

A ARTRODESE LOMBAR E AS ALTERAÇÕES DOS PARÂMETROS ESPAÇO-TEMPORAIS DA MARCHA

Victor Ribeiro Cardoso¹, Carlos Henrique Andreatta Koraleski¹, Gabriel Johann Lazzari¹, Fernanda Cechetti²,
Raquel Saccani³, Leandro Viçosa Bonetti^{3,4}

Resumo: As dores lombares podem causar frequentes incapacidades a longo prazo. O tratamento inicial de problemas lombares é realizado através de medicamentos e de fisioterapia; mas a cirurgia de artrodese também pode ser considerada para alguns casos específicos. Entretanto, acredita-se que a artrodese lombar pode afetar negativamente a marcha. O principal objetivo deste estudo foi identificar possíveis alterações nos parâmetros cinemáticos da marcha de indivíduos submetidos a artrodese lombar. Fizeram parte da amostra quinze indivíduos com médias de idade de 55,40 anos, de peso de 79,84 quilogramas, de altura de 1,60 metros e de tempo de pós-operatório de 59,33 meses. Um sistema de cinematria capturou a trajetória tridimensional da marcha. Para a avaliação funcional, o questionário de Roland Morris (RMDQ) foi utilizado. O teste t para uma amostra foi utilizado para comparar com as variáveis da marcha com a normalidade; e o teste de correlação de Spearman, para verificar as correlações entre os parâmetros da marcha e o RMDQ, tempo de procedimento cirúrgico e idade. Os valores de velocidade ($p < 0,0001$), do comprimento da passada ($p < 0,0001$) e da largura do passo ($p < 0,0001$) apresentaram-se inferiores quando comparado aos valores normativos. Os resultados do questionário de RMDQ demonstraram que os participantes apresentaram níveis baixos de funcionalidade; com uma correlação forte e estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre a funcionalidade e a velocidade, cadência, tempo da passada e largura do passo. Resultados similares também foram encontrados em pacientes em tratamento conservador, demonstrando a falta de eficiência desse procedimento cirúrgico. Por isso, de ve-se questionar as reais necessidades da artrodese lombar, avaliando a gravidade e os objetivos de cada paciente com o intuito esgotar ao máximo as possibilidades de tratamento conservador antes da opção pela artrodese lombar.

Palavras-chave: fusão vertebral; coluna vertebral; locomoção.

Afiliação

¹ Acadêmico de fisioterapia, Universidade de Caxias do Sul (UCS); ² Professora do Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA); ³ Professor(a) do Curso de Fisioterapia da Universidade de Caxias do Sul (UCS).; ⁴ Professor do Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde da Universidade de Caxias do Sul (UCS).

LUMBAR ARTHRODESIS AND THE CHANGES IN SPATIOTEMPORAL PARAMETERS OF GAIT

Abstract: Low back pain can cause frequent long-term disabilities. The initial treatment for low back problems is medication and physiotherapy; but arthrodesis surgery can also be considered for some specific cases. However, it is believed that lumbar arthrodesis can negatively affects gait. The main objective of this study was to identify possible changes in gait kinematic parameters after lumbar arthrodesis. Sample was composed by fifteen individuals with a mean age of 55.40 years, weighing 79.84 kilograms, height of 1.60 meters and postoperative time of 59.33 months. A kinematic system captured the three-dimensional trajectory of the gait. For functionality evaluation, the Roland-Morris Disability Questionnaire (RMDQ) was used. The t-test for one sample was used to compare gait variables with normality; and the Spearman correlation test was used to verify the correlations between gait parameters and RMDQ, surgical time and age. The values of velocity ($p < 0.0001$), stride length ($p < 0.0001$) and step width ($p < 0.0001$) were lower when compared to normative values. The results of the RMDQ showed that participants had low levels of functionality; with a strong and statistically significant correlation ($p < 0.05$) between functionality and velocity, between functionality and cadence, between functionality and stride time, and between functionality and stride width. Similar results were also found in patients under conservative treatment, demonstrating this surgical procedure is inefficiency. Therefore, should be asked the real needed for lumbar arthrodesis, measuring the severity and objectives of each patient in order to fully exhaust the possibilities of conservative treatment before opting for lumbar arthrodesis.

Key words: vertebral fusion; low back; locomotion.

Introdução

As dores lombares podem causar frequentes incapacidades a longo prazo, sendo a causa mais comum de abstinência e a segunda maior causa de falta ao trabalho no mundo¹⁻⁴. Entretanto, a decisão sobre qual o melhor tratamento é um problema enfrentado pelos pacientes e pelos profissionais da saúde, ainda mais em um país com recursos financeiros limitados como o Brasil⁵. Nos últimos 30 anos, ocorreram muitas mudanças nas recomendações de tratamento de problemas lombares, dando maior ênfase no auto manejo, em fisioterapia, terapias psicológicas e em algumas formas de medicina complementar; e menos ênfase em tratamentos farmacológicos e cirúrgicos⁶.

Contudo, de maneira geral o tratamento inicial ainda é realizado através do uso de medicamentos e da realização de tratamento fisioterapêutico, e se não houver melhora do quadro, o procedimento cirúrgico pode ser considerado para casos específicos⁷. Dentre os procedimentos cirúrgicos, a artrodese é uma escolha muito comum para o tratamento de problemas lombares^{8,9}. A artrodese tem como objetivo realizar a descompressão do canal vertebral e das raízes nervosas, reestabelecendo o espaço intervertebral através da fixação e estabilização de um ou mais segmentos vertebrais^{10,11}. A artrodese lombar geralmente é utilizada no tratamento de problemas degenerativos vertebrais, deformidades da coluna, trauma, infecções e neoplasias^{12,13}.

Entretanto, mesmo com o aprimoramento dos procedimentos cirúrgicos o número de pacientes insatisfeitos com os resultados pós-operatórios de artrodeses lombares ainda é muito grande¹⁴. Os resultados de avaliações pós-operatórias são utilizados como indicadores de sucesso para esses procedimentos, sendo uma das avaliações essenciais é a avaliação dos parâmetros da marcha¹⁴⁻¹⁵. A análise da marcha é aceita como método de avaliação objetiva da função física, que auxilia no melhor entendimento das alterações biomecânicas e na consequente proposição de métodos de tratamento mais específicos para cada caso^{11, 16}. Apesar de acreditar-se que a artrodese lombar afeta negativamente os parâmetros da marcha¹⁴, poucos estudos avaliaram esses parâmetros após procedimentos cirúrgicos na região da coluna lombar^{11, 17-19}. Diante do exposto, o objetivo principal deste estudo foi identificar possíveis alterações nos parâmetros cinemáticos da marcha de indivíduos submetidos a cirurgia de artrodese lombar.

Materiais e Métodos

O presente estudo se caracteriza como observacional, descritivo e comparativo, com delineamento transversal. Fizeram parte da amostra, 15 indivíduos submetidos a cirurgia de artrodese, com idade entre 40 e 65 anos e de ambos os sexos. Esses participantes foram provenientes do Centro Clínico da Universidade de Caxias do Sul (UCS), da cidade de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. O número amostral foi estabelecido por conveniência, determinado de forma intencional e não probabilística, de acordo com o número de sujeitos e disponibilidade dos mesmos para participação na pesquisa. Foram incluídos os participantes que: a) assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), b) foram submetidos ao procedimento cirúrgico de artrodese

lombar, c) tinham idade entre 40 e 65 anos, d) tinham no mínimo 3 meses de pós-operatório. Foram excluídos da amostra os participantes que: a) realizaram três ou mais procedimentos cirúrgicos para artrodese lombar, b) foram submetidos à outros procedimentos cirúrgicos traumato-ortopédicos e/ou procedimentos cirúrgicos que interferiram na realização da marcha normal, c) apresentaram instabilidade cardiovascular, neurológica, musculoesquelética ou outra condição(ções) que interferissem na marcha independente e/ou na realização da avaliação da marcha de forma segura, d) apresentaram déficits cognitivos que interferissem no entendimento sobre o TCLE, nos questionários e/ou no entendimento do protocolo de coleta de dados da marcha, e) utilizavam de dispositivos auxiliares para locomoção.

Este estudo foi aprovado (número do parecer 2.230.696) pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil) e conduzido de acordo com as disposições legais da resolução Nº 466 do ano de 2012, do Conselho Nacional de Saúde, que aprova as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. O local de realização deste estudo foi o Laboratório de Marcha do Centro Clínico da Universidade de Caxias do Sul (Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil). Para a captura da trajetória tridimensional dos marcadores posicionados no corpo dos sujeitos durante a marcha foi utilizado um sistema de cinemetria dotado de 7 câmeras integradas (*VICON MX systems, Oxford Metrics Group, Reino Unido*). Os dados cinemáticos foram coletados em uma taxa de amostragem de 100Hz.

Para os indivíduos que aceitaram participar da pesquisa e que se enquadraram nos critérios de participação, foi agendada a avaliação, e no dia agendado os sujeitos foram recebidos no Laboratório de Marcha, receberam explicações sobre a pesquisa, sobre os procedimentos de coletas de dados e receberam o TCLE. Em caso de dúvidas, estas foram sanadas pelos pesquisadores. Os participantes que concordaram em participar do estudo assinaram o TCLE e, em seguida, um questionário com questões sobre identificação pessoal, estado de saúde, sobre níveis de atividade física e sobre lesões neuromusculoesqueléticas foi aplicado; além de mensurado o peso e a altura para posterior cálculo do índice de massa corporal (IMC). Posteriormente, foi aplicado o questionário de Roland Morris (*Roland Morris Disability Questionnaire - RMDQ*), que é usado para determinar a funcionalidade dos indivíduos. Esse questionário é composto por 24 perguntas que têm o objetivo de avaliar a incapacidade de indivíduos com dor lombar. A pontuação vai de 0, nenhuma incapacidade, até 24, incapacidade máxima²⁰. Para avaliar o nível de atividade física foi utilizado o Questionário Internacional de Atividade Física (*International Physical Activity Questionnaire - IPAQ*), na forma curta. Foi considerada a atividade física realizada uma semana antes da entrevista, e o escore relativo à mesma foi calculado como sendo a soma dos minutos de atividade moderada (por exemplo, pedalar leve na bicicleta, dançar ou fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim) mais duas vezes os minutos de atividade vigorosa (por exemplo, correr, fazer ginástica aeróbica e jogar futebol). O desfecho foi dicotomizado em pessoas com atividade física insuficiente que obtiveram pontuação abaixo de 150 minutos de atividades por semana e pessoas fisicamente ativas que obtiveram pontuação de mais 150 minutos por semana²¹.

Após a aplicação dos questionários, foram iniciados os procedimentos para avaliação da marcha. Os

procedimentos para coleta de dados no laboratório de marcha foram baseados no protocolo de Laroche et al.²². Para adaptação dos participantes ao protocolo de avaliação de marcha, primeiramente, foi solicitado aos participantes que caminhassem 8 metros em linha reta, no local destinado à coleta de dados da marcha, em uma velocidade auto selecionada. Os participantes memorizaram o número de passos e o ritmo necessário para serem capazes de realizar o contato com as duas plataformas de força, ora com o pé direito inteiro, ora com o pé esquerdo inteiro. Após a familiarização, foram afixados marcadores reflexivos seguindo o protocolo de *Plane in Gate Full Body (Motion Capture Systems, VICON MX systems, Oxford Metrics Group, Reino Unido)* nos seguintes pontos anatômicos, à direita e esquerda: espinha ilíaca ântero-superior, espinha ilíaca póstero-superior, porção médio-lateral do fêmur, porção medial e lateral do joelho, porção médio-lateral da tíbia, porção medial e lateral do tornozelo, porção centro-posterior do calcâneo e face dorsal do segundo metatarso. Então, foi iniciada a coleta de dados da marcha, onde os participantes realizaram o mesmo trajeto da adaptação. O protocolo de marcha consistiu na realização de passos sobre duas plataformas de força. Os participantes deveriam continuar as tentativas até que fossem capturados, de forma integral, 8 passos²².

Os dados coletados foram analisados através do programa estatístico GraphPad Prism 6.0 (*GraphPad, Inc., San Diego, Califórnia*). As variáveis cinemáticas lineares analisadas foram: a) variável espaço-temporal: velocidade; b) variáveis temporais: cadência e tempo da passada; c) variáveis espaciais: comprimento da passada e largura do passo. Para descrição dessas variáveis cinemáticas da marcha, foi utilizada estatística descritiva com distribuição de frequência simples e relativa, bem como medidas de tendência central (média) e de variabilidade (desvio padrão). O teste t para uma amostra foi utilizado para comparar as variáveis da marcha com a normalidade; e o teste de correlação de Spearman foi utilizado para verificar as correlações com os parâmetros da marcha (velocidade, cadência, tempo da passada, comprimento da passada e largura do passo) com os resultados do questionário de funcionalidade (RMDQ), tempo de procedimento cirúrgico e idade, considerando como critério de decisão: > 0,60 correlação forte; entre 0,30 e 0,60 correlação moderada; e abaixo de 0,3 correlação fraca). Foi considerado o nível de significância de $p < 0,05$.

Resultados

Na Tabela 1, são demonstradas as características antropométricas, as informações sobre o tempo de pós-operatório e os resultados dos questionários sobre os níveis de funcionalidade (RMDQ) e atividade física (IPAQ). Com relação ao sexo, onze participantes eram do sexo feminino e quatro eram do sexo masculino. A análise média dos valores do IMC demonstrou que os indivíduos foram classificados como obesos, segundo a Organização Mundial de Saúde²³, com valor de 31,20 ($\pm 5,50$) kg/m². Cinco indivíduos foram classificados com sobrepeso e 8 como obesos, sendo que 5 destes com índices de obesidade severa. O RMDQ, que avalia os níveis de funcionalidade dos participantes, demonstrou um valor médio de 15,93 pontos, sendo que 10 pacientes foram classificados com incapacidade grave e 5 com incapacidade inferior a grave. Em relação a avaliação dos níveis de atividade física, o

IPAQ demonstrou que 8 participantes foram considerados insuficiente ativos e os outros 7 ativos.

Na Tabela 2 são apresentados os valores médios das variáveis da cinemática linear da marcha dos indivíduos submetidos à artrodese lombar. Os valores médios da velocidade ($p < 0,0001$), do comprimento da passada ($p < 0,0001$) e da largura do passo ($p < 0,0001$) apresentaram-se significativamente inferiores quando comparado aos valores normativos.

Já a Tabela 3 apresenta as correlações da funcionalidade, tempo de cirurgia e idade com os parâmetros da marcha analisados. A funcionalidade apresentou uma forte correlação com a velocidade, cadência, tempo da passada e largura do passo, sendo que todas essas correlações foram estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

Discussão

Este estudo teve o objetivo de investigar as alterações cinemáticas da marcha após o procedimento de artrodese lombar. Os resultados demonstraram que indivíduos submetidos à artrodese da coluna lombar apresentam alterações significativas em quase todos os parâmetros da marcha avaliados, além de resultados insatisfatórios na avaliação da funcionalidade e de níveis de atividade física.

Com relação aos parâmetros da marcha, alterações das variáveis espaço-temporais são excelentes indicadores de desordens neurológicas e ortopédicas²⁴. Indivíduos com problemas na coluna adotam diferentes estratégias de melhora do controle motor durante a locomoção com o objetivo de aliviar a dor²⁵. A principal estratégia de controle motor é um melhor controle na descarga de peso para diminuir a força de reação ao solo, provocando a diminuição da velocidade²⁶, do comprimento do passo²⁷ e da largura do passo²⁸. Além disso, a diminuição na mobilidade do quadril, a fraqueza dos membros inferiores²⁹ e as limitações de movimento dos segmentos da coluna²⁵ também podem influenciar nestas alterações. Especificamente pós-artrodese, a restrição de movimentos provocada pela fusão dos segmentos da coluna é maior, e por isso, as alterações nos parâmetros espaço-temporais da marcha podem ser ainda mais significativas³⁰.

O estudo da velocidade da marcha é de extrema importância após um procedimento cirúrgico na coluna, pois a capacidade de se locomover mais rapidamente está relacionada à uma melhor qualidade de vida¹⁵. A velocidade da marcha diminuída dos participantes do presente estudo também foi encontrada em outros estudos pós-artrodese lombar. Stief et al.¹⁹, em uma avaliação realizada 6 meses e Khodadadeh e Eisenstein¹⁸ em uma avaliação realizada 2 anos após o procedimento cirúrgico também demonstraram que estes indivíduos não alcançaram uma velocidade normal. Assim como Engsborg et al.³¹, em avaliações realizadas após artrodeses toracolombares, toracolombosacras ou lombosacras, observaram que a velocidade da marcha abaixo dos valores normais. Pacientes com mais segmentos artrodesados apresentam piores resultados de velocidade e comprimento de passo durante a marcha e essas alterações ocorrem com o intuito de economizar energia³¹. Entretanto, quando foram avaliados indivíduos com dor lombar crônica e que não passaram pelo procedimento cirúrgico da artrodese lombar, Hicks et al.²⁸ e Barzilay et al.³² também encontraram uma velocidade diminuída quando comparado com a

normalidade.

Os resultados desta pesquisa também demonstraram valores significativamente inferior do comprimento da passada e significativamente superior de largura do passo quando comparado aos valores normativos de referência. Em avaliações realizadas 6 meses pós artrodese lombar, Stief et al.¹⁹ observaram que o comprimento do passo continuava abaixo e que a largura do passo continuava acima dos valores de normalidade. Sujeitos que realizaram artrodeses toracolombares, toracolombosacras ou lombosacras³¹ e artrodeses torácicas^{29,30} também demonstraram um comprimento do passo abaixo dos valores normativos. No entanto, alguns resultados controversos foram encontrados na análise desses dois parâmetros. Mahaudens et al.¹⁷ demonstraram valores de comprimento do passo muito próximos aos normativos após artrodeses toracolombares; enquanto Engsborg et al.³¹ pós artrodeses toracolombares, toracolombosacras e lombosacras apresentaram uma largura do passo dentro da normalidade. Assim como no estudo da velocidade da marcha, alguns estudos também demonstraram que sujeitos com dores lombares crônicas também apresentam valores de comprimento de passo ou passada inferiores aos sugeridos pela literatura^{28, 32-34}.

Já cadência apresentou um valor médio inferior quando comparado à normalidade, entretanto, sem diferença estatisticamente significativa. Resultados similares foram encontrados após artrodeses toracolombares, toracolombosacras ou lombosacras³¹, torácicas^{30,35}, toracolombares¹⁷, com valores de cadência muito próximos aos normais; assim como sujeitos com dor lombar inespecífica³².

Com relação à avaliação da funcionalidade, o RMDQ demonstrou que os sujeitos avaliados têm baixos níveis de funcionalidade, com escore médio de 15,93. O RMDQ em sua versão original indicou uma média de 11,4 pontos para pacientes com dor lombar, e ainda relatou que pacientes acima dos 14 pontos são classificados com incapacidade funcional grave³⁶. Em um trabalho mais recente, em que foi confirmada a validação do RMDQ para a população brasileira, os pacientes com dor lombar apresentaram um escore médio de 12,03³⁷. Yang et al.³⁸ avaliaram pacientes com dor lombar crônica após 4 semanas de tratamento fisioterapêutico e tratamento fisioterapêutico associado ao auto manejo da dor, e observaram uma melhora nos escores do RMDQ em ambos os grupos (com alterações de 6 para 4 e de 12 para 11, respectivamente). Porém, quando avaliado os resultados funcionais através do RMDQ em pacientes submetidos a descompressão e artrodese lombar, e pacientes que evoluíram para uma pseudoartrose, não foram encontradas alterações na funcionalidade destes pacientes³⁹. No que se refere aos níveis de atividade física, o IPAQ demonstrou que 50% dos participantes deste estudo foram considerados insuficiente ativos. Estes resultados podem estar relacionados à falta de atividade física que ocorre pelo aumento da dor no período pós-operatório de artrodese lombar⁴⁰.

Na análise das correlações da funcionalidade com os parâmetros da marcha, algumas correlações fortes foram encontradas. Resultados similares foram encontrados por Engsborg et al.³¹, que também demonstraram correlações entre função e marcha, ou seja, quanto pior os resultados funcionais, pior foram os resultados de velocidade, cadência e comprimento de passo pós artrodese. Sujeitos com dor lombar também apresentaram níveis

de função e velocidade de marcha menores²⁶; mas quando tratados através de exercícios físicos melhoraram os níveis de funcionalidade, velocidade, cadência e comprimento do passo³².

Conclusão

Os resultados do presente estudo demonstram que indivíduos submetidos à artrodese lombar não alcançaram os valores espaço-temporais normativos da marcha na maioria dos parâmetros analisados. Além disso, de acordo com o questionário de funcionalidade RMDQ, os níveis de funcionalidade dos participantes deste estudo apresentaram-se muito aquém do esperado.

Quando comparado com estudos que avaliaram indivíduos com dores lombares que não passaram pelo procedimento cirúrgico de artrodese, esses os achados são ainda mais importantes. Resultados funcionais e de locomoção similares, e em alguns parâmetros até inferiores, aos de pacientes com dor lombar em tratamento conservador demonstram a falta de eficiência desse procedimento cirúrgico. Somado a isso, a artrodese lombar tem um custo financeiro e um risco de efeitos adversos muito mais elevados que as de tratamentos conservadores.

Por isso, deve-se questionar as reais necessidades da artrodese lombar para o tratamento de pacientes com dores lombares, avaliando a gravidade e os objetivos de cada paciente; com o intuito esgotar ao máximo as possibilidades de tratamento conservador para, então, optar pelo procedimento cirúrgico. Entretanto, devemos destacar como limitações deste estudo o número amostral reduzido e a ausência de avaliações prévias às intervenções cirúrgicas.

Referências

1. Devereaux M. Low back pain. *Med Clin North Am.* 2009;93(2):477-501.
2. Hayden JA, Dunn KM, Van der Windt DA, Shaw WS. What is the prognosis of back pain? *Best Pract Res Clin Rheumatol.* 2010;24(2):167-79.
3. Hoy D, March L, Brooks P, Woolf A, Blyth F, Vos T, et al. Measuring the global burden of low back pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol.* 2010; 24(2):155-65.
4. Pauli J, Starkweather A, Robins JL. Screening tools to predict the development of chronic low back pain: an integrative review of the literature. *Pain Med.* 2018;0(0):1-27.
5. Teles AR, Righesso O, Gullo MCR, Ghogawala Z, Falavigna A. Perspective of value-based management of spinal disorders in Brazil. *World Neurosurgery.* 2016;87(1):346-54.
6. Foster NE, Anema JR, Cherkin D, Chou R, Cohen SP, Gross DP, et al. Prevention and treatment of low back pain: evidence, challenges, and promising directions. *Lancet.* 2018;391(10137), 2368-83.
7. Bydon M, De la Garza-Ramos R, Macki M, Baker A, Gokaslan AK, Bydon A. Lumbar fusion versus nonoperative management for treatment of discogenic low back pain: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Clin Spine Surg.* 2014;27(5):297-304.

8. Ohtori S, Koshi T, Yamashita M, Yamauchi K, Inoue G, Suzuki M. Surgical versus nonsurgical treatment of selected patients with discogenic low back pain: a small-sized randomized trial. *Spine*. 2011;36(5):347-54.
9. Mannion AF, Brox JI, Fairbank JC. Consensus at last! Long-term results of all randomized controlled trials show that fusion is no better than non-operative care in improving pain and disability in chronic low back pain. *Spine*. 2016;16(5):588-90.
10. Merlo AA, Becerril RR, Lucas ML, Arteaga SPV. Complications in three lumbar arthrodesis techniques: TLIF, MITLIF, PLIF. *Columna*. 2017;16(1):74-7.
11. Stief F, Meurer A, Wienand J, Rauschmann M, Rickert M. Effect of lumbar spinal fusion surgery on the association of self-report measures with objective measures of physical function. *Gait Posture*. 2018;61(1):7-12.
12. Kaiser MG, Eck JC, Groff MW, Watters III WC, Dailey AT, Resnick DK. Guideline update for the performance of fusion procedures for degenerative disease of the lumbar spine. Part 1: introduction and methodology. *J Neurosurg Spine*. 2014;21(1):2-6.
13. Mobbs RJ, Phan K, Malham G, Seex K, Rao PJ. Lumbar interbody fusion: techniques, indications and comparison of interbody fusion options including PLIF, TLIF, MI-TLIF, OLIF/ATP, LLIF and ALIF. *J Spine Surg*. 2015;1(1):2-18.
14. Scheidt S, Endreß S, Gesicki M, Hofmann UK. Using video rasterstereography and treadmill gait analysis as a tool for evaluating postoperative outcome after lumbar spinal fusion. *Gait Posture*. 2018;64:18-24.
15. Sangtarash F, Manshadi FD, Sadeghi A. The relationship of thoracic kyphosis to gait performance and quality of life in women with osteoporosis. *Osteoporos Int*. 2015;26(8):2203-8.
16. Haddas R, Ju KL, Belanger T, Lieberman IH. The use of gait analysis in the assessment of patients afflicted with spinal disorders. *Eur Spine J*. 2018;27(8):1712-23.
17. Mahaudens P, Detrembleur C, Mousny M, Banse X. Gait in thoracolumbar/lumbar adolescent idiopathic scoliosis: effect of surgery on gait mechanisms. *Eur Spine J*. 2010;19(7):1179-88.
18. Khodadadeh S, Eisenstein SM. Gait analysis of patients with low back pain before and after surgery. *Spine*. 1993;18(11):1451-5.
19. Stief F, Meurer A, Wienand J, Rauschmann M, Rickert M. Has a mono-or bisegmental lumbar spinal fusion surgery an influence on self-assessed quality of life, trunk range of motion, and gait performance? *Spine*. 2015;40(11):618-26.
20. Roland M, Fairbank J. The Roland–Morris disability questionnaire and the Oswestry disability questionnaire. *Spine*. 2000;25(24):3115-24.
21. Lopes JA, Longo GZ, Peres KG, Boing AF, Arruda MPD. Fatores associados à atividade física insuficiente em adultos: estudo de base populacional no sul do Brasil. *Rev Bras Epidemiol*. 2010;13(4):689-98.
22. Laroche D, Duval A, Morisset C, Beis JN, D'athis P, Maillefert JF, Ornetti P. Test-retest reliability of 3D kinematic gait variables in hip osteoarthritis patients. *Osteoarthritis Cartilage*. 2011;19(2):194-9.

23. Global Health Observatory data repository. Prevalence of overweight among adults, BMI \geq 25, age-standardized. Estimates by country. Geneva: WORLD HEALTH ORGANIZATION (Organização Mundial de Saúde – OMS); 2017. [citado em 24 de julho de 2019]. Disponível em: <http://apps.who.int/gho/data/node.main.A897A?lang=en>
24. Papadakis NC, Christakis DG, Tzagarakis GN, Chlouverakis GI, Kampanis NA, Stergiopoulos KN, et al. Gait variability measurements in lumbar spinal stenosis patients: part A. Comparison with healthy subjects. *Physiol Meas*. 2009;30(11):1171-86.
25. Kuai S, Zhou W, Liao Z, Ji R, Guo D, Zhang R, et al. Influences of lumbar disc herniation on the kinematics in multi-segmental spine, pelvis, and lower extremities during five activities of daily living. *BMC Musculoskelet Disord*. 2017;18(1):1-13.
26. Lee CE, Simmonds MJ, Etnyre BR, Morris GS. Influence of pain distribution on gait characteristics in patients with low back pain: part 1: vertical ground reaction force. *Spine*. 2007;32(12):1329-36.
27. Lamothe CJ, Meijer OG, Daffertshofer A, Wuisman PI, Beek PJ. Effects of chronic low back pain on trunk coordination and back muscle activity during walking: changes in motor control. *Eur Spine J*. 2005;15(1):23-40.
28. Hicks GE, Sions JM, Coyle PC, Pohlig, RT. Altered spatiotemporal characteristics of gait in older adults with chronic low back pain. *Gait Posture*. 2017;55(1):172-6.
29. Yagi M, Ohne H, Konomi T, Fujiyoshi K, Kaneko S, Takemitsu M, et al. Walking balance and compensatory gait mechanisms in surgically treated patients with adult spinal deformity. *Spine J*. 2017;17(3):409-17.
30. Lenke LG, Engsberg JR, Ross SA, Reitenbach A, Blanke K, Bridwell KH. Prospective dynamic functional evaluation of gait and spinal balance following spinal fusion in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 2001;26(14):330-7.
31. Engsberg JR, Bridwell KH, Reitenbach AK, Uhrich ML, Baldus C, Blanke K, et al. Preoperative gait comparisons between adults undergoing long spinal deformity fusion surgery (thoracic to L4, L5, or sacrum) and controls. *Spine*. 2001;26(18):2020-8.
32. Barzilay Y, Segal G, Lotan R, Regev G, Beer Y, Lonner, BS, et al. Patients with chronic non-specific low back pain who reported reduction in pain and improvement in function also demonstrated an improvement in gait pattern. *Eur Spine J*. 2016;25(9):2761-6.
33. Gombatto SP, Brock T, DeLork A, Jones G, Madden E, Rinere C. Lumbar spine kinematics during walking in people with and people without low back pain. *Gait Posture*. 2015;42(4):539-44.
34. Vickers J, Reed A, Decker R, Conrad BP, Olegario-Nebel M, Vincent HK. Effect of investigator observation on gait parameters in individuals with and without chronic low back pain. *Gait Posture*. 2017;53(1):35-40.
35. Engsberg JR, Bridwell KH, Wagner JM, Uhrich ML, Blanke K, Lenke LG. Gait changes as the result of deformity reconstruction surgery in a group of adults with lumbar scoliosis. *Spine*. 2003A;28(16):1836-43.
36. Roland M, Morris R. A study of the natural history of back pain: Part I. Development of a reliable and sensitive

measure of disability in low-back pain. *Spine*. 1983;8(2):141-4.

37. Júnior JJS, Nicholas MK, Pimenta CDM, Asghari A, Thieme AL. Validação do questionário de incapacidade Roland Morris para dor em geral. *Rev Dor*. 2010;11(1):28-36.

38. Yang J, We, Q, Ge Y, Meng L, Zhao M. Smartphone-based remote self-management of chronic low back pain: a preliminary study. *J Healthc Eng*. 2019;1(1):1-7.

39. Rodrigues LMR, Ueno FH, Fujiki EN, Milani C. Estudo prospectivo comparativo entre pseudoartrose e fusão óssea na estenose de canal lombar. *Acta Ortop Bras*. 2011;19(3):159-62.

40. Donnarumma P, Presaghi F, Tarantino R, Fragale M, Rullo M, Delfini R. The impact of pelvic balance, physical activity, and fear-avoidance on the outcome after decompression and instrumented fusion for degenerative lumbar stenosis. *Eur Spine J*. 2017;26(2):428-33.

Tabelas

Tabela 1 – Características dos participantes.

Características dos indivíduos	Média	DP
Idade média (anos)	55,40	7,49
Peso médio (kg)	79,84	17,62
Altura média (m)	1,60	0,08
IMC (kg/m ²)	31,56	5,48
Tempo de pós-operatório (meses)	59,33	51,78
Funcionalidade (RMDQ)	15,93	7,81
	N	
Incapacidade inferior a grave	5	
Incapacidade grave	10	
Atividade Física (IPAQ)		
Insuficientemente ativos	8	
Ativos	7	

DP = desvio padrão; kg = quilogramas; m = metros; IMC = índice de massa corporal; kg/m² = quilograma por metro quadrado; RMDQ = Roland Morris Questionário; IPAQ = Questionário Internacional de Atividade Física; N = número de participantes.

Tabela 2 – Valores médios das variáveis cinemáticas lineares da marcha de sujeitos após procedimento cirúrgico de artrodese lombar.

Variáveis cinemáticas	Média ± DP	Normalidade†	“p”
Espaço-temporal			
Velocidade (m/s)	0,89 ± 0,34	1,37	< 0,0001*
Temporal			
Cadência (p/min)	100,78 ± 18,38	110	0,10
Espaciais			
Comprimento da passada (m)	1,03 ± 0,27	1,44	< 0,0001*
Largura do passo (m)	0,18 ± 0,04	0,08 - 0,10	< 0,0001*

DP = desvio padrão; m/s = metros por segundo; p/min = passos por minuto; s = segundos; m = metros; † = segundo Neumann DA. Cinesiologia do aparelho musculoesquelético. 2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2011; * = significância estatística.

Tabela 3 – Análise correlacional entre os parâmetros da marcha e idade, tempo de procedimento cirúrgico, e funcionalidade (RMDQ) dos sujeitos após procedimento cirúrgico de artrodese lombar.

	Funcionalidade	Tempo de pós-operatório	Idade
Velocidade	rho = 0,53; p = 0,04*	rho = 0,45; p = 0,08	rho = - 0,34; p = 0,19
Cadência	rho = 0,66; p = 0,006*	rho = 0,42; p = 0,11	rho = - 0,27; p = 0,29
Tempo da passada	rho = - 0,66; p = 0,006*	rho = - 0,42; p = 0,11	rho = 0,27; p = 0,31
Comprimento da passada	rho = 0,32; p = 0,23	rho = 0,18; p = 0,51	rho = - 0,33; p = 0,21
Largura do passo	rho = - 0,60; p = 0,02*	rho = 0,18; p = 0,57	rho = - 0,001; p = 1,00

rho = coeficiente de correlação; * = correlação forte e estatisticamente significativa (p < 0,05).

