

# PERCEPÇÃO DOS CIRURGIÕES SOBRE A CURVA DE APRENDIZADO NA CIRURGIA ENDOSCÓPICA NA COLUNA VERTEBRAL

SURGEONS' PERCEPTION OF THE LEARNING CURVE IN ENDOSCOPIC SPINE SURGERY

PERCEPCIÓN DE LOS CIRUJANOS SOBRE LA CURVA DE APRENDIZAJE EN CIRUGÍA ENDOSCÓPICA DE LA COLUMNA VERTEBRAL

IGOR OLIVEIRA MENESSES<sup>1</sup> , PEDRO HENRIQUE TOLOSA PONTES<sup>2</sup> , RAFAEL CARBONI DE SOUZA<sup>2</sup> , GABRIELLE DO AMARAL VIRGINIO PEREIRA<sup>2</sup> 

WILKER HERKSON DE ALMEIDA OLIVEIRA<sup>1</sup> , GUILHERME FOIZER<sup>1</sup> , ANDRÉ EVARISTO MARCONDES CESAR<sup>1</sup> , LUCIANO MILLER REIS RODRIGUES<sup>1</sup> 

1. Centro Universitário da Faculdade de Medicina do ABC (FMABC), Departamento de Ortopedia e Traumatologia, Grupo da Coluna Vertebral, São Paulo, SP, Brasil.

2. Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina (FMUSP), Programa de Pós Graduação em Ciências Médicas, São Paulo, SP, Brasil.

## RESUMO

**Introdução:** A cirurgia endoscópica da coluna lombar é uma abordagem eficaz no tratamento de doenças degenerativas, oferecendo como vantagens menor tempo de recuperação e preservação das estruturas anatômicas. Em comparação com técnicas convencionais, apresenta excelentes resultados, especialmente em casos de hérnia de disco. As abordagens interlaminar e transforaminal permitem intervenções para condições como hérnias e estenose do canal vertebral. Contudo, exigem uma curva de aprendizado significativa, visando garantir melhores resultados. **Objetivo:** Avaliar a percepção do cirurgião de coluna quanto à curva de aprendizado na cirurgia endoscópica de coluna vertebral para discectomia e descompressão lombar baixa. **Método:** Estudo prospectivo, descritivo, quantitativo, entre os meses de junho a outubro de 2024, tendo sua base de dados formada a partir da plataforma Google Forms, através de questionário simples de múltipla escolha. **Resultados:** Incluiu-se 44 participantes, predominantemente homens, com até cinco anos de experiência, 79,5% relataram experiência na técnica endoscópica interlaminar do segmento lombossacral, sendo 36,4% deles, iniciantes. A experiência variou, com 43,2% dos médicos realizando até 20 procedimentos e 25% mais de 150, refletindo diversidade de maturidade técnica. A curva de aprendizado estimada foi entre 20 a 40 procedimentos, com desafios operacionais como adaptação aos instrumentos e coordenação mão-olho. **Conclusão:** O estudo revelou que a maioria dos participantes possui experiência inicial, com dificuldades operacionais comuns, assim como complicações frequentes, recidiva de hérnia de disco e descompressão insuficiente. Cresce a importância de um treinamento prático contínuo, com a expectativa de que, à medida que este se aprofunda, as complicações diminuam, tornando a técnica mais eficiente. **Nível de Evidência III; Estudo Transversal.**

**Descriptores:** Curva de Aprendizado; Cirurgiões; Procedimentos Cirúrgicos Minimamente Invasivos; Coluna Vertebral.

## ABSTRACT

**Introduction:** Endoscopic lumbar spine surgery is an effective approach for treating degenerative diseases, offering advantages such as shorter recovery time and preservation of anatomical structures. Compared to conventional techniques, it presents excellent results, especially in cases of a herniated disc. The interlaminar and transforaminal approaches allow interventions for conditions such as hernias and spinal stenosis. However, they require a significant learning curve, aiming to ensure better results. **Objective:** To evaluate the perception of spine surgeons regarding the learning curve in endoscopic spine surgery for discectomy and low lumbar decompression. **Method:** Prospective, descriptive, quantitative study, between the months of June and October / 2024, with its database formed from the Google Forms platform, through a simple multiple-choice questionnaire. **Results:** The study included 44 participants, predominantly men, with up to five years of experience. 79.5% reported experience in the interlaminar endoscopic technique of the lumbosacral segment, and 36.4% of them were beginners. Experience varied, with 43.2% of the physicians performing up to 20 procedures and 25% more than 150, reflecting a diversity of technical maturity. The estimated learning curve was between 20 and 40 procedures, with operational challenges such as adaptation to the instruments and hand-eye coordination. **Conclusion:** The study revealed that most participants had initial experience, with common operational difficulties, as well as frequent complications - recurrence of disc herniation and insufficient decompression. The importance of continuous practical training increases, with the expectation that, as this training becomes more in-depth, complications will decrease, making the technique more efficient. **Level of Evidence III;**

**Keywords:** Learning Curve; Surgeons; Minimally Invasive Surgical Procedures; Spine.

## RESUMEN

**Introducción:** La cirugía endoscópica de la columna lumbar es una técnica eficaz para tratar enfermedades degenerativas, con ventajas como una recuperación más rápida y la preservación de estructuras anatómicas. En comparación con los métodos convencionales, muestra excelentes resultados, especialmente en hernias discales. Los abordajes interlaminar y transforaminal permiten tratar hernias y estenosis del canal espinal, aunque requieren una curva de aprendizaje considerable para optimizar los resultados. **Objetivo:** Evaluar la percepción

Estudo realizado no Hospital Estadual Mario Covas, R. Dr. Henrique Calderazzo, 321, Paraisó, Santo André, SP, Brasil. 09190-615.

Correspondência: Igor Oliveira Meneses. Rua Azevedo Macedo, 159, Vila Mariana, São Paulo, SP, Brasil. 04013-060. igoromeneses@hotmail.com



*del cirujano de columna sobre la curva de aprendizaje en cirugía endoscópica de columna para discectomía y descompresión lumbar baja. Método: Estudio prospectivo, descriptivo, cuantitativo, entre los meses de junio y octubre de 2024, con su base de datos formada a partir de la plataforma Google Forms, mediante un cuestionario simple de opción múltiple. Resultados: Se incluyeron 44 participantes, predominantemente hombres, con hasta cinco años de experiencia, el 79,5% refirió experiencia en la técnica endoscópica interlaminar del segmento lumbosacro, siendo el 36,4% principiantes. La experiencia varió, con un 43,2% de los médicos realizando hasta 20 procedimientos y un 25% más de 150, lo que refleja diversidad en la madurez técnica. La curva de aprendizaje estimada fue de entre 20 y 40 procedimientos, con desafíos operativos como la adaptación a instrumentos y la coordinación ojo-mano. Conclusión: El estudio mostró que la mayoría de los participantes tenían experiencia inicial, enfrentando dificultades operativas y complicaciones frecuentes, como recurrencia de la hernia discal y descompresión insuficiente. Se destaca la importancia de la formación práctica continua, con la expectativa de que su profundización reduzca las complicaciones y optimice la eficacia de la técnica. Nivel de Evidencia III;*

**Descriptores:** Curva de Aprendizaje; Cirujanos; Procedimientos Quirúrgicos Mínimamente Invasivos; Columna Vertebral.

## INTRODUÇÃO

A cirurgia endoscópica da coluna vertebral representa uma abordagem especializada e eficaz para o tratamento de doenças degenerativas lombares, demandando elevada proficiência técnica e execução precisa.<sup>1</sup> Esse método destaca-se por proporcionar menor tempo de recuperação, redução de complicações pós-operatórias e mínima lesão tecidual, configurando-se como alternativa vantajosa às técnicas convencionais.<sup>2</sup>

A técnica é executada por acesso minimamente invasivo, distinguindo-se dos métodos convencionais e preservando as estruturas anatômicas.<sup>3</sup> Os achados de Gatelli et al. (2019)<sup>4</sup> mostrou que a cirurgia endoscópica para hérnia de disco lombar apresentou 82% de resultados positivos, com 91,4% dos pacientes satisfeitos, confirmado tratar-se de abordagem minimamente invasiva, segura e eficaz, com desfechos comparáveis à cirurgia tradicional.

Este procedimento tem sido amplamente empregado devido à comprovada eficácia no tratamento de hérnias discais e estenose do canal vertebral, permitindo intervenção altamente precisa e preservação das estruturas anatômicas.<sup>5</sup> Essa abordagem reflete a consolidação de uma tendência cirúrgica contemporânea orientada para técnicas menos invasivas, capazes de reduzir o trauma operatório, o tempo de hospitalização e o período de reabilitação funcional, sem comprometer os resultados clínicos.<sup>6</sup>

Entretanto, a realização da cirurgia endoscópica requer elevada complexidade técnica e compreensão aprofundada da anatomia vertebral, configurando uma curva de aprendizado acentuada. O domínio da técnica depende de treinamento contínuo, supervisão qualificada e experiência progressiva, a fim de assegurar a segurança do paciente e a consistência dos resultados clínicos. Conforme relatado por Lewandrowski et al. (2021),<sup>7</sup> a proficiência endoscópica é alcançada apenas após ampla exposição prática e consolidação gradual das habilidades cirúrgicas.

Nesse contexto, a abordagem endoscópica tem se consolidado em procedimentos de discectomia e descompressão lombar por distintas etiologias, como a hérnia de disco, mostrando elevada eficácia na redução da compressão neural. Associada a menor trauma tecidual, dor pós-operatória reduzida e recuperação funcional acelerada em comparação às cirurgias abertas, essa técnica favorece o retorno precoce às atividades e melhor qualidade de vida.<sup>8</sup> Contudo, sua execução demanda período de treinamento, o que justifica a análise da percepção de cirurgiões, iniciantes e experientes, quanto à curva de aprendizado na cirurgia endoscópica da coluna lombar. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a percepção de cirurgiões, novatos e experientes, sobre a curva de aprendizado na cirurgia endoscópica da coluna para discectomia e descompressão lombar.

## METODOLOGIA

Trata-se de um estudo transversal, prospectivo, de abordagem quantitativa e descritiva, destinado a investigar a percepção e o perfil de cirurgiões endoscopistas de coluna no Brasil, com foco em profissionais vinculados à Sociedade Brasileira de Coluna (SBC). A pesquisa contempla aspectos relacionados à experiência prática, desafios enfrentados, motivações e perspectivas desses especialistas no contexto da cirurgia endoscópica da coluna vertebral.

### Local de Estudo

O estudo foi conduzido em formato online, por meio da plataforma Google Forms, utilizada como ferramenta principal para a coleta de dados. A pesquisa foi realizada no Brasil, abrangendo cirurgiões de todo o território nacional, no período de junho a outubro de 2024. A adoção do formato digital otimizou o alcance geográfico, facilitou a participação dos profissionais e favoreceu maior taxa de adesão.

### População do Estudo

A população do estudo foi composta por cirurgiões especialistas em coluna vertebral, membros ativos da SBC, selecionados por sua experiência consolidada e relevância na área da cirurgia endoscópica da coluna vertebral no cenário brasileiro.

### Critérios de elegibilidade

Foram incluídos cirurgiões de coluna que empregam a técnica endoscópica como abordagem terapêutica cirúrgica e que, concomitantemente, mantêm vínculo ativo com a SBC. Excluíram-se os participantes com respostas incompletas ou duplicadas, de modo a preservar a integridade metodológica, a consistência e a validade interna dos dados coletados.

### Instrumentos de Coleta

Os dados foram obtidos por meio de um questionário estruturado com 14 itens de múltipla escolha e respostas objetivas, elaborado com preenchimento obrigatório para assegurar completude e uniformidade das informações, evitando a ocorrência de dados ausentes. O instrumento não incluiu qualquer dado pessoal identificável, garantindo o anonimato dos participantes e a confidencialidade integral das respostas, em conformidade com os princípios éticos de pesquisa envolvendo seres humanos.

### Variáveis do Estudo

As variáveis analisadas neste estudo incluíram aspectos socio-demográficos e profissionais. Entre as sociodemográficas, foram considerados o sexo (masculino, feminino), formação acadêmica (ortopedista ou neurocirurgião), especialização (ortopedia ou neurocirurgia) e a atuação em instituições acadêmicas voltadas à formação de especialistas em cirurgia da coluna vertebral (sim/não).

O perfil profissional dos participantes incluiu o tempo de experiência em cirurgia da coluna, a realização prévia de procedimentos endoscópicos interlaminares lombossacrais, o período de prática em cirurgia endoscópica e o número de intervenções realizadas para discectomia e estenose de canal. Foram ainda avaliadas a percepção sobre o número mínimo de casos necessários para atingir proficiência técnica e o tempo médio de execução das cirurgias. Adicionalmente, foram analisadas as principais dificuldades enfrentadas no domínio da técnica, as complicações observadas durante a curva de aprendizado, o método de treinamento considerado mais eficaz e a participação prévia em programas específicos de capacitação em endoscopia da coluna.

### Aspectos Éticos

O estudo foi conduzido em conformidade com os princípios éticos da Declaração de Helsinque e do Código de Nuremberg,

além das diretrizes nacionais para pesquisas envolvendo seres humanos, conforme a Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde. A coleta de dados iniciou-se somente após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (parecer nº 83516024.3.0000.0082). Todos os questionários foram utilizados exclusivamente para os fins científicos previstos, garantindo-se integral confidencialidade e anonimato dos participantes.

## RESULTADOS

A amostra foi composta por 44 médicos voluntários, predominantemente do sexo masculino (43 homens; 97,7%), com apenas uma participante do sexo feminino (2,3%). A maioria dos profissionais era formada por ortopedistas (90,9%), enquanto 9,1% eram neurocirurgiões. Entre os entrevistados, 54,5% atuavam em instituições acadêmicas voltadas à formação de especialistas em cirurgia da coluna vertebral.

Em relação à experiência prática, observou-se que 46,3% dos participantes haviam realizado até 20 procedimentos de cirurgia endoscópica interlaminar lombossacral, enquanto 14,6% relataram mais de 150 cirurgias ao longo da carreira. Esses achados, ilustrados na Figura 1, evidenciam uma predominância de profissionais em fase inicial de consolidação da técnica endoscópica.

A prática de cirurgia endoscópica interlaminar no segmento lombossacral foi referida por 79,5% dos participantes, enquanto 20,5% relataram não realizar esse procedimento. Quanto ao tempo de experiência com a técnica, 36,4% a utilizavam há menos de um ano, 29,5% entre um e três anos, 20,5% entre três e cinco anos, 9,1% entre cinco e dez anos e 4,5% há mais de dez anos. Esses achados, apresentados na Figura 2, sugerem um crescimento na adoção desta abordagem.

Na análise do volume de procedimentos realizados ao longo da carreira, observou-se que 46,3% dos cirurgiões haviam executado até 20 intervenções, indicando predominância de profissionais em estágios iniciais de experiência. Em contraste, 14,6% relataram mais de 150 cirurgias realizadas. Conforme ilustrado na Figura 3,

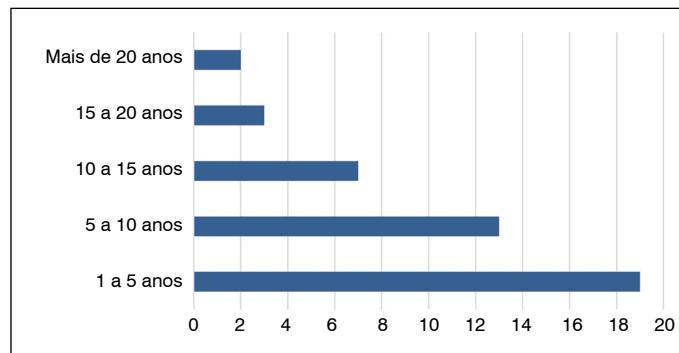


Figura 1. Tempo de atuação na realização de cirurgia de coluna vertebral.

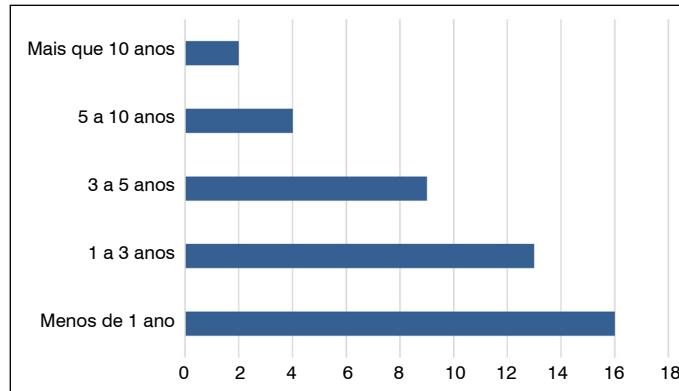


Figura 2. Tempo de experiência em realização da cirurgia endoscópica interlaminar do segmento lombossacral.

os dados revelam uma distribuição heterogênea do nível de experiência prática entre os participantes.

Os achados referentes à cirurgia endoscópica para estenose do canal vertebral demonstraram que 65,9% dos participantes possuíam experiência inicial, com até 20 procedimentos realizados. Apenas 15,9% relataram mais de 150 cirurgias, enquanto poucos profissionais situaram-se nas faixas intermediárias.

A maioria dos participantes (40,9%) indicou que entre 20 e 40 procedimentos são necessários para alcançar bons resultados e segurança na cirurgia endoscópica interlaminar do segmento lombossacral para discectomia. Outros 36,4% acreditaram que até 20 cirurgias seriam suficientes. Contudo, 13,6% apontaram entre 40 e 60, 4,5% entre 60 e 80, e dois participantes indicando entre 80 e 100 ou 100 e 120 cirurgias. Assim, a maioria dos profissionais acredita que um número moderado de procedimentos é suficiente para dominar a técnica.

Quanto ao tempo de duração da cirurgia, 40,9% estimou entre 60 e 90 minutos, seguida por 27,3% que indicaram entre 30 e 60 minutos, 18,2% entre 90 e 120 minutos, e 13,6% com duração maior de 120 minutos (Figura 4). Para a cirurgia de estenose do canal vertebral, os tempos relatados variaram com 31,8% indicando entre 90 e 120 minutos, 31,8% entre 60 e 90 minutos, 22,7% indicaram mais de 120 minutos, e 11,4% entre 30 e 60 minutos (Figura 4).

A partir da percepção dos participantes sobre o número de procedimentos necessários para alcançar proficiência técnica, 46,7% indicaram entre 20 e 40 cirurgias de discectomia endoscópica interlaminar lombossacral, 20,0% entre 40 e 60, 15,6% até 20, 8,9% entre 60 e 80, 4,4% entre 80 e 100 e 2,2% entre 100 e 120 procedimentos. No caso das cirurgias para estenose do canal vertebral, a maioria estimou entre 20 e 40 procedimentos como necessários para atingir proficiência, seguida por um grupo que indicou entre 40 e 60. Esses achados estão representados na Figura 5.

Entre os aspectos desafiadores no domínio da técnica destacou-se a adaptação aos novos instrumentos e a coordenação mão-olho, com 16 e 17 participantes respectivamente. Em contraste, 11 indicaram a visão cirúrgica através do monitor como dificuldade.

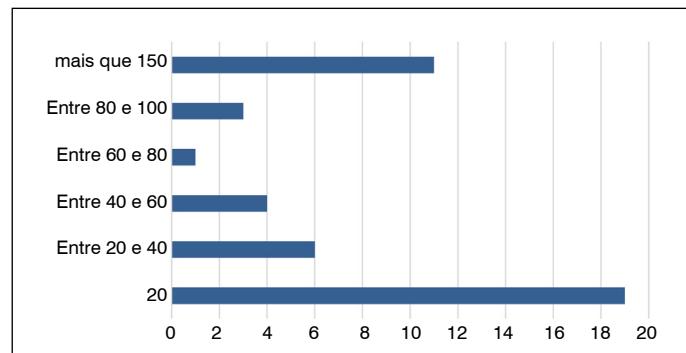


Figura 3. Total de procedimentos de cirurgia endoscópica interlaminar do segmento lombossacral realizados pelos participantes.

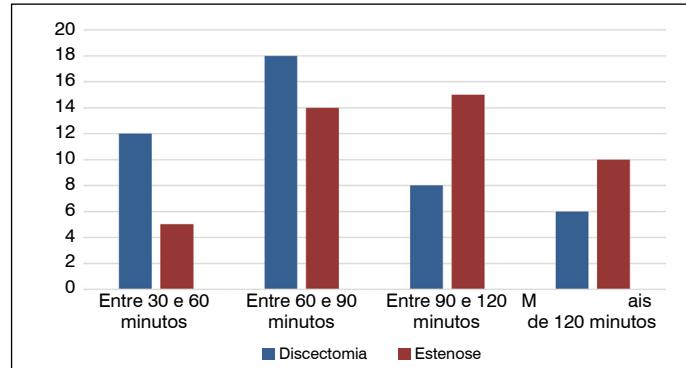
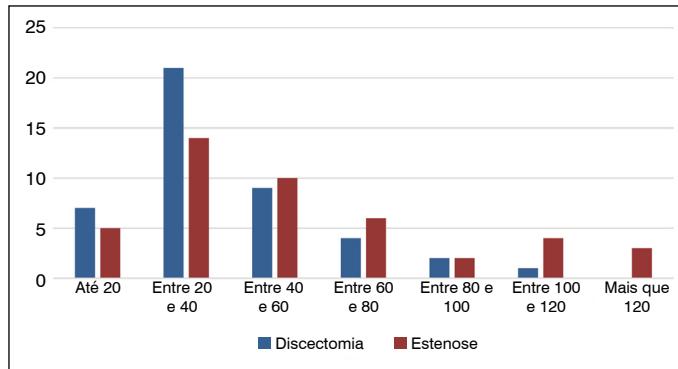


Figura 4. Tempo médio necessário para cirurgia endoscópica interlaminar do segmento lombossacral para discectomia e para estenose de canal vertebral.

Quanto às complicações durante o processo de aprendizagem, foi relatado maior prevalência de recidiva de hérnia de disco, descompressão insuficiente e lesão dural, destaca-se que os participantes podiam marcar mais de uma opção. A Tabela 1 apresenta uma análise dessas complicações.

Em relação aos métodos de treinamento, a maioria dos participantes apontou a experiência prática, por meio da realização de cirurgias próprias, como principal forma de aprimoramento técnico, conforme demonstrado na Tabela 2. Destaca-se que os participantes podiam assinalar mais de um tópico. Por fim, 37 dos participantes relataram ter participado de treinamentos específicos para a realização da cirurgia endoscópica da coluna vertebral.



**Figura 5.** Número de cirurgias necessárias para proficiência em cirurgia endoscópica interlaminar do segmento lombossacral para discectomia e número de cirurgias necessárias para proficiência em estenose de canal vertebral.

**Tabela 1.** Principais Complicações no Processo de Aprendizado da Cirurgia Endoscópica da Coluna Vertebral.

Complicações	Quantidade de profissionais
Recidiva de hérnia	32
Descompressão insuficiente	30
Lesão dural	21
Déficit neurológico transitório	12
Déficit neurológico permanente	1
Infecção	1
Deiscência ferida operatória	0

**Tabela 2.** Métodos de Treinamento para o Aprimoramento da Prática Cirúrgica.

Método de treinamento	Profissionais
Experiência adquirida durante suas próprias cirurgias com auxílio de médico experiente e/ou consultor	28
Operar em modelos de situação ou com cadáver	10
Participação frequente como médico assistente	4
Cursos teóricos	4
Outros	1

## DISCUSSÃO

Os achados revelaram um predomínio de profissionais com até cinco anos de experiência em cirurgia da coluna vertebral e crescente adesão à técnica endoscópica interlaminar lombossacral, adotada por 79,5% dos participantes, sendo 36,4% iniciantes há menos de um ano. Observou-se heterogeneidade na experiência prática, com 43,2% tendo realizado até 20 procedimentos e apenas 25% mais de 150. A curva de aprendizado foi estimada entre 20 e 40 cirurgias, destacando dificuldades como adaptação aos instrumentos e coordenação mão-olho, enquanto as principais complicações relatadas foram recidiva de hérnia discal e descompressão insuficiente.

A cirurgia endoscópica lombar é tradicionalmente executada por neurocirurgiões e ortopedistas especializados em coluna vertebral, cuja prática integra treinamento técnico específico, domínio anatômico e conhecimento aprofundado das patologias espinhais.<sup>9,10</sup>

Neste estudo, observou-se predomínio de ortopedistas com até cinco anos de experiência em cirurgia da coluna, refletindo o perfil de profissionais em consolidação técnica.

A análise do perfil de cirurgiões de coluna em estudos prévios evidenciou predominância de ortopedistas em relação aos neurocirurgiões, com maior concentração de profissionais no estado de São Paulo e prevalência masculina. Em uma amostra de 182 e 257 participantes, respectivamente, os trabalhos de Alves et al. (2013)<sup>11</sup> e de Defino, Herrero e Zardo (2011)<sup>12</sup> identificaram proporções semelhantes, cerca de 75% a 80% de ortopedistas, idade média próxima aos 43 anos e tempo de atuação em torno de 13 anos. Esses achados corroboram os resultados do presente estudo, que demonstra maior representatividade de ortopedistas e de profissionais do sexo masculino na prática da cirurgia da coluna vertebral no Brasil.

Evidências da literatura indicam que neurocirurgiões e ortopedistas apresentam resultados pós-operatórios comparáveis em discectomias lombares, embora diferenças metodológicas sejam descritas, como variações no tempo operatório, possivelmente influenciadas pela familiaridade com equipamentos endoscópicos, e nas taxas de transfusão sanguínea, refletindo particularidades técnicas.<sup>9,10</sup>

O aprendizado para atingir proficiência pode variar conforme o número de procedimentos.<sup>13</sup> Em nossos resultados, 40,9% estimaram a curva de aprendizado entre 20 e 40 procedimentos, sugerindo ser suficiente para adquirir competência na técnica. Entre os desafios operacionais destacou-se a adaptação aos instrumentos específicos, que exigem precisão e sensibilidade tátil, e a coordenação mão-olho.

A distribuição do tempo de experiência em cirurgia da coluna mostrou predominância de profissionais em estágios iniciais de carreira, com 19 participantes apresentando até cinco anos de prática e 13 entre cinco e dez anos de atuação. Esse predomínio de cirurgiões mais jovens reflete a expansão recente dos programas de especialização e o consequente crescimento da oferta de profissionais qualificados na área desde a década de 1990, indicando consolidação progressiva da subespecialidade em cirurgia da coluna vertebral.<sup>14</sup>

Os resultados deste estudo indicam predominância de cirurgiões em fase inicial de experiência com a técnica endoscópica interlaminar lombossacral, visto que 65,9% relataram até 20 procedimentos realizados, enquanto apenas 15,9% executaram mais de 150 cirurgias. A menor casuística observada em casos de estenose reflete a evolução recente da técnica e de seus instrumentais, originalmente concebidos para discectomias. Com o aprimoramento tecnológico e ampliação das indicações, é esperado um aumento progressivo desses procedimentos. Em contrapartida, Pan et al. (2020)<sup>15</sup> destacam que cirurgiões com menos de 200 casos são menos experientes, o que eleva o risco de complicações.

A literatura descreve que a discectomia endoscópica lombar apresenta eficácia comparável à técnica convencional no tratamento da hérnia discal, embora sua execução seja mais complexa e exija maior familiaridade com o método.<sup>16</sup> Essa complexidade técnica pode explicar a ocorrência de complicações observadas neste estudo, como recidiva de hérnia discal, descompressão insuficiente e lesão dural, especialmente entre cirurgiões em fase inicial da curva de aprendizado. Assim, apesar da eficácia comprovada, os resultados reforçam a importância do treinamento estruturado e da experiência progressiva para a redução de eventos adversos e o alcance de proficiência cirúrgica.

Segundo Guo, Yang e Long (2009),<sup>17</sup> a recidiva da hérnia discal varia entre 2% e 18%, influenciada pela experiência do cirurgião e pela etapa de aprendizado técnico. No presente estudo, observou-se maior incidência dessa complicação, possivelmente relacionada à fase inicial de treinamento dos participantes. Enquanto para Pan (2020),<sup>15</sup> as complicações tornaram-se mais comuns devido à disseminação do procedimento.

A infecção, que varia entre 0,1% e 0,4% na literatura, foi observada em proporção superior (2,6%), possivelmente devido à fase inicial de experiência dos cirurgiões. Taxas mais baixas de infecção relacionadas à técnica são atribuídas à pequena incisão cirúrgica e à irrigação contínua de líquido.<sup>15</sup>

Um dos principais desafios das técnicas endoscópicas é que, além das habilidades técnicas específicas, requerem domínio da anatomia do triângulo de Kambin e a determinação precisa do ângulo de acesso, o que explica a maior incidência de complicações, como lesões radiculares e lacerações durais nas fases iniciais de treinamento.<sup>18-20</sup>

Assim, o treinamento estruturado e específico, que combina teoria e prática através de e-learning com prática supervisionada em simuladores, modelos cadávericos e procedimentos in vivo, baseado na metodologia de *apprenticeship*, constitui etapa essencial na formação desses cirurgiões, devendo ser incorporado aos programas de residência e fellowship.<sup>21-23</sup>

Nosso estudo destaca a abrangência nacional e quantitativa, o que permite uma visão representativa sobre a percepção dos cirurgiões de coluna endoscópica no Brasil, mas limitações como amostra reduzida, predominância masculina e de ortopedistas,

além do autorrelato devem ser consideradas e podem introduzir vieses nas percepções dos participantes, especialmente quanto a complicações e curva de aprendizado.

## CONCLUSÃO

A maioria dos participantes encontrava-se em estágios iniciais de domínio técnico, revelando ampla heterogeneidade na experiência cirúrgica. A curva de aprendizado mostrou-se dependente do aprimoramento progressivo da coordenação visuomotora e da familiarização com os instrumentos específicos, fatores decisivos para a execução precisa da técnica. As complicações observadas, sobretudo recidiva de hérnia e descompressão incompleta, evidenciam que o domínio pleno requer treinamento contínuo e prática supervisionada, reforçando a relevância da consolidação de habilidades técnicas antes da atuação autônoma.

## CONFLITOS DE INTERESSE

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

## CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

IOM: análise dos dados e realização das cirurgias. PHTP; GAVP: revisão do artigo e conceito intelectual do artigo. RCS; WHAO; GF; AEMC; LMR: redação e realização de cirurgias. Escrita - preparação do projeto original: Todos os autores. Escrita - revisão e edição: Todos os autores.

## DECLARAÇÃO DE DISPONIBILIDADE DE DADOS

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo está disponível mediante solicitação ao autor correspondente.

## REFERENCES

1. Simpson AK, Lightsey HM 4th, Xiong GX, Crawford AM, Minamide A, Schoenfeld AJ. Spinal endoscopy: evidence, techniques, global trends, and future projections. *Spine J.* 2022;22(1):64-74. doi: 10.1016/j.spinee.2021.07.004.
2. Lin GX, Kotheeranurat V, Mahaththanatrakul A, Ruetten S, Yeung A, Lee SH, et al. Worldwide research productivity in the field of full-endoscopic spine surgery: a bibliometric study. *Eur Spine J.* 2020;29(1):153-160. doi: 10.1007/s00586-019-06171-2.
3. Choi KC, Shim HK, Kim JS, Cha KH, Lee DC, Kim ER, et al. Cost-effectiveness of microdiscectomy versus endoscopic discectomy for lumbar disc herniation. *Spine J.* 2019;19(7):1162-1169. doi: 10.1016/j.spinee.2019.02.003.
4. Gatelli C, Graells XS, Kulcheski AL, Benato ML, Santoro PG. Degree of satisfaction with the endoscopic treatment of lumbar disc herniation. *Coluna/Columna.* 2019;18(1):43-6. doi: 10.1590/S1808-185120191801188352.
5. Perez-Roman RJ, Gáztanaga W, Lu VM, Wang MY. Endoscopic decompression for the treatment of lumbar spinal stenosis: an updated systematic review and meta-analysis. *J Neurosurg Spine.* 2021;36(4):549-557. doi: 10.3171/2021.8.SPINE21890.
6. Hofstetter CP, Ahn Y, Choi G, Gibson JNA, Ruetten S, Zhou Y, et al. AOSpine Consensus Paper on Nomenclature for Working-Channel Endoscopic Spinal Procedures. *Global Spine J.* 2020;10:111S-121S. doi: 10.1177/2192568219887364.
7. Lewandrowski KU, Telfeian AE, Hellinger S, Jorge Felipe Ramírez León, Paulo Sérgio Teixeira de Carvalho, Ramos MRF, et al. Difficulties, Challenges, and the Learning Curve of Avoiding Complications in Lumbar Endoscopic Spine Surgery. *Int J Spine Surg.* 2021;15:S21-S37. doi: 10.14444/8161.
8. Meira MG, Alcalde VRS, Claro RFT. Treinamento físico em período pós-cirúrgico de hérnia de disco lombar. *Revistas Publicadas FIJ.* [Internet]. 2020 [acesso em 2924 jun 30];2(1). Disponível em: <http://portal.fundacaouau.edu.br:8077/journal/index.php/revistasanteriores/article/view/339>.
9. Esfahani DR, Shah H, Arnone GD, Scheer JK, Mehta AI. Lumbar Discectomy Outcomes by Specialty: A Propensity-Matched Analysis of 7464 Patients from the ACS-NSQIP Database. *World Neurosurg.* 2018;118:e865-e870. doi: 10.1016/j.wneu.2018.07.077.
10. Alomari S, Porras JL, Lo SL, Theodore N, Scibetta DM, Witham T, et al. Does the Specialty of the Surgeon Performing Elective Anterior/Lateral Lumbar Interbody Fusion for Degenerative Spine Disease Correlate with Early Perioperative Outcomes? *World Neurosurg.* 2021;155:e111-e118. doi: 10.1016/j.wneu.2021.08.010.
11. Alves PL, Ueta FTS, Ueta RHS, Curto DD, Martins DE, Wajchenberg M, et al. BRAZILIAN SPINE SURGEON PROFILE. *Coluna/Columna.* 2013;12(3):218- 23. doi: 10.1590/S1808-18512013000300009.
12. Defino HLA, Herrero CFPS, Zardo EA. What I stopped doing in spinal surgery: survey among Brazilian spinal surgeons. *Coluna/Columna.* 2011;10(4):336- 42. doi: 10.1590/S1808-18512011000400019.
13. Burkhardt BW, Oertel JM. The Learning Process of Endoscopic Spinal Surgery for Degenerative Cervical and Lumbar Disorders Using the EasyGO! System. *World Neurosurg.* 2018;119:479-487. doi: 10.1016/j.wneu.2018.06.206.
14. Conselho Federal de Medicina. Aumento recorde no total de médicos no país pode ser cenário de risco para a assistência, avalia Conselho Federal de Medicina [Internet]. 2024 [acesso em 2024 dez 3]. Disponível em: <https://portal.cfm.org.br/noticias/aumento-recorde-no-total-de-medicos-no-pais-pode-ser-cenario-de-risco-para-a-assistencia-avalia-conselho-federal-de-medicina>
15. Pan M, Li Q, Li S, Tang X, Rong L, Zhou X. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy: indications and complications. *Pain Physician.* 2020;23(1):49. doi: 10.36076/ppj.2020/23/49.
16. Choi G, Lee SH, Nicolau RJ. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy (PELD). *Coluna/Columna.* 2008;7(2):177-82.
17. Guo JJ, Yang H, Tang T. Long-term outcomes of the revision open lumbar discectomy by fenestration: A follow-up study of more than 10 years. *Int Orthop.* 2009;33(5):1341-5. doi: 10.1007/s00264-008-0648-2.
18. Choi I, Ahn JO, So WS, Lee SJ, Choi IJ, Kim H. Exiting root injury in transforaminal endoscopic discectomy: preoperative image considerations for safety. *Eur Spine J.* 2013;22(11):2481-7. doi: 10.1007/s00586-013-2849-7.
19. Ju CL. Technical Considerations of the Transforaminal Approach for Lumbar Disk Herniation. *World Neurosurg.* 2021;145:597-611. doi: 10.1016/j.wneu.2020.08.229.
20. Aslan A, Kaya ZB, Bulduk EB, Ocal O, Ucar M, Erolat OP, et al. Prophylactic Bevacizumab May Mitigate Radiation Injury: An Experimental Study. *World Neurosurg.* 2018;116:e791-e800. doi: 10.1016/j.wneu.2018.05.094.
21. Motov S, Santander X, Stengel FC, Mohrme M, Schwake M, Zoia C, et al. Sequential adaptive e-learning and hands-on simulator training for unilateral biportal endoscopy (UBE) of the lumbar spine - results from an EANS Young Neurosurgeons hands-on course. *Acta Neurochir (Wien).* 2024;166(1):458. doi: 10.1007/s00701-024-06359-6.
22. Regan JJ, Guyer RD. Endoscopic techniques in spinal surgery. *Clin Orthop Relat Res.* 1997;(335):122-39.
23. Naidu RK, Chaturvedi R, Engle AM, Mehta P, Su B, Chakravarthy K, et al. Interventional Spine and Pain Procedure Credentialing: Guidelines from the American Society of Pain & Neuroscience. *J Pain Res.* 2021;14:2777-2791. doi: 10.2147/JPR.S309705.