

Estudo piloto sobre diâmetro do canal lombar e distância percorrida em pacientes com estenose espinhal lombar: um modelo de predição multivariado

Pilot study on lumbar canal diameter and walking distance in patients with lumbar spinal stenosis: a multivariate prediction model

Gurjant Singh¹ Aksh Chahal² Manjeet Singh³ ¹Autor para correspondência. Maharishi Markandeshwar (Deemed to be University) (Mullana-Ambala). Haryana, Índia. singh.guri547@gmail.com²Maharishi Markandeshwar (Deemed to be University) (Mullana-Ambala). Haryana, Índia. drakshchahal@gmail.com³Adesh Medical College and Hospital (Shahbad). Haryana, Índia. singhsingh001@yahoo.com

RESUMO | INTRODUÇÃO: A claudicação neurogênica (CN) é a apresentação clínica clássica de pacientes com Estenose Espinhal Lombar (EEL). Esses pacientes podem ou não apresentar sintomas de dor nas pernas e dificuldade para caminhar. Esses sintomas são exacerbados ao caminhar e ficar em pé e são aliviados ao sentar ou inclinar-se para a frente. **MÉTODO:** Pacientes com EEL, com diâmetro do canal lombar ≤ 12 mm, foram recrutados em um hospital terciário reconhecido. As características demográficas e antropométricas de cada sujeito foram anotadas e o procedimento do teste foi explicado. O diâmetro do canal foi documentado com a ajuda de um relatório de ressonância magnética. Um teste de caminhada individualizado foi usado para avaliar a distância percorrida. **ANÁLISE ESTATÍSTICA:** Dependendo da normalidade dos dados, o coeficiente de correlação de Pearson (r) foi usado para encontrar a correlação entre o diâmetro do canal em diferentes níveis lombares e a distância percorrida em pacientes com EEL. **RESULTADO:** O coeficiente de correlação de Pearson (r) determinou uma correlação positiva razoável ($r = 0,29$) entre o diâmetro do canal lombar e a distância percorrida. Análise de regressão múltipla stepwise foi feita, e uma equação de predição foi encontrada para diferentes níveis de estenose do canal. **CONCLUSÃO:** Os achados de nosso estudo sugerem uma correlação positiva razoável entre a distância percorrida e o diâmetro do canal em L5-S1. Este estudo também pode ser útil para prever o diâmetro aproximado do canal, estimando a distância percorrida pelo paciente com sintomas de EEL e vice-versa.

PALAVRAS-CHAVE: Vértebras lombares. Ressonância Magnética. Claudicação neurogênica. Estenose espinhal. Caminhada.

ABSTRACT | INTRODUCTION: Neurogenic claudication (NC) is the classic clinical presentation of patients with Lumbar Spinal Stenosis (LSS). These patients may or may not present with symptoms of leg pain and difficulty walking. These symptoms are exacerbated while walking and standing and are eased by sitting or bending forward. **METHOD:** Patients with LSS, having a lumbar canal diameter of ≤ 12 mm, were recruited from a recognized Tertiary care hospital. Each subject's demographic characteristics and anthropometrics were noted, and the testing procedure was explained. The canal diameter was documented with the help of an MRI report. A self-paced walking test was used to assess the walking distance. **STATISTICAL ANALYSIS:** Depending on the normality of the data, the Pearson correlation coefficient (r) was used to find the correlation between canal diameter at different lumbar levels and walking distance in patients with LSS. **RESULT:** Pearson correlation coefficient (r) determined a fair positive correlation ($r = 0.29$) between lumbar canal diameter and walking distance. Stepwise multiple regression analysis was done, and a prediction equation was found for different levels of canal stenosis. **CONCLUSION:** Findings of our present study suggest a fair positive correlation between walking distance and canal diameter at L5-S1. This study may also be useful in predicting the approximate canal diameter by estimating the walking distance of the patient with symptoms of LSS and vice-versa.

KEYWORDS: Lumbar vertebrae. Magnetic resonance imaging. Neurogenic claudication. Spinal stenosis. Walking.

Introdução

A estenose espinal lombar (EEL) é um estreitamento progressivo do canal espinal que consiste na compressão das raízes nervosas, do saco dural e da medula espinal.¹ EEL é um distúrbio comum diagnosticado em 13%-14% dos indivíduos consultados por dor nas costas.² A Ressonância Magnética (RM) é utilizada rotineiramente na prática clínica para o diagnóstico de EEL. As medidas do diâmetro do canal medular são melhor mensuradas por ressonância magnética.^{3,4} Com o aumento da idade, a prevalência de EEL cresce, sendo prevalente em 9,3% na população geral e chegando a 47% em pessoas com mais de 60 anos.⁵ Na faixa etária de 65 anos ou mais, a EEL é a causa mais comum de cirurgias na coluna lombar.^{1,6}

A característica clínica clássica da EEL é a claudicação neurogênica (CN).⁵ Os sintomas da CN são descritos como dor, parestesia ou câibras, dormência e fraqueza na panturrilha, coxas ou nádegas. Esses sintomas são exacerbados ao andar e ficar em pé e aliviados ao sentar ou inclinar-se para a frente.⁷ Anatomicamente, a estenose espinal pode ocorrer centralmente, dentro do recesso lateral, ao nível do disco intervertebral ou no forame. A compressão da raiz nervosa transversal ocorre na estenose do recesso lateral. A EEL pode ser congênita ou adquirida, ou resultar de uma combinação entre congênita e adquirida. No tipo congênito, a etiologia é a presença de pedículos curtos como na acondroplasia, e o tipo adquirido consiste principalmente em alterações de doenças degenerativas causando estreitamento do canal e levando à compressão das raízes nervosas.^{8,9}

Como resultado do estreitamento do canal vertebral lateral e central na coluna lombar, as raízes nervosas lombossacrais podem ser comprimidas. Essa disfunção fisiológica é responsável pela patogênese da CN. A mecânica alterada também pode se desenvolver como resultado da isquemia das raízes nervosas e/ou alterações degenerativas na coluna. Isso leva à capacidade limitada de andar, causando prejuízo funcional em um paciente com CN.^{9,10} Para marcar a Distância Percorrida (DP), a caminhada autorritmada (CAR) poderia ser um método padronizado, sendo uma medida barata, viável e reprodutível para avaliar a capacidade de caminhada em pacientes com EEL.¹¹ Além disso, garante uma avaliação funcional mais prática em comparação com uma esteira, pois a população idosa da Índia pode não estar familiarizada com a caminhada em esteira.

Uma radiografia pode indicar algumas alterações degenerativas na coluna lombar, e os achados da avaliação clínica podem direcionar o clínico para a possibilidade de estenose. Mas, para o diagnóstico confirmatório da estenose, as investigações radiológicas são imprescindíveis. O diâmetro normal do canal lombar varia de 15mm a 27mm, o diâmetro do canal inferior a 12mm é denominado estenose. A diminuição da DP é a principal queixa dos pacientes com EEL. Vários estudos enfatizam a diminuição da DP na EEL, mas nenhuma literatura apresentou o impacto da alteração do diâmetro do canal na DP, havendo a necessidade de se ter alguns dados preditivos, pelos quais os clínicos possam ter uma estimativa da distância percorrida de acordo com o diâmetro do canal lombar no nível mais estenótico. Assim, este estudo foi planejado para encontrar a correlação entre a distância percorrida e o diâmetro do canal lombar, com o objetivo de obter uma previsão sobre a distância percorrida dos pacientes observando o diâmetro do canal lombar em diferentes níveis.

Métodos

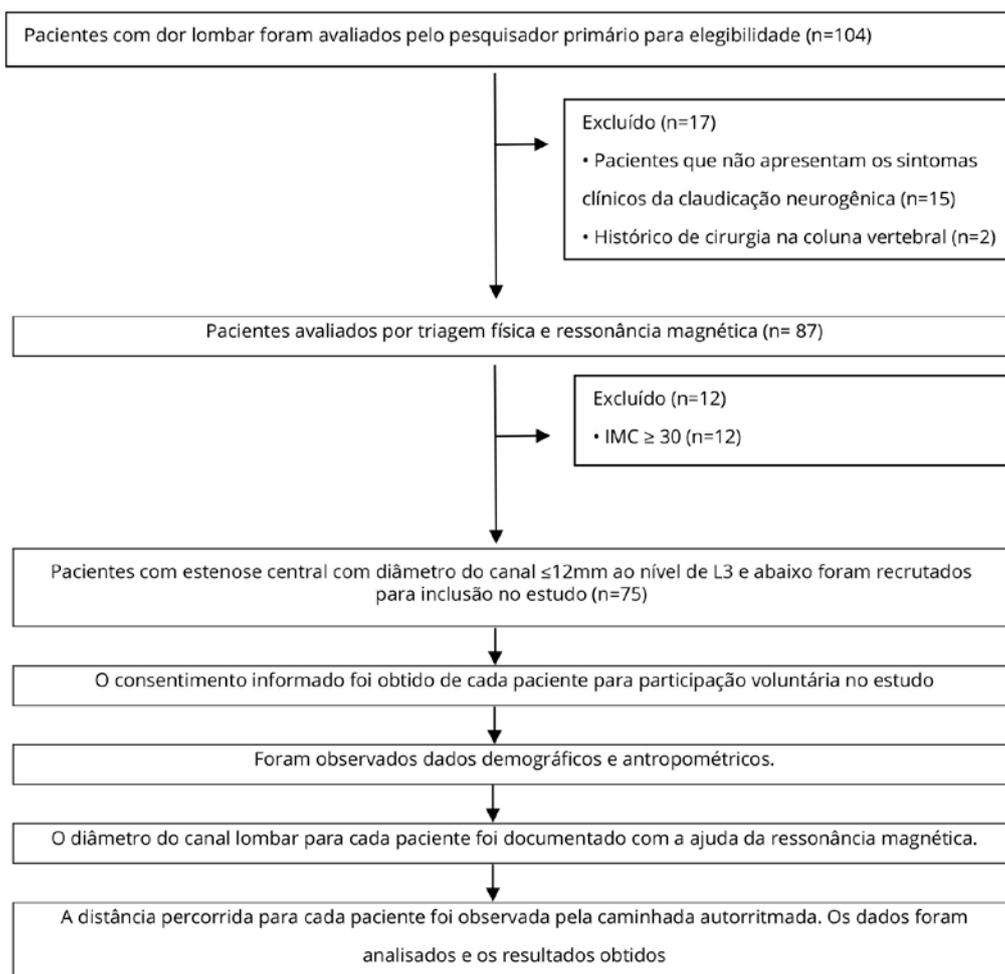
Declaração ética

A aprovação ética deste estudo foi obtida do Comitê de Ética Institucional de uma renomada universidade com o número IEC: MMDU/IEC/1826. A segurança dos pacientes foi assegurada pelo terapeuta (mencionado no procedimento) e o procedimento do estudo foi planejado para eliminar os efeitos negativos na saúde dos pacientes. O estudo foi feito de acordo com a declaração de Helsinque, revisada em 2013¹², e as Diretrizes Éticas Nacionais para Pesquisa Biomédica envolvendo Participantes Humanos, 2017.

Triagem

Cento e quatro pacientes foram triados no Ambulatório de Ortopedia que vinham com queixas de dor nas costas e dificuldade de deambulação de longa duração — tanto pacientes do sexo masculino quanto feminino, na faixa etária ≤ 70 anos, e com EEL em diferentes níveis lombares juntamente com claudicação neurogênica sintoma. Durante a triagem, foram excluídos os pacientes com histórico de trauma ou fratura, ou qualquer cirurgia lombar nos últimos seis meses, ou qualquer deformidade congênita ou adquirida da coluna vertebral (Figura 1).

Figura 1. Fluxograma STROBE do estudo



Fonte: Os autores (2022).

Recrutamento de pacientes

Setenta e cinco pacientes com sintomas de claudicação neurogênica foram recrutados para este estudo por amostragem proposital. O termo de consentimento por escrito foi obtido dos pacientes recrutados para sua participação voluntária. Todas as características demográficas como idade, sexo, peso e altura de cada paciente foram anotadas. O diâmetro do canal foi documentado com a ajuda de uma ressonância magnética. A CAR foi feita para encontrar a DP para cada paciente.

Procedimento

Os dados antropométricos foram coletados pela pesquisadora principal do ambulatório de um hospital reconhecido.

Resultados do estudo

Diâmetro do canal lombar

Os pacientes que apresentavam as características clínicas da EEL foram solicitados a fazer uma ressonância magnética, realizada por um radiologista experiente que desconhecia a distância percorrida dos pacientes. A RM foi feita através de um sistema de Ressonância Magnética Philips Multiva de 1,5 T, e as sequências de imagem, Sagital T1, Sagital T2, Coronal STIR, Axial T1 e Axial T2 foram incluídas. Diâmetro anteroposterior do canal de 12 mm ou menos no nível mais estenótico de L3 e abaixo foi observado.⁵

A caminhada autorritmada foi usada para medir a distância percorrida.¹¹ Antes da mensuração da DP, os pacientes foram informados sobre o procedimento e foi obtido o consentimento informado. A segurança relacionada à caminhada no chão foi garantida pela eliminação de superfícies escorregadias ou calçados dos pacientes. Cada paciente foi solicitado a caminhar em seu próprio ritmo continuamente ao longo de uma trilha marcada de 30m, o mais longe possível, sem qualquer desconforto devido à dor. A marcação da pista foi feita com a ajuda do cone de marcação. O pesquisador principal acompanhou cada paciente com aproximadamente 1m de distância atrás deles para eliminar o risco de queda. A DP foi medida com o auxílio da roda de medição e a distância (metros) onde os pacientes preferiram parar devido à dor foi anotada para cada paciente.

Análise de dados

A análise estatística foi feita utilizando o pacote estatístico para ciências sociais (SPSS), versão 16 (SPSS Inc. Chicago, IL, EUA). Foi estabelecido um nível de significância de 0,05. A normalidade dos dados foi determinada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov e os dados apresentaram distribuição normal. Portanto, o coeficiente de correlação de Pearson (r) foi usado para encontrar a correlação entre o diâmetro do canal em diferentes níveis lombares e a distância percorrida em pacientes com EEL. A análise de regressão múltipla stepwise foi feita para encontrar as melhores variáveis preditoras para a variável dependente, diâmetro do canal. A porcentagem da variação total do diâmetro do canal, contabilizada pelas variáveis preditoras, foi expressa como o quadrado ajustado do coeficiente de correlação múltipla (R²).

Setenta e cinco pacientes foram recrutados (51 homens, 24 mulheres) para este estudo. A idade média \pm desvio padrão dos participantes foi de 38 anos e 4 meses \pm 12 anos e 8 meses. A média \pm desvio padrão da DP dos participantes foi de 159,60 \pm 49,61m (Tabela 1). Os diâmetros médios do canal nos diferentes níveis lombares e a distância percorrida dos pacientes são mencionados na Tabela 1. A correlação entre o diâmetro do canal e a distância percorrida foi medida por meio do Coeficiente de Correlação de Pearson. Os resultados que mostram a correlação (valor de r) entre o diâmetro do canal e a distância percorrida são apresentados na Tabela 2. Mais significativamente, entre todos os níveis, a correlação em L5-S1 mostrou razoavelmente positiva (r = 0,29), o que indica estatisticamente que a distância percorrida pelo paciente pode diminuir com a redução do diâmetro do canal e vice-versa. O R-quadrado neste modelo de regressão foi usado para determinar estatisticamente a proporção de variação na distância percorrida que pode ser explicada pelo valor do diâmetro do canal. O R-quadrado mostrou uma baixa correlação entre a distância percorrida e o diâmetro do canal em todos os níveis, exceto L5 -S1. O valor de R-quadrado foi de 0,08, significando o nível de correlação entre a distância percorrida e o diâmetro do canal em L5-S1. Além disso, o valor de p (0,01) mostrou-se significativo apenas em L5 -S1.

O valor do coeficiente de correlação (r) foi interpretado como abaixo de -0,75: correlação negativa boa a excelente; de -0,50 a -0,75: correlação negativa moderada a boa; de -0,25 a -0,50: correlação negativa razoável; 0: sem correlação; 0,25-0,50: correlação positiva razoável; 0,50-0,75: correlação positiva moderada a boa; e acima de 0,75: correlação positiva boa a excelente.¹³

Tabela 1. Estatística descritiva de todas as variáveis

Variáveis	Média ± DP	95% CI
Idade (anos)	38,27 ± 12,75	35,33 - 41,20
Altura (m)	1,67 ± 0,09	1,65 - 1,69
Peso (kg)	70,39 ± 10,16	68,05 - 72,73
IMC (kg/m ²)	25,09 ± 2,45	24,53 - 25,66
Diâmetro do Canal (L ₁ -L ₂)	15,85 ± 3,14	15,13 - 16,58
Diâmetro do Canal (L ₂ -L ₃)	14,45 ± 3,37	13,68 - 15,23
Diâmetro do Canal (L ₃ -L ₄)	13,68 ± 3,41	12,89 - 14,46
Diâmetro do Canal (L ₄ -L ₅)	11,28 ± 2,87	10,62 - 11,94
Diâmetro do Canal (L ₅ -S ₁)	10,50 ± 2,31	9,97 - 11,03
Distância percorrida (m)	159,60 ± 49,61	148,18 - 171,02

Fonte: Os autores (2022).

Tabela 2. Correlação da distância percorrida com dados demográficos e diâmetro do canal em diferentes níveis lombares

Variáveis	A uma curta distância		
	r	valor p	
Idade (anos)	-0,14	0,23	
Altura (m)	0,17	0,13	
Peso (kg)	0,12	0,27	
IMC (kg/m ²)	0,01	0,97	
Diâmetro do canal (mm)	L ₁ -L ₂	0,10	0,40
	L ₂ -L ₃	0,08	0,50
	L ₃ -L ₄	0,18	0,11
	L ₄ -L ₅	0,22	0,06
	L ₅ -S ₁	0,29	0,01

* r = coeficiente de correlação de Pearson
 Valor p ≤ 0,05 define resultados significativos
 Fonte: Os autores (2022).

Tabela 3. Análise de regressão linear entre o diâmetro do canal e a distância percorrida

Variável dependente	Distância percorrida			
	R-quadrado	R-quadrado ajustado	Valor p	
Diâmetro do canal (mm)	L ₁ -L ₂	0,10	-0,04	0,40
	L ₂ -L ₃	0,07	-0,08	0,51
	L ₃ -L ₄	0,34	0,02	0,12
	L ₄ -L ₅	0,04	0,03	0,06
	L ₅ -S ₁	0,08	0,07	0,01

*R-quadrado define o nível de correlação
 Valor p ≤ 0,05 define resultados significativos
 Fonte: Os autores (2022).

Equação de previsão

A fórmula para a equação de predição, $Y = a + bX$, foi usada para prever o valor do diâmetro do canal se a distância percorrida for conhecida e vice-versa. Na equação, Y é a variável dependente (distância a pé), X é a variável independente (diâmetro do canal), a é a constante e b é o coeficiente de regressão. As equações de predição para diferentes níveis da coluna lombar são mencionadas na tabela 4.

Tabela 4. Equação de previsão para diferentes níveis lombares

Níveis da coluna vertebral	Distância percorrida
L ₁ -L ₂	134 + 1,55 (DC)
L ₂ -L ₃	143 + 1,14 (DC)
L ₃ -L ₄	123 + 2,67 (DC)
L ₄ -L ₅	117 + 3,73 (DC)
L ₅ -S ₁	93,5 + 6,28 (DC)

* DC= Diâmetro do canal
Fonte: Os autores (2022).

Discussão

A capacidade de caminhar é o principal resultado que pode ser usado para correlacionar os diâmetros reduzidos do canal da coluna lombar.¹⁴ Muitos artigos foram escritos para as intervenções ou para a preparação de um protocolo de tratamento para pacientes com EEL, mas há menos literatura sobre a associação de achados clínicos e radiológicos.¹⁵ Até onde sabemos, este é o primeiro estudo a determinar a correlação entre o diâmetro reduzido do canal vertebral em pacientes com estenose espinhal lombar em diferentes níveis estenóticos. Este estudo revelou uma equação de previsão da distância percorrida com redução do diâmetro do canal vertebral em diferentes níveis, ou seja, L1-L2, L2-L3, L3-L4, L4-L5, L5-S1. No presente estudo, 75 pacientes (51 homens e 24 mulheres) com estenose do canal lombar foram recrutados, e o resultado mostra uma correlação positiva razoável ($\rho = 0,29$) entre o diâmetro do canal e a distância percorrida, sugerindo que o diâmetro reduzido do canal nesse nível pode levar a uma redução na distância percorrida pelo paciente.

Não foi encontrada correlação linear entre a avaliação clínica e radiológica no estudo. Os resultados do presente estudo são apoiados por um estudo realizado em 2014, no qual um indivíduo com estenose grave tinha maior distância percorrida em comparação com um indivíduo com estenose moderada do canal, também foi observado que a dor nas pernas era maior em indivíduos com coluna lombar moderada estenose de canal quando comparados com aqueles com estenose de canal lombar grave.¹⁶ O motivo seria que os pacientes do presente estudo tinham idade média de 38,27 anos; assim, não haveria alterações degenerativas em relação ao estudo anterior com idade média de 63 anos.

Embora estudos anteriores tenham sugerido que há uma alta prevalência de EEL em homens em comparação com mulheres, relatórios recentes sugeriram que EEL é 3-5 vezes mais prevalente em mulheres.¹⁷ No entanto, em nosso estudo, mais homens estavam envolvidos em comparação com fêmeas. Isso pode ser devido a menos relatos de mulheres em ambientes clínicos. Conforme sugerido pela literatura anterior, há uma alta prevalência de estenose espinhal lombar em múltiplos níveis em comparação com um único nível. De todos os pacientes recrutados, o número máximo de pacientes apresentou diâmetro mínimo do canal no nível de L5-S1, o que está altamente associado à literatura anterior, mostrando uma alta prevalência de estenose lombar no nível de L4-L5 e L5-S1.¹⁸ Como as vértebras são anatomicamente mais anguladas no nível de L5-S1, há maior prevalência de degeneração por hiper mobilidade.¹⁹

Os achados do presente estudo são semelhantes ao estudo anterior, sugerindo que o aumento do IMC é um dos fatores relacionados à diminuição do nível do canal - uma correlação entre o IMC e a estenose do canal lombar foi estabelecida em um estudo anterior.²⁰ Isto sugeriu que os indivíduos com postura cifótica e com maior IMC são mais propensos a ter EEL, o que pode ser devido ao aumento da carga do disco, onde há aumento da degeneração levando a alterações biomecânicas.²¹ A estenose espinhal lombar é uma síndrome que precisa ser correlacionada tanto com as características radiológicas quanto clínicas.²² Portanto, a equação de predição estabelecida no O presente estudo pode ajudar a prever a distância percorrida usando o diâmetro do canal e vice-versa e pode ser usado em ambientes clínicos.

Implicação clínica

O estudo pode ser útil clinicamente no prognóstico da condição e na estimativa da distância percorrida sem dor de acordo com o diâmetro do canal lombar. O tratamento conservador pode ser planejado levando em consideração a distância percorrida para evitar esforço além da distância proposta ao traçar um protocolo domiciliar para os pacientes ou combinando-o com um período de repouso após esforço específico.

Limitações

- Estudo unicêntrico
- Menor tamanho de amostra

Conclusão

A relação entre a distância percorrida e o diâmetro do canal foi estabelecida em estudos anteriores. Os achados de nosso estudo sugerem uma correlação positiva razoável entre a distância percorrida e o diâmetro do canal; também, até onde sabemos, este é o primeiro estudo que pode prever o diâmetro aproximado do canal estimando a distância percorrida pelo paciente com sintomas de EEL ou vice-versa.

Contribuições dos autores

Singh G participou da concepção, metodologia, redação, coleta de dados e preparação do rascunho original. Chahal A participou da concepção do estudo e forneceu materiais de pesquisa. Singh M participou da redação, revisão e edição.

Conflitos de interesse

Nenhum conflito financeiro, legal ou político envolvendo terceiros (governo, empresas e fundações privadas, etc.) foi declarado para nenhum aspecto do trabalho submetido (incluindo, mas não se limitando a subvenções e financiamentos, participação em conselho consultivo, desenho de estudo, preparação de manuscrito, análise estatística, etc.).

Agradecimentos

Os autores são gratos ao Prof. (Dr) Asir John Samuel e ao Dr Saumya Kothiyal por sua imensa ajuda no trabalho estatístico e edição do manuscrito.

Indexadores

A Revista Pesquisa em Fisioterapia é indexada no [EBSCO](#), [DOAJ](#), [LILACS](#) e [Scopus](#).

EBSCO

DOAJ

LILACS

Scopus®

Referências

1. Wei W, Xu C, Yang XJ, Lu CB, Lei W, Zhang Y. Analysis of Dynamic Plantar Pressure before and after the Occurrence of Neurogenic Intermittent Claudication in Patients with Lumbar Spinal Stenosis: An Observational Study. *Biomed Res Int.* 2020;2020:5043583. <https://doi.org/10.1155/2020/5043583>
2. Grelat M, Gouteron A, Casillas JM, Orliac B, Beaurain J, Fournel I, et al. Walking Speed as an Alternative Measure of Functional Status in Patients with Lumbar Spinal Stenosis. *World Neurosurg.* 2019;122:591-97. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.10.109>
3. Anasuya DG, Jayashree A, Moorthy NLN, Madan S. Anatomical study of lumbar spinal canal diameter on MRI to assess spinal canal stenosis. *Int J Anat Res.* 2015;3(3):1441-44. <http://www.ijmhr.org/ijar.3.3/IJAR.2015.261.html>

4. Dutta S, Bhawe A, Patil S. Correlation of 1.5 Tesla magnetic resonance imaging with clinical and intraoperative findings for lumbar disc herniation. *Asian Spine J.* 2016;10(6):1115-21. <https://doi.org/10.4184%2Fasj.2016.10.6.1115>
5. Elhassan YAM, Ahmed AO, Ali QM, Handady SOM. Clinical Presentation of Lumbosacral Spinal Canal Stenosis Among Sudanese Patients. *Glob J Orthop Res.* 2019;1(3). <http://dx.doi.org/10.33552/GJOR.2019.01.000512>
6. Bumann H, Nüesch C, Loske S, Byrnes SK, Kovacs B, Janssen R, et al. Severity of degenerative lumbar spinal stenosis affects pelvic rigidity during walking. *Spine J.* 2020;20(1):112-20. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2019.08.016>
7. Comer CM, Redmond AC, Bird HA, Conaghan PG. Assessment and management of neurogenic claudication associated with lumbar spinal stenosis in a UK primary care musculoskeletal service: A survey of current practice among physiotherapists. *BMC Musculoskelet Disord.* 2009;10:121. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-10-121>
8. Ahmad T, Goel P, Babu CSR. A study of lumbar canal by M.R.I. in clinically symptomatic and asymptomatic subjects. *J Anat Soc India.* 2011;60(2):184-7. [https://doi.org/10.1016/S0003-2778\(11\)80022-5](https://doi.org/10.1016/S0003-2778(11)80022-5)
9. Ammendolia C, Chow N. Clinical outcomes for neurogenic claudication using a multimodal program for lumbar spinal stenosis: A retrospective study. *J Manipulative Physiol Ther [Internet].* 2015;38(3):188-94. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmpt.2014.12.006>
10. Jain N, Acharya S, Adsul NM, Haritwal MK, Kumar M, Chahal RS, et al. Lumbar canal stenosis: A prospective clinicoradiologic analysis. *J Neurol Surgery, Part A Cent Eur Neurosurg.* 2020;81(5):387-91. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1698393>
11. Tomkins CC, Battié MC, Rogers T, Jiang H, Petersen S. A criterion measure of walking capacity in lumbar spinal stenosis and its comparison with a treadmill protocol. *Spine (Phila Pa 1976).* 2009;34(22):2444-9. <https://doi.org/10.1097/brs.0b013e3181b03fc8>
12. World Medical Association. Declaration of Helsinki, ethical principles for scientific requirements and research protocols. *Bull World Health Organ.* 2001;79(4):373-74. Citado em: PMID: [11357217](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11357217/)
13. Portney LG, Watkins MP. *Foundations of clinical Research applications to practice.* 3a ed. C.A.Davis; 2015.
14. Fors M, Enthoven P, Abbott A, Öberg B. Effects of pre-surgery physiotherapy on walking ability and lower extremity strength in patients with degenerative lumbar spine disorder: Secondary outcomes of the PREPARE randomised controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord.* 2019;20:468. <https://doi.org/10.1186/s12891-019-2850-3>
15. Gaur P, Goyal M, Singh G. Terapia manual e exercícios de ampliação de canais versus fisioterapia convencional em estenose lombar - um protocolo de estudo. *Rev Pesqui Fisioter.* 2021;11(3):549-60. <https://doi.org/10.17267/2238-2704rpf.v11i3.3864>
16. Kuittinen P, Sipola P, Saari T, Aalto TJ, Sinikallio S, Savolainen S, et al. Visually assessed severity of lumbar spinal canal stenosis is paradoxically associated with leg pain and objective walking ability. *BMC Musculoskelet Disord.* 2014;15:348. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-15-348>
17. Lee BH, Moon SH, Suk KS, Kim HS, Yang JH, Lee HM. Lumbar Spinal Stenosis: Pathophysiology and Treatment Principle: A Narrative Review. *Asian Spine J.* 2020;14(5):682-93. <https://doi.org/10.31616%2Fasj.2020.0472>
18. Lai MKL, Cheung PWH, Samartzis D, Cheung JPY. Prevalence and Definition of Multilevel Lumbar Developmental Spinal Stenosis. *Glob Spine J.* 2022;12(6):1084-90. <https://doi.org/10.1177%2F2192568220975384>
19. Mahato NK. Disc spaces, vertebral dimensions, and angle values at the lumbar region: a radioanatomical perspective in spines with L5-S1 transitions. *J Neurosurg Spine.* 2011;15(4):371-79. <https://doi.org/10.3171/2011.6.spine11113>
20. Hirano K, Imagama S, Hasegawa Y, Muramoto A, Ishiguro N. Impact of spinal imbalance and BMI on lumbar spinal canal stenosis determined by a diagnostic support tool: cohort study in community-living people. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2013;133(11):1477-82. <https://doi.org/10.1007/s00402-013-1832-4>
21. Samartzis D, Karppinen J, Chan D, Luk KDK, Cheung KMC. The association of lumbar intervertebral disc degeneration on magnetic resonance imaging with body mass index in overweight and obese adults: a population-based study. *Arthritis Rheum.* 2012;64(5):1488-96. <https://doi.org/10.1002/art.33462>
22. Andrasinova T, Adamova B, Buskova J, Kerkovsky M, Jarkovsky J, Bednarik J. Is there a correlation between degree of radiologic lumbar spinal stenosis and its clinical manifestation? *Clin Spine Surg.* 2018;31(8):403-08. <https://doi.org/10.1097/bsd.0000000000000681>