

# ESTUDO COMPARATIVO DO TRAJETO DO PLEXO LOMBAR NOS LADOS DIREITO E ESQUERDO ATRAVÉS DO MÚSCULO PSOAS

COMPARATIVE STUDY OF LUMBAR PLEXUS PATH ON THE LEFT AND RIGHT SIDES THROUGH THE PSOAS MUSCLE

ESTUDIO COMPARATIVO DEL TRAYECTO DEL PLEXO LUMBAR EN LOS LADOS DERECHO E IZQUIERDO A TRAVÉS DEL MÚSCULO PSOAS

EMILIANO NEVES VIALLE,<sup>1</sup> LUIZ ROBERTO GOMES VIALLE,<sup>1</sup> LETÍCIA CARDOSO ERN,<sup>2</sup> LUIS MIGUEL DUCHÉN RODRÍGUEZ,<sup>3,4</sup> GROVER COAQUIRA HUAYTA,<sup>4</sup> JOANA BRETAS CABRAL RONDON GUASQUE<sup>1</sup>

1. Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Hospital Universitário Cajuru, Grupo de Cirurgia de Coluna, Curitiba, PR, Brasil.
2. Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, PR, Brasil.
3. Universidad Pública de El Alto, Departamento de Anatomía y Neuroanatomía, La Paz, Bolívia.
4. Fellow AOSpine Latin America.

## RESUMO

**Objetivo:** Encontrar um referencial anatômico prático e seguro durante a cirurgia com a técnica de acesso à coluna ALMI (acesso lateral minimamente invasivo) e validar possíveis diferenças anatômicas entre os lados direito e esquerdo. **Método:** Foram feitas 4 medidas (cm) em 38 cadáveres: entre o plexo lombar e o processo transversal de L4-L5, e entre o plexo lombar e a linha média da coluna lombar dos lados direito e esquerdo. **Resultados:** A distância média encontrada entre o plexo lombar e o processo transversal de L4-L5 foi de 1,03cm e a distância até a linha média foi de 3,99 cm do lado direito. Já do lado esquerdo, as médias são 1,13cm e 3,88cm, respectivamente. Houve diferença estatística entre os lados ( $p < 0,05$ ) pelo teste não-paramétrico de Wilcoxon. **Conclusão:** Sugere-se como referencial anatômico o processo transversal para definir o ponto de entrada do portal de trabalho no músculo psoas. **Nível de Evidência IV; Estudo Cadavérico.**

**Descritores:** Plexo lombossacral; Fusão vertebral; Músculos psoas; Anatomia; Região lombossacral.

## ABSTRACT

**Objective:** Spine surgery with a minimally invasive lateral approach and validate possible anatomical differences between the right and left sides. **Methods:** Four measurements (cm) were taken on 38 cadavers: the distance between the lumbar plexus and the transverse process (L4-L5) and the distance between the lumbar plexus and the midline of the lumbar spine, both on the right and left sides. **Results:** The mean distance between the lumbar plexus and the transverse process of L4-L5 was 1.03 cm and the distance to the midline was 3.99 cm for the right side. The averages of the left side were 1.13 cm and 3.88 cm, respectively. There is statistical difference between the sides ( $p < 0.05$ ) using the non-parametric Wilcoxon test. **Conclusions:** The authors suggest that the transverse process might be used as an anatomical landmark to define the surgical approach through the psoas muscle. **Level of Evidence IV; Cadaveric study.**

**Keywords:** Lumbosacral plexus; Spinal fusion; Psoas muscles; Anatomy; Lumbosacral region.

## RESUMEN

**Objetivo:** Encontrar una referencia anatómica práctica y segura durante la cirugía de la columna con técnica de abordaje lateral mínimamente invasivo y validar posibles diferencias anatómicas entre los lados derecho e izquierdo. **Métodos:** Se realizaron 4 medidas (cm) en 38 cadáveres: distancia entre el plexo lumbar y la apófisis transversa (L4-L5) y distancia entre el plexo lumbar y la línea media de la columna lumbar, en los lados derecho e izquierdo. **Resultados:** La distancia promedio entre el plexo lumbar y la apófisis transversa de L4-L5 fue 1,03 cm y la distancia a la línea media fue de 3,99 cm a la derecha. Los promedios de la izquierda fueron 1,13 cm y 3,88 cm respectivamente. Hay diferencia estadística entre los lados ( $p < 0,05$ ) mediante la prueba no paramétrica de Wilcoxon. **Conclusiones:** Se sugiere como referencia anatómica la apófisis transversa para definir el portal de trabajo a través del músculo psoas. **Nivel de Evidencia IV; Estudio cadavérico.**

**Descripciones:** Plexo lumbosacro; Fusión vertebral; Músculos psoas; Anatomía; Región lumbosacra.

## INTRODUÇÃO

A abordagem anterior ao disco intervertebral lombar tem diversas vantagens biomecânicas sobre a abordagem posterior, trazendo por outro lado dificuldades técnicas de manejo de estruturas vasculares nem sempre familiares ao cirurgião de coluna. A abordagem lateral surgiu como alternativa às duas vias, reduzindo o risco vascular e ainda oferecendo amplo acesso ao disco intervertebral.

Com diversas vantagens em comparação com a cirurgia tradicional, a abordagem lateral minimamente invasiva (ALMI) oferece redução de trauma tecidual, descompressão neurológica indireta, menor perda sanguínea, menor tempo de cirurgia, cicatriz menor, redução do uso de medicamentos e mobilidade precoce do paciente.<sup>1-7</sup>

Ela tem, com parte da técnica, a inserção da instrumentação cirúrgica através do músculo psoas maior, que pode sofrer algum



tipo de lesão, sendo que a mais grave lesão seria o dano a alguma das estruturas nervosas que passam no seu interior, o plexo lombar.<sup>8</sup>

O plexo lombar pode ser encontrado cruzando as fibras do músculo psoas maior. Ele é parte do plexo lombossacral e é formado por ramos ventrais provenientes dos quatro primeiros nervos lombares com contribuição do último ramo torácico. São originados nervos motores e sensoriais, sendo que a maioria deles tem os dois componentes presentes. Os majoritariamente motores são os nervos femoral e obturatório, e os majoritariamente sensitivos são o ilio-hipogástrico, ilioinguinal, genitofemoral, cutâneo femoral lateral e o cutâneo femoral anterior.<sup>1</sup>

As lesões graves deste plexo podem resultar em denervação e parestesia, referidas como dor, hiperestesia ou outras anormalidades mencionadas como pseudo-hérnia, além de claudicação.<sup>1,3,9,10</sup>

É importante notar que o plexo lombar emerge das raízes lombares dorsalmente e próximo a L4 começa a se tronar ventral, sendo a única exceção o nervo genitofemoral, anteriorizado em relação aos demais. Este fato será importante na abordagem cirúrgica uma vez que criam-se zonas de segurança para a abordagem transpsoas, e o nível mais frequentemente abordado é L4L5, justamente onde as raízes deslocam-se anteriormente.<sup>1,5,11</sup>

Há uma relação anatômica específica entre o plexo lombar e a sua posição dentro do músculo psoas maior, e ela permanece relativamente constante.<sup>9</sup> Contudo, é difícil visualizar a localização dos nervos do plexo lombar no que se refere ao espaço do disco intervertebral a partir de uma visão lateral, ou seja, falta um referencial seguro e facilmente visível durante a cirurgia que possa auxiliar o cirurgião.<sup>5</sup>

O objetivo deste estudo é propor um parâmetro anatômico seguro e prático que possa ser usado como referencial na cirurgia com abordagem ALMI e validar possíveis diferenças anatômicas entre os lados direito e esquerdo no que concerne à anatomia do plexo lombar.

## MÉTODOS

O estudo foi realizado por meio de medidas em 18 cadáveres adultos, do laboratório de anatomia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR) e 20 cadáveres da Universidad Pública de El Alto (La Paz, Bolívia) (n=38), sendo feitas por dois avaliadores.

Foram quatro medidas realizadas em centímetros: entre o primeiro nervo do plexo lombar e o processo transversal da vértebra adjacente L4L5, e entre o primeiro nervo do plexo lombar e a linha média da coluna lombar em L4L5, ambas realizadas dos lados direito e esquerdo.

As medidas foram realizadas após dissecação da coluna lombar por via lateral, exposição do músculo psoas e elevação deste, seguida de identificação do plexo lombar em seu trajeto sobre o disco L4L5 e mensuração utilizando um paquímetro (Figura 1).



**Figura 1.** Marcação do local de medida. Cadáver em decúbito dorsal com região cefálica a direita. Em A observa-se o plexo lombar em sua saída, em B o processo transversal de L4 e em C o músculo psoas maior rebatido. A medida está representada com a linha. Nesta imagem a medida está sendo realizada do lado esquerdo. Fonte: Produzido pelo autor.

## RESULTADOS

Os resultados das mensurações foram descritos por médias, medianas, valores mínimos, valores máximos e desvios padrões. Para a comparação dos dois lados, em relação às duas medidas analisadas, foi usado o teste não-paramétrico de Wilcoxon. A condição de normalidade das variáveis foi avaliada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Valores de  $p < 0,05$  indicaram significância estatística. Os dados foram analisados com o programa computacional IBM SPSS Statistics v.20.

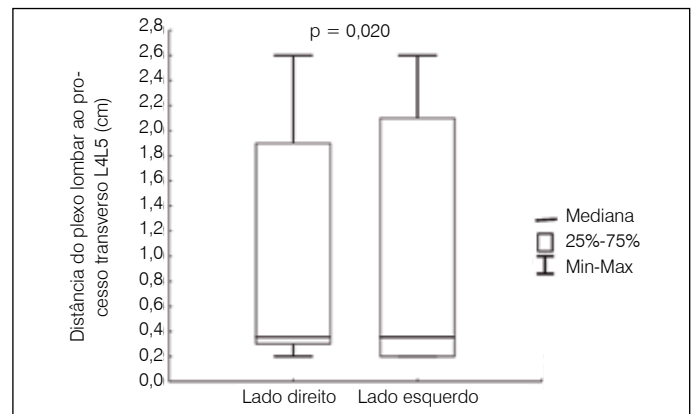
Feitas as medidas e avaliadas estatisticamente, os resultados podem ser observados por meio da Tabela 1.

Dos 38 cadáveres avaliados, em 17 (44,7%) as medidas dos dois lados foram iguais. Em 14 (36,8%) as medidas do lado esquerdo foram maiores do que as medidas do lado direito e em 7 (18,4%) as medidas do lado direito foram maiores do que as medidas do lado esquerdo, como pode ser observado na Figura 2.

**Tabela 1.** Resultados estatísticos em centímetros.

Lado	Distância do plexo lombar ao processo transversal L4L5					Valor de p*	
	n	Média	Mediana	Mínimo	Máximo		Desvio padrão
Direito	38	1,03	0,35	0,20	2,60	0,90	
Esquerdo	38	1,13	0,35	0,20	2,60	0,98	
Dif (esquerdo - direito)	38	0,10	0,00	-0,20	1,60	0,29	0,020

\*Teste não-paramétrico de Wilcoxon,  $p < 0,05$ .



**Figura 2.** Representação da distribuição dos valores de distância entre o plexo lombar e o processo transversal de L4L5.

## DISCUSSÃO

Há concordância de que a abordagem mais segura se encontra na zona anterior da vértebra. Contudo poucos estudos determinam uma distância exata, e nenhum define referencial útil e viável durante o procedimento cirúrgico.

O primeiro estudo a referir o posicionamento anatômico do plexo lombar data de 1996, por Hasegawa et al, em que se determinou, pela primeira vez, que o plexo lombar se anteriorizava enquanto se ramificava.<sup>12</sup> Assim como ele, Moro et al em 2003 e Benglis et al. em 2009 entendem que, por conta dessa anteriorização, a zona de segurança cirúrgica em L4L5 é bem menor do que as demais zonas de segurança da coluna lombar, quando comparadas.<sup>2,13</sup>

A primeira distância proposta foi feita por Regev et al. em 2009, que encontrou 19,5mm entre o plexo lombar e a margem posterior da placa terminal em L4L5.<sup>11</sup> A partir deste estudo, definiu-se uma zona de segurança de 20mm que foi e ainda é usada como parâmetro para a instrumentação cirúrgica na ALMI.

Aqui cabe o questionamento de estudos, como o de Kepler et al. em 2011, que define um risco de lesão de 44% do lado direito e 21% do lado esquerdo.<sup>14</sup> Com isso, entende-se que esse valor de 20mm se encontra, claramente, superestimado e pode levar a mais lesões do plexo do que o previsto.

A distância encontrada neste estudo é muito menor, o que condiz não somente com estudos clínicos que avaliam complicações, como também com outras publicações, como a de 2011, de Lu et al. que define uma distância entre o plexo lombar o processo transversal de 0,49 e 0,84 cm em L4.<sup>9</sup>

Na Tabela 2 pode-se encontrar a descrição de cada um dos estudos e seus respectivos resultados.

Percebe-se que a grande maioria deles, salvo três exceções, não fornece um valor exato de onde posicionar o instrumental cirúrgico. As três exceções seriam os estudos de Regev et al em 2009, Lu et al e Kepler et al. ambos de 2011, que conseguiram resultados bastante diferentes, variando entre 2cm até menos de 1cm.<sup>11,14-18</sup>

O método de cada estudo está diretamente relacionado aos seus respectivos resultados. Estudos realizados com ressonância magnética podem ter diferenças significativas com estudos em cadáveres com medidas diretas, o que poderia explicar as diferenças entre os valores. Este estudo possui algumas limitações como: amostragem pequena, o seu próprio método que pode determinar alterações pequenas na medida por conta da posição da pelve e membros inferiores, dissecação anatômica e retração tecidual.

Entende-se que a zona mais crítica para intervenção é L4L5, uma vez que o corredor de segurança é muito pequeno

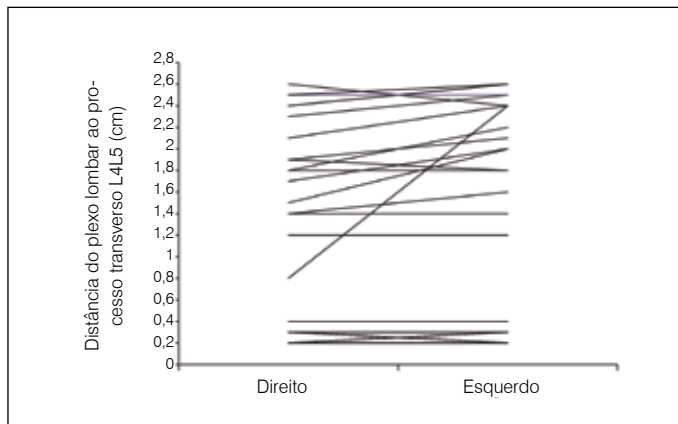
(quando comparado aos demais) em especial à direita, onde há risco de lesão nervosa posteriormente e da veia cava anteriormente. Neste estudo, encontrou-se a um valor 1,03cm para à direita e 1,13cm para à esquerda como margem de segurança entre o processo transversal da vértebra mais próxima. Deve-se ressaltar que esta informação indica que à esquerda, onde a maioria das abordagens é realizada, o plexo lombar está discretamente anteriorizado, e o ponto de entrada para o instrumental deve estar anterior ao plexo lombar. Se levarmos em consideração que em alguns casos esta distância foi superior a 2,5cm, esta distância seria a região mais segura para iniciar a dissecação do disco intervertebral L4L5 e identificação do plexo. Desta forma se evitaria uma área de trabalho posterior ao plexo lombar, onde o risco de déficit pós operatório é elevado. Esta área de segurança pode ser definida pelas médias aritméticas de todas as medidas. (Figura 3)

Por meio da análise estatística, pode-se observar diferença estatística significativa entre os lados direito e esquerdo ( $p=0,020$ ). Portanto, há necessidade de maior atenção e discreta anteriorização do ponto de entrada em L4L5 à esquerda.

Sugere-se, como referencial cirúrgico, o processo transversal como referencial é útil e prático durante a realização da técnica da ALMI.

**Tabela 2.** Resultados dos principais estudos semelhantes já realizados.

AutoR	Ano	Estudo (Cirurgia X Ressonância)	Parâmetro (Referência Da Medida)	Medida	Conclusão
Hasegawa TMD et al (12)	1996	RNM 20 adultos	Pedículo vertebral	Os nervos que tem origem em L4L5 tem origem no terço médio do pedículo (65%).	O plexo lombar de L1 a L5 começa mais dorsal, e em L4 inicia sua ventralização.
Moro T et al (13)	2003	Cadáver 30 cadáveres adultos.	A distância entre a margem anterior e a margem posterior do corpo vertebral foi dividida em 4 zonas iguais (I, II, III e IV).	O plexo lombar se encontra na zona II e abaixo em L4L5. O n. genitofemoral foi encontrado na zona I.	A zona de trabalho segura é acima de L4/L5, excluindo-se o nervo genitofemoral (que se anterioriza antes dos demais).
Benglis DM et al (2)	2009	Cadáver 3 cadáveres adultos.	Relação entre a localização do plexo na placa terminal posterior e o comprimento total do disco em imagens radiográficas.	28% (L4L5)	Sugere que o plexo lombar começa mais dorsal (L1L2) e tem uma direção mais ventral durante seu trajeto, especialmente em L4L5, portanto há risco maior de lesão do n. genitofemoral e do plexo lombar.
Regev GJ et al (15)	2009	RNM 100 adultos.	Margem anterior à posterior da placa terminal de cada disco vertebral.	19,5mm	A zona de segurança entre L4L5 é bastante reduzida em comparação com as demais vértebras (13,1%). Sendo assim, um erro nas intervenções para posterior pode lesionar nervos ou para anterior lesão vasos (especialmente à direita).
Uribe JS et al (16)	2010	Cadáver 5 cadáveres.	O espaço entre as bordas anterior e posterior do corpo vertebral foi dividido em 4 zonas iguais.	O plexo lombar se localiza preferencialmente nas zonas III e IV (L4L5) e o n. genitofemoral foi encontrado na zona I.	Sugere que a zona de trabalho segura seria a zona III (quarto médio posterior) e em L4L5 entre as zonas II e III. O risco de lesão nervosa é maior em L4L5, pois o espaço de segurança é menor (plexo se anterioriza).
Guérin P et al (5)	2011	RMN 78 adultos de idade entre 30 e 71 anos.	Região dorsal da placa terminal do corpo vertebral.	Nenhuma raiz nervosa foi encontrada nos 37,8% anteriores da região da placa terminal.	A zona de trabalho segura se encontra na parte mais anterior da placa terminal (anterior aos nervos e posterior aos vasos).
Kepler KC et al (14)	2011	RNM 43 adultos com mais de 50 anos.	Um plano coronal em cada disco definido pela linha que liga borda anterior de dois corpos vertebrais adjacentes – plano intervertebral anterior (PIA).  PIA até o plexo lombar	22.1mm (L4L5)	O limite anterior do músculo psoas maior deve ser usado como referência para estimar a posição do plexo lombar – quando o limite anterior do m. psoas estiver 10mm anterior ao PIA a posição do plexo lombar vai ser aproximadamente 20mm posterior ao PIA. Os pacientes como estruturas neurológicas em risco foram definidos como aqueles que possuíam plexo lombar/nervo femoral a menos de 20mm do plano intervertebral anterior.
Lu S et al (17)	2011	Cadáver 15 cadáveres de 56 a 87 anos.	Nível inferior do processo transversal Divisão em 3 terços iguais no m. psoas maior	4,9 – 8,4 mm (L4L5) Terço posterior	O m. psoas pode ser considerado um marcador cirúrgico, sendo que devem ser incisados os seus 2/3 anteriores.
Spivak JM et al (18)	2013	Cadáver 12 adultos entre 35 e 74 anos.	Diâmetro anteroposterior de cada copo vertebral (medido entre a borda anterior do forame vertebral e a borda anterior do corpo vertebral).	Nenhuma raiz nervosa foi encontrada nos 33% anteriores do espaço intervertebral entre L4L5.	A área segura de trabalho seria a metade anterior do disco intervertebral (safe working zone)



**Figura 3.** médias aritméticas das distâncias encontradas no estudo, comparando os lados direito e esquerdo em cada espécime.

## CONCLUSÃO

A definição de uma zona segura de abordagem ainda é controversa, no que se refere a um valor específico para posicionamento da instrumentação cirúrgica especialmente em L4L5 por conta da anteriorização do plexo durante seu trajeto.

Neste estudo, determina-se que a partir de um ponto fixo (processo transverso de L4L5) a zona segura se encontra a menos de 2 cm em ambos os lados, o que infere que as medidas atualmente usadas estão superestimadas. Entende-se que há diferença estatística entre os lados. Este seria um ponto seguro para iniciar a exposição do disco e identificar a posição do plexo lombar, seja por visão direta ou por eletromiografia intraoperatória.

Além disso, sugere-se um referencial anatômico prático para a cirurgia: o processo transverso.

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

**CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES:** ENV(0000-0003-1157-4889)\*, JBCRG(0000-0001-5057-940x)\*, LMDR(0000-0003-4371-2377)\*, GCH (0000-0001-8245-7888)\* estruturação do projeto, dissecações anatômicas, redação do trabalho. LEC (0000-0003-3042-355X)\*, LRGV(0000-0002-0638-4311)\* tabulação de dados, revisão da literatura, redação e revisão do trabalho.\*ORCID (*Open Researcher and Contributor ID*).

## REFERÊNCIAS

- Le TV, Uribe JS. The Minimally Invasive Retroperitoneal Transpsaos Approach. *Spine Surg*. 2012;6(6):79-96.
- Benglis DM, Vanni S, Levi AD. An anatomical study of the lumbosacral plexus as related to the minimally invasive transpsaos approach to the lumbar spine. *J Neurosurg Spine*. 2009;10(2):139-44.
- Dakwar E, Le TV, Baaj AA, Le AX, Smith WD, Akabarnia BA, Uribe JS. Abdominal wall paresis as a complication of minimally invasive lateral transpsaos interbody fusion. *Neurosurg Focus*. 2011;31(4):E18.
- Ozgur BM, Aryan HE, Pimenta L, Taylor WR. Extreme Lateral Interbody Fusion (XLIF): a novel surgical technique for anterior lumbar interbody fusion. *Spine J*. 2006;6(4):435-43.
- Guérin P, Obeid I, Gille O, Bourghli A, Luc S, Pointillart V, et al. Safe working zones using the minimally invasive lateral retroperitoneal transpsaos approach: A morphometric study. *Surg Radiol Anat*. 2011;33(8):665-71.
- Tohmeh AG, Rodgers WB, Peterson MD. Dynamically evoked, discrete-threshold electromyography in the extreme lateral interbody fusion approach. *J Neurosurg Spine*. 2011;14(1):31-7.
- Asgarzadie F, Khoo LT. Minimally Invasive Operative Management for Lumbar Spinal Stenosis: Overview of Early and Long-Term Outcomes. *Orthop Clin North Am*. 2007;38(3):387-99.
- Davis TT, Bae HW, Mok JM, Rasouli A, Delamarter RB. Lumbar plexus anatomy within the psoas muscle: implications for the transpsaos lateral approach to the L4-L5 disc. *J Bone Joint Surg Am*. 2011;93(16):1482-7.
- Lu S, Chang S, Zhang YZ, Ding ZH, Xu XM, Xu YQ. Clinical anatomy and 3D virtual reconstruction of the lumbar plexus with respect to lumbar surgery. *BMC Musculoskelet Disord*. 2011;12:76.
- Lehman RA Jr, Vaccaro AR, Bertagnoli R, Kuklo TR. Standard and minimally invasive approaches to the spine. *Orthop Clin North Am*. 2005;36(3):281-92.
- Regev GJ, Kim CW. Safety and the anatomy of the retroperitoneal lateral corridor with respect to the minimally invasive lateral lumbar intervertebral fusion approach. *Neurosurg Clin N Am*. 2014;25(2):211-8.
- Hasegawa T, Mikawa Y, Watanabe R, An HS. Morphometric analysis of the lumbosacral nerve roots and dorsal root ganglia by magnetic resonance imaging. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1996;21(9):1005-9.
- Moro T, Kikuchi S, Konno S, Yaginuma H. An anatomic study of the lumbar plexus with respect to retroperitoneal endoscopic surgery. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2003;28(5):423-8.
- Kepler CK, Bogner EA, Herzog RJ, Huang RC. Anatomy of the psoas muscle and lumbar plexus with respect to the surgical approach for lateral transpsaos interbody fusion. *Eur Spine J*. 2011;20(4):550-6.
- Regev GJ, Chen L, Dhawan M, Lee YP, Garfin SR, Kim CW. Morphometric analysis of the ventral nerve roots and retroperitoneal vessels with respect to the minimally invasive lateral approach in normal and deformed spines. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009;34(12):1330-5.
- Uribe JS, Arredondo N, Dakwar E, Vale FL. Defining the safe working zones using the minimally invasive lateral retroperitoneal transpsaos approach: an anatomical study. *J Neurosurg Spine*. 2010;13(2):260-6.
- Hu WK, He SS, Zhang SC, Liu YB, Li M, Hou TS, et al. An MRI study of psoas major and abdominal large vessels with respect to the X/DLIF approach. *Eur Spine J*. 2011;20(4):557-62.
- Spivak JM, Paulino CB, Patel A, Shanti N, Pathare N. Safe zone for retractor placement to the lumbar spine via the transpsaos approach. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2013;21(1):77-81.