira latero-lateral, enquanto pacientes que possuem deformidades do plano sagital, tendem a apresentar o músculo psoas deslocado, tanto de maneira latero-lateral, quanto de maneira, anteroposterior (ODA e cols., 2018). Ademais, outro grupo de pesquisadores demonstrou que valores elevados de incidência pélvica e a presença de escoliose degenerativa estavam correlacionados com a ocorrência do chamado *rising psoas sign* (psoas muito anteriorizado) (TANIDA e cols., 2017). Por fim, em estudo comparando a morfologia do músculo psoas maior em diversas posições, foi visto que pacientes em decúbito prono apresentavam a borda anterior mais retraída e espaço latero-lateral ampliado

(GANDHI e cols., 2022). Resultados estes que corroboram os achados do presente estudo, ao demonstrar que o músculo psoas maior esta suscetível a mudanças em sua morfologia ao ser apresentado a diferença condições biomecânicas, e que pacientes em posição prona tendem a apresentar posteriorização do músculo psoas maior.

A investigação do posicionamento do plexo lombar em relação à técnica de LLIF é ampla, com a maioria dos estudos demonstrando que o plexo lombar, principalmente o nevo femoral, tende a se apresentar cada mais anterior em níveis mais caudais da coluna lombar (MORO e cols., 2003; URIBE e cols., 2010). No entanto, a investigação do impacto da posição prona na posição do plexo lombar é recente. Alluri, e cols., 2021 demonstraram em um estudo cadavérico que o nervo femoral em L4L5 se apresentou significativamente mais posterior em posição prona comparada a posição em decúbito lateral (ALLURI e cols., 2021) Em outro estudo cadavérico realizado em 2022, autores aportaram que a extensão dos quadris poderia proporcionar um posteriorização do nervo femoral de cerca de 1,1 cm, quando comparado à posição com os quadris neutros (COURVILLE e cols., 2022). No entanto, em estudo realizado com ressonância magnética, entre pacientes em prono e em decúbito lateral, autores demonstraram que não houve diferença entre a posição do plexo lombar entre os decúbitos, resultado que foram similares aos apresentados no presente estudo, que não identificou alteração entre a posição do plexo lombar entre as posições prona, lateral e supina (YINGSAKMONGKOL e cols., 2022).

Os autores especulam que as diferenças encontradas entre os estudos cadavéricos e os estudos com pacientes se dá pelo fato de que em estudos cadavéricos ocorre a dissecação da musculatura para localização dos nervos do plexo lombar, o que pode causar alteração na matriz musculo-tendínea causando desta maneira a alteração na posição do plexo, e não pelo posicionamento do paciente *per se*. Hipótese que pode ser corroborada por estudo publicado em 2022, que realizou uma revisão sistemática de diversos artigos publicados comparando a posição do plexo lombar em entres os decúbitos supino e lateral, neste artigo os autores apontam que houve diferença significativa entre o posicionamento do plexo lombar em estudos cadavéricos (Plexo mais posterior) e na posição prona em estudos *in vivo* (plexo mais anterior) (KRAMER e cols., 2022).

Poucos estudos investigaram as diferenças entre a lordose lombar dos pacientes em decúbito prono e decúbito lateral. Em estudo de 2009, foi demonstrado

que o posicionamento dos pacientes em posição prona era capaz de provocar aumento significativo da lordose em pacientes com pouca lordose, e que em pacientes com altos valores de lordose lombar, a posição prona era capaz de manter esses valores (HARIMAYA e cols., 2009). De maneira similar, outro grupo de autores demonstrou que a lordose lombar dos pacientes aumentava de significativa quando posicionados em decúbito prono em relação à posição ortostática (SEBASTIAN e cols., 2018).

Ademais, um estudo comparou a lordose lombar de pacientes hígidos nas posições prona e lateral utilizando raios-X. Este estudo demonstrou que pacientes na posição prona apresentavam lordose lombar significativamente maior que pacientes em decúbito lateral (SMITH e cols., 2021). De maneira similar, em estudo publicado recentemente, pesquisadores demonstraram em estudo utilizado ressonâncias magnéticas, que pacientes posicionados em decúbito prono apresentavam maiores valores de lordose lombar do que quando posicionados em decúbito lateral (YINGSAKMONGKOL e cols., 2022). Resultados similares ao apresentado no presente estudo, em que foi demonstrado que a posição prona levou a aumento significativo da lordose lombar e lordose distal dos pacientes.

Uma das limitações do estudo inclui o pequeno número de pacientes, que pode não representar a distribuição real da população e impor um desafio ao controle de variáveis como idade e presença de diferentes morfologias das curvas da coluna lombar. Os autores convidaram aleatoriamente os pacientes para participar do estudo, tentando, portanto, simular a distribuição normal da população. Outro fato que pode ser tomado como limitação é que os posicionamentos, prono e lateral, específicos utilizados neste trabalho não estão muito bem estabelecidos na literatura, logo, pequenas variações de posicionamento do tronco e membros podem afetar o resultado da análise. Para minimizar esse desafio, a equipe de imagem recebeu um protocolo de posicionamento do paciente personalizado para este estudo. Ademais, a grande variação da distribuição normal da lordose lombar em diferentes tipos de conformações morfológicas da coluna leva a medidas heterogêneas que para pequenas amostras pode comprometer o poder da análise estatística.

O presente estudo tem como suas principais qualidades o fato de todos os pacientes terem realizado os exames de imagem nas três posições, garantindo maior reprodutibilidade para o estudo. Outro ponto forte do estudo foi a utilização de dois

medidores treinados para evitar vieses e discrepâncias na realização das medidas. Por fim, este foi o primeiro estudo a realizar a comparação das alterações morfológicas do músculo psoas e posição do plexo lombar nos decúbitos prono, lateral e dorsal, estabelecendo desta forma um protocolo didático para tal comparação utilizando exame de ressonância magnética e fornecendo informação relevante a comunidade científica sobre o comportamento dessas referências anatômicas intimamente relacionadas a eficiência e segurança das artrodeses laterais transpsoas da coluna lombar.

## **7. Conclusão**



## **7. Conclusão**

O presente estudo indica que o posicionamento em decúbito prono é capaz de realizar uma mobilização da margem do músculo psoas maior para posterior, além de promover ganhos significativos de lordose lombar e distal com o posicionamento. No entanto, diferentemente do esperado no início do estudo, o posicionamento em decúbito prono não trouxe impacto significativo quanto à posição dos nervos do plexo lombar.

## **8. Referências**

## **Referências**

- ABEL, N. A.; JANUSZEWSKI, J.; VIVAS, A. C.; URIBE, J. S. Femoral nerve and lumbar plexus injury after minimally invasive lateral retroperitoneal transpsoas approach: electrodiagnostic prognostic indicators and a roadmap to recovery. **Neurosurgical Review**, v. 41, n. 2, p. 457–464, 1 abr. 2018. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10143-017-0863-7>>. Acesso em: 22 jun. 2022.
- AHMADIAN, A.; DEUKMEDJIAN, A. R.; ABEL, N.; DAKWAR, E.; URIBE, J. S. **Analysis of lumbar plexopathies and nerve injury after lateral retroperitoneal transpsoas approach: Diagnostic standardization** **Journal of Neurosurgery: Spine** **Spine** **J Neurosurg Spine**, mar. 2013. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23259543/>>. Acesso em: 8 jul. 2020.
- ALLURI, R.; CLARK, N.; SHEHA, E.; SHAFI, K.; GEISELMANN, M.; KIM, H. J.; QURESHI, S.; DOWDELL, J. Location of the Femoral Nerve in the Lateral Decubitus Versus Prone Position. **Global spine journal**, 2021. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34617812/>>. Acesso em: 9 out. 2022.
- BANAGAN, K.; GELB, D.; POELSTRA, K.; LUDWIG, S. Anatomic mapping of lumbar nerve roots during a direct lateral transpsoas approach to the spine: A cadaveric study. **Spine**, v. 36, n. 11, 15 maio 2011. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21217450/>>. Acesso em: 20 jun. 2021.
- BARBAGALLO, G.; ALBANESE, V.; RAICH, A.; DETTORI, J.; SHERRY, N.; BALSANO, M. Lumbar Lateral Interbody Fusion (LLIF): Comparative Effectiveness and Safety versus PLIF/TLIF and Predictive Factors Affecting LLIF Outcome. **Evidence-based spine-care journal**, v. 5, n. 1, p. 028–037, 28 mar. 2014. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24715870/>>. Acesso em: 31 out. 2022.
- BENGLIS, D. D. M.; VANNI, S.; LEVI, A. D. An anatomical study of the lumbosacral plexus as related to the minimally invasive transpsoas approach to the lumbar spine: Laboratory investigation. **Journal of Neurosurgery: Spine**, v. 10, n. 2, p. 139–144, fev. 2009. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19278328/>>. Acesso em: 20 jun. 2021.
- BUCKLAND, A. J.; BEAUBRUN, B. M.; ISAACS, E.; MOON, J.; ZHOU, P.; HORN, S.; POORMAN, G.; TISHELMAN, J. C.; DAY, L. M.; ERRICO, T. J.; PASSIAS, P. G.; PROTOPSALTIS, T. Psoas Morphology Differs between Supine and Sitting Magnetic Resonance Imaging Lumbar Spine: Implications for Lateral Lumbar Interbody Fusion. **Asian Spine Journal**, v. 12, n. 1, p. 29, 1 fev. 2018. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30000000/>>. Acesso em: 20 out. 2022.
- BUSER, Z.; ORTEGA, B.; D'ORO, A.; PANNELL, W.; COHEN, J. R.; WANG, J.; GOLISH, R.; REED, M.; WANG, J. C. Spine Degenerative Conditions and Their Treatments: National Trends in the United States of America. **Global Spine Journal**, v. 8, n. 1, p. 57, 1 fev. 2018. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30000000/>>. Acesso em: 21 out. 2022.
- CASTRO, C.; OLIVEIRA, L.; AMARAL, R.; MARCHI, L.; PIMENTA, L. Is the lateral transpsoas approach feasible for the treatment of adult degenerative scoliosis? . **Clinical orthopaedics and related research** , v. 472, n. 6, p. 1776–1783, 2014.

COURVILLE, E.; DITTY, B. J.; MAULUCCI, C. M.; IWANAGA, J.; DUMONT, A. S.; TUBBS, R. S. Effects of thigh extension on the position of the femoral nerve: application to prone lateral transpsoas approaches to the lumbar spine.

**Neurosurgical Review** 2022 45:3, v. 45, n. 3, p. 2441–2447, 14 mar. 2022.

Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10143-022-01772-w>>.

Acesso em: 9 out. 2022.

DAHER, M. T.; FORTUNA, P. P. S.; DO AMARAL, R. A.; DAHER, R. T.; DAHER, R. T.; BATISTA, M. C.; FELISBINO, P.; NASCIMENTO, V. N.; DE OLIVEIRA POKORNY, G. H.; ORCINO, J. L.; PRATALI, R. R.; PIMENTA, L.; DA SILVA HERRERO, C. F. P. COMPARISON OF PSOAS MORPHOLOGY AND LUMBAR LORDOSIS IN DIFFERENT POSTURES. **Coluna/Columna**, v. 21, n. 1, 4 abr. 2022.

Disponível em:

<<http://www.scielo.br/j/coluna/a/xQZrbskgCJCSMxFcsRKW6yQ/abstract/?lang=en>>.

Acesso em: 21 out. 2022.

FAISAL, S. B.; AL BASTAKI, U. M. H.; PIERRE-JEROME, C. The Psoas Major Muscle at the Lumbar Spine. **Contemporary Diagnostic Radiology**, v. 40, n. 11, p. 1–7, 31 maio 2017. Disponível em:

<[https://journals.lww.com/cdronline/Fulltext/2017/05310/The\\_Psoas\\_Major\\_Muscle\\_at\\_the\\_Lumbar\\_Spine\\_\\_Review.1.aspx](https://journals.lww.com/cdronline/Fulltext/2017/05310/The_Psoas_Major_Muscle_at_the_Lumbar_Spine__Review.1.aspx)>. Acesso em: 21 out. 2022.

GANDHI, S. v.; DUGAN, R.; FARBER, S. H.; GODZIK, J.; ALHILALI, L.; URIBE, J. S. Anatomical positional changes in the lateral lumbar interbody fusion. **European Spine Journal** 2022 31:9, v. 31, n. 9, p. 2220–2226, 15 abr. 2022. Disponível em:

<<https://link.springer.com/article/10.1007/s00586-022-07195-x>>. Acesso em: 9 out. 2022.

HARIMAYA, K.; LENKE, L. G.; MISHIRO, T.; BRIDWELL, K. H.; KOESTER, L. A.; SIDES, B. A. Increasing lumbar lordosis of adult spinal deformity patients via intraoperative prone positioning. **Spine**, v. 34, n. 22, p. 2406–2412, 15 out. 2009. . Acesso em: 31 mar. 2020.

JANG, H. D.; WON, S. H.; KIM, D. W.; KIM, E. H.; LEE, J. C.; CHOI, S. W.; SAN PARK, S.; GOO, W.; SHIN, B. J. Magnetic Resonance Imaging Characteristics and Age-Related Changes in the Psoas Muscle: Analysis of 164 Patients with Back Pain and Balanced Lumbar Sagittal Alignment. **World Neurosurgery**, v. 131, p. e88–e95, 1 nov. 2019. . Acesso em: 9 out. 2022.

KEPLER, C. K.; BOGNER, E. A.; HERZOG, R. J.; HUANG, R. C. Anatomy of the psoas muscle and lumbar plexus with respect to the surgical approach for lateral transpsoas interbody fusion. **European Spine Journal**, v. 20, n. 4, p. 550–556, 13 abr. 2011. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s00586-010-1593-5>>. Acesso em: 20 out. 2022.

KRAMER, D. E.; WOODHOUSE, C.; KEROLUS, M. G.; YU, A. Lumbar plexus safe working zones with lateral lumbar interbody fusion: a systematic review and meta-analysis. **European Spine Journal**, v. 31, n. 10, p. 2527–2535, 1 out. 2022.

Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s00586-022-07352-2>>.

Acesso em: 20 out. 2022.

LE, T. v.; BURKETT, C. J.; DEUKMEDJIAN, A. R.; URIBE, J. S. Postoperative lumbar plexus injury after lumbar retroperitoneal transpsoas minimally invasive lateral interbody fusion. **Spine**, v. 38, n. 1, 1 jan. 2013. Disponível em:

<[https://journals.lww.com/spinejournal/Fulltext/2013/01010/Postoperative\\_Lumbar\\_Plexus\\_Injury\\_After\\_Lumbar.19.aspx](https://journals.lww.com/spinejournal/Fulltext/2013/01010/Postoperative_Lumbar_Plexus_Injury_After_Lumbar.19.aspx)>. Acesso em: 22 jun. 2022.

MANWARING, J. C.; BACH, K.; AHMADIAN, A. A.; DEUKMEDDJIAN, A. R.; SMITH, D. A.; URIBE, J. S. Management of sagittal balance in adult spinal deformity with minimally invasive anterolateral lumbar interbody fusion: A preliminary radiographic study - Clinical article. **Journal of Neurosurgery: Spine**, v. 20, n. 5, p. 515–522, 2014. . Acesso em: 5 maio. 2020.

MORO, T.; KIKUCHI, S. ichi; KONNO, S. ichi; YAGINUMA, H. An anatomic study of the lumbar plexus with respect to retroperitoneal endoscopic surgery. **Spine**, v. 28, n. 5, p. 423–427, 1 mar. 2003. Disponível em: <[https://journals.lww.com/spinejournal/Fulltext/2003/03010/An\\_Anatomic\\_Study\\_of\\_the\\_Lumbar\\_Plexus\\_with.2.aspx](https://journals.lww.com/spinejournal/Fulltext/2003/03010/An_Anatomic_Study_of_the_Lumbar_Plexus_with.2.aspx)>. Acesso em: 20 out. 2022.

NEUFELD, E. A.; SHEN, P. Y.; NIDECKER, A. E.; RUNNER, G.; BATENI, C.; TSE, G.; CHIN, C. MR Imaging of the Lumbosacral Plexus: A Review of Techniques and Pathologies. **Journal of Neuroimaging**, v. 25, n. 5, p. 691–703, 1 set. 2015. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25940664/>>. Acesso em: 20 jun. 2021.

ODA, Y.; TAKIGAWA, T.; UGAWA, R.; SHIOZAKI, Y.; MISAWA, H.; SUGIMOTO, Y.; TANAKA, M.; OZAKI, T. Relationship between Displacement of the Psoas Major Muscle and Spinal Alignment in Patients with Adult Spinal Deformity. **Asian spine journal**, v. 12, n. 2, p. 335–342, 1 abr. 2018. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29713416/>>. Acesso em: 9 out. 2022.

OIKAWA, Y.; EGUCHI, Y.; WATANABE, A.; ORITA, S.; YAMAUCHI, K.; SUZUKI, M.; SAKUMA, Y.; KUBOTA, G.; INAGE, K.; SAINOH, T.; SATO, J.; FUJIMOTO, K.; KODA, M.; FURUYA, T.; MATSUMOTO, K.; MASUDA, Y.; AOKI, Y.; TAKAHASHI, K.; OHTORI, S. Anatomical evaluation of lumbar nerves using diffusion tensor imaging and implications of lateral decubitus for lateral transpsoas approach. **European Spine Journal** 2017 26:11, v. 26, n. 11, p. 2804–2810, 7 abr. 2017. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s00586-017-5082-y>>. Acesso em: 9 out. 2022.

OZGUR, B. M.; ARYAN, H. E.; PIMENTA, L.; TAYLOR, W. R. **Extreme Lateral Interbody Fusion (XLIF): a novel surgical technique for anterior lumbar interbody fusion** *Spine J*, jul. 2006. . Acesso em: 5 maio. 2020.

PARK, D. K.; LEE, M. J.; LIN, E. L.; SINGH, K.; AN, H. S.; PHILLIPS, F. M. The relationship of intrapsoas nerves during a transpsoas approach to the lumbar spine: Anatomic study. **Journal of Spinal Disorders and Techniques**, v. 23, n. 4, p. 223–228, jun. 2010. . Acesso em: 20 jun. 2021.

PIMENTA, L.; AMARAL, R.; TAYLOR, W.; TOHMEH, A.; POKORNY, G.; RODRIGUES, R.; ARNONI, D.; GUIRELLI, T.; BATISTA, M. The prone transpsoas technique: preliminary radiographic results of a multicenter experience. **European Spine Journal**, v. 30, n. 1, p. 108–113, 2021a.

PIMENTA, L.; POKORNY, G.; AMARAL, R.; DITTY, B.; BATISTA, M.; MORIGUCHI, R.; FILHO, F. M.; TAYLOR, W. R. Single-Position Prone Transpsoas Lateral Interbody Fusion Including L4L5: Early Postoperative Outcomes. **World**

**Neurosurgery**, v. 149, 1 maio 2021b. Disponível em:

<<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33548532/>>. Acesso em: 24 maio. 2021.

PIMENTA L; TAYLOR WR; STONE LE; WALI AR; SANTIAGO-DIEPPA DR. Prone transpsoas technique for simultaneous single position access to the anterior and posterior spine. **Oper Neurosurg**, 2020.

QURESHI, R.; PUVANESARAJAH, V.; JAIN, A.; SHIMER, A. L.; SHEN, F. H.; HASSANZADEH, H. A Comparison of Anterior and Posterior Lumbar Interbody Fusions. **Spine**, v. 42, n. 24, p. 1865–1870, 15 dez. 2017. Disponível em: <[https://journals.lww.com/spinejournal/Fulltext/2017/12150/A\\_Comparison\\_of\\_Anterior\\_and\\_Posterior\\_Lumbar.10.aspx](https://journals.lww.com/spinejournal/Fulltext/2017/12150/A_Comparison_of_Anterior_and_Posterior_Lumbar.10.aspx)>. Acesso em: 21 out. 2022.

REGEV, G. J.; CHEN, L.; DHAWAN, M.; LEE, Y. P.; GARFIN, S. R.; KIM, C. W. Morphometric analysis of the ventral nerve roots and retroperitoneal vessels with respect to the minimally invasive lateral approach in normal and deformed spines. **Spine**, v. 34, n. 12, p. 1330–1335, 20 maio 2009. Disponível em: <[https://journals.lww.com/spinejournal/Fulltext/2009/05200/Morphometric\\_Analysis\\_of\\_the\\_Ventral\\_Nerve\\_Roots.17.aspx](https://journals.lww.com/spinejournal/Fulltext/2009/05200/Morphometric_Analysis_of_the_Ventral_Nerve_Roots.17.aspx)>. Acesso em: 20 out. 2022.

SEBASTIAN, A. S.; AHMED, A.; VERNON, B.; NGUYEN, E. C.; ALEEM, I.; CLARKE, M. J.; CURRIER, B. L.; ANDERSON, P.; BYDON, M.; NASSR, A. Effect of an Adjustable Hinged Operating Table on Lumbar Lordosis during Lumbar Surgery. **Spine**, v. 43, n. 4, p. 302–306, 15 fev. 2018. Disponível em: <[https://journals.lww.com/spinejournal/Fulltext/2018/02150/Effect\\_of\\_an\\_Adjustable\\_Hinged\\_Operating\\_Table\\_on.21.aspx](https://journals.lww.com/spinejournal/Fulltext/2018/02150/Effect_of_an_Adjustable_Hinged_Operating_Table_on.21.aspx)>. Acesso em: 9 out. 2022.

SICCARDI, M. A.; TARIQ, M. A.; VALLE, C. Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Psoas Major. **StatPearls**, 8 ago. 2022. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK535418/>>. Acesso em: 21 out. 2022.

SMITH, T. G.; POLLINA, J.; JOSEPH, S. A.; HOWELL, K. M. Effects of Surgical Positioning on L4-5 Accessibility and Lumbar Lordosis in Lateral Transpsoas Lumbar Interbody Fusion: A Comparison of Prone and Lateral Decubitus in Asymptomatic Adults. **World Neurosurgery**, 4 fev. 2021. . Acesso em: 17 mar. 2021.

SWAMY, G.; LOPATINA, E.; THOMAS, K. C.; MARSHALL, D. A.; JOHAL, H. S. The cost effectiveness of minimally invasive spine surgery in the treatment of adult degenerative scoliosis: a comparison of transpsoas and open techniques. **The Spine Journal**, v. 19, n. 2, p. 339–348, 2019.

TANIDA, S.; FUJIBAYASHI, S.; OTSUKI, B.; MASAMOTO, K.; MATSUDA, S. Influence of spinopelvic alignment and morphology on deviation in the course of the psoas major muscle. **Journal of Orthopaedic Science**, v. 22, n. 6, p. 1001–1008, 1 nov. 2017. . Acesso em: 9 out. 2022.

TENG, I.; HAN, J.; PHAN, K.; MOBBS, R. **A meta-analysis comparing ALIF, PLIF, TLIF and LLIF** **Journal of Clinical Neuroscience** Churchill Livingstone, 1 out. 2017. . Acesso em: 6 abr. 2021.

URIBE, J. S.; ARREDONDO, N.; DAKWAR, E.; VALE, F. L. Defining the safe working zones using the minimally invasive lateral retroperitoneal transpsoas approach: an anatomical study. **Journal of neurosurgery. Spine**, v. 13, n. 2, p.

260–266, ago. 2010. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20672964/>>. Acesso em: 9 out. 2022.

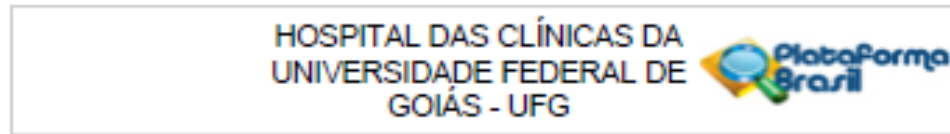
WALDROP, R.; CHENG, J.; DEVIN, C.; MCGIRT, M.; FEHLINGS, M.; BERVEN, S. The Burden of Spinal Disorders in the Elderly. **Neurosurgery**, v. 77, n. 4, p. S46–S50, 1 out. 2015. Disponível em: <<https://academic.oup.com/neurosurgery/article-lookup/doi/10.1227/NEU.0000000000000950>>. Acesso em: 5 mar. 2021.

YINGSAKMONGKOL, W.; PORISWANICH, K.; KOTHEERANURAK, V.; NUMKARUNARUNROTE, N.; LIMTHONGKUL, W.; SINGHATANADGIGE, W. How Prone Position Affects the Anatomy of Lumbar Nerve Roots and Psoas Morphology for Prone Transpsoas Lumbar Interbody Fusion. **World Neurosurgery**, v. 160, p. e628–e635, 1 abr. 2022. . Acesso em: 20 out. 2022.

ZHANG, F.; XU, H.; YIN, B.; TAO, H.; YANG, S.; SUN, C.; WANG, Y.; YIN, J.; SHAO, M.; WANG, H.; XIA, X.; MA, X.; LU, F.; JIANG, J. Does right lateral decubitus position change retroperitoneal oblique corridor? A radiographic evaluation from L1 to L5. **European Spine Journal**, v. 26, n. 3, p. 646–650, 1 mar. 2017. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s00586-016-4645-7>>. Acesso em: 20 out. 2022.

## ANEXOS

### ANEXO A – Aprovação do comitê de ética em pesquisa



Continuação do Parecer: 4.547.594

alteração no protocolo deverá ser comunicada ao CEP/HCUFG, assim como relatórios semestrais e finais, notificação de eventos adversos e eventuais emendas ou modificações no protocolo.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PE_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1645434.pdf	27/01/2021 17:30:21		Aceito
Outros	RESPOSTA_A_PENDENCIA.docx	27/01/2021 17:29:42	Murilo Daher	Aceito
Outros	Documento_Gerencia_Ensino_e_Pesquisa.docx	10/11/2020 08:58:17	Murilo Daher	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Detalhado_Atualizado.pdf	10/11/2020 08:57:54	Murilo Daher	Aceito
Declaração de concordância	Termo_anuencia.pdf	22/10/2020 13:21:05	Murilo Daher	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto.pdf	22/10/2020 13:08:53	Murilo Daher	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Termo_Compromisso.pdf	09/10/2020 11:19:39	Murilo Daher	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	08/10/2020 11:31:08	Murilo Daher	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Detalhado.pdf	08/10/2020 11:18:58	Murilo Daher	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Aprovação da CONEP:

Não

GOIANIA, 19 de Fevereiro de 2021

Assinado por:  
 Maroela Maria Cavaloante  
 (Coordenador(a))



**ANEXO B – Aceite do trabalho derivado a tese na revista *Worldneurosurgery***

World Neurosurgery  
Volume 153, September 2021, Pages e131-e140





Original Article

## The Effect of Patient Position on Psoas Morphology and in Lumbar Lordosis

Rodrigo Amaral <sup>1</sup>, Murilo T. Daher <sup>3</sup>, Raphael Pratali <sup>5</sup>, Daniel Arnoni <sup>1</sup>, Gabriel Pokorny <sup>1</sup>  , Raquel Rodrigues <sup>1</sup>, Matheus Batista <sup>1</sup>, Pedro Paulo Fortuna <sup>3</sup>, Luiz Pimenta <sup>1,2</sup>, Carlos Fernando P.S. Herrero <sup>6</sup>, Brazilian Spine Study Group

Show more 

+ Add to Mendeley  Share  Cite

<https://doi.org/10.1016/j.wneu.2021.06.067>

[Get rights and content](#)