

# Análise discriminante da resistência e força muscular em jovens sedentárias com dor lombar crônica

## *Discriminant analysis endurance and muscle strength in young sedentary women with chronic low back pain*

Beatriz Mendes Tozim<sup>1</sup>; Ana Elisa Zuliani Stroppa Marques<sup>2</sup>; Mary Hellen Morcelli<sup>1</sup>; Marcelo Tavella Navega<sup>1,2</sup>

1 Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Humano e Tecnologias. Instituto de Biociências – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP. Rio Claro, SP – Brasil.

2 Departamento de Fisioterapia e Terapia Ocupacional - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Filosofia e Ciências – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. UNESP. Marília, SP – Brasil.

### Endereço para correspondência:

Beatriz Mendes Tozim  
Laboratório de Avaliação Musculoesquelética  
Av. Vicente Ferreira, 1278- Bairro Cascata  
17515-901 - Marília - SP [Brasil]  
beatriztozim@yahoo.com.br

### Resumo

**Introdução:** A dor lombar crônica (DLC) apresenta disfunções neuromusculares, por exemplo, está diminuição da força e resistência muscular, que são essenciais na realização das tarefas e manutenção postural. **Objetivo:** Caracterizar o comportamento de força e resistência muscular e discriminar qual variável tem maior influência na população com DLC. **Métodos:** Foram avaliadas 35 mulheres sedentárias entre 18 e 27 anos, divididas em: grupo com DLC (n=18), grupo sem DLC (n=17). A avaliação foi composta pela avaliação do nível de dor (Escala Visual Analógica), força isométrica dos músculos extensores de tronco (Dinamômetro Lombar) e resistência estática dos extensores de tronco (Teste Biering-Sorensen). Foi realizada Análise de Variância Multivariada e Análise Discriminante, adotando o nível de significância de 5%. **Resultados:** O grupo com DLC tem menor força (21%; p=0,01) e resistência (71%, p<0,001) muscular. A análise discriminante mostrou acurácia diagnóstica de 97,1% para resistência e 68,7% para a força muscular. **Conclusão:** O grupo com DLC apresentou menor força e resistência.

**Descritores:** Dor Lombar; Resistência Física; Força Muscular; Análise discriminante.

### Abstract

**Introduction:** Chronic low back pain (CLBP) presents neuromuscular dysfunctions, per example, the reduction of muscle strength and endurance. They are essential in performing tasks and postural maintenance. **Objective:** This study was to characterize the muscle strength and endurance. It checked the discriminant variables to CLBP population. **Methods:** 35 sedentary young females aged 18 to 27 years old. They were assessed and divided in with CLBP (n=18) and a without LBP (n=17). The assessment included the measurement of pain level (Visual Analogue Scale), isometric strength of trunk extensor muscles (Lumbar Dynamometer) and static endurance of trunk extensors muscles (Biering-Sorensen Test). A Multivariate Analysis of Variance and a Discriminant Analysis were performed adopting a 5% level of relevance. **Results:** The group with CLBP presented decrease muscle strength (21%; p=0.01) and endurance (71%, p<0,001). The discriminant analysis should diagnostic accuracy to endurance 97.1% and strength 68.7%. **Conclusion:** Strength and endurance of extensors of trunk extensor muscles discriminant LBPC.

**Keywords:** Low back pain; Physical endurance; Muscle strength; Discriminant analysis.

## Introdução

Em torno de 70 a 80% da população apresentarão dor nas costas em algum momento da vida<sup>1</sup> e a região lombar é o principal local de acometimento<sup>2</sup>. A dor lombar (DL) é uma disfunção musculoesquelética, caracterizada por dor, desconforto ou aumento da rigidez da região entre último arco costal até a prega glútea<sup>3,4</sup>, qualificada como crônica quando superior a 12 semanas<sup>3</sup>.

A dor lombar crônica (DLC) inespecífica não tem causa fisiológica determinada, e é a mais comum, no entanto, pode ser incapacitante, o que aumenta os custos ao sistema de saúde e sociedade<sup>5</sup>, além de afetar a qualidade de vida<sup>6</sup>.

Os dados de força e resistência muscular são importantes fatores de caracterização da capacidade contrátil do músculo<sup>7</sup>. Na DLC existem disfunções neuromusculares<sup>8</sup>, como a diminuição da força muscular avaliada pelo isocinético em obesos<sup>9</sup> e resistência muscular avaliada pelo teste de McGill, que avalia a resistência dos músculos do Core, em atletas de diferentes modalidades esportivas<sup>10</sup>.

A falta de condicionamento dos músculos extensores de tronco acarreta diminuição do controle e a estabilidade do tronco<sup>8</sup>, essenciais na realização das tarefas e na manutenção postural<sup>11</sup>. Assim, conhecer as características que tem maior influência na musculatura estabilizadora do tronco de pessoas jovens sedentárias com DLC facilita no direcionamento de um tratamento mais específico, além de servir como um alerta para a população com as mesmas características, e sem a manifestação clínica, favorecendo a elaboração de um protocolo preventivo.

O objetivo do presente estudo foi caracterizar o comportamento de força e resistência da musculatura da região lombar em jovens com DLC e discriminar qual das variáveis tem maior influência na população com DL. A hipótese é que a força e resistência muscular conseguem discriminar mulheres com e sem DLC.

## Métodos

O presente artigo consistiu em um estudo transversal, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (Protocolo de nº 0863/2013) e todas as participantes foram esclarecidas sobre a pesquisa e assinaram o termo de consentimento livre esclarecido.

## Sujeitos

Participaram 35 mulheres, sedentárias, com idade entre 18 e 27 anos, sendo que 18 apresentavam DL crônica inespecífica (GDL) e 17 não apresentam DL crônica inespecífica (GSDL). Os critérios de inclusão para o GDL foram: mulheres, sedentárias por no mínimo 6 meses, que apresentavam pelo menos dois episódios de dor em região lombar nos últimos 3 meses e que não estava relacionada a nenhuma causa aparente. Para o GSDL os critérios de inclusão eram mulheres, sedentárias por no mínimo 6 meses e que não tiveram nenhum episódio de dor lombar no último ano<sup>12</sup>.

Os critérios de exclusão foram: tratamento com anti-inflamatórios ou analgésicos nas últimas 72 horas; não apresentar sinal de compressão nervosa<sup>13</sup>, espondilite anquilosante, artrite reumatoide, presença de tumores e/ou fraturas na coluna vertebral, síndrome da cauda equina<sup>14</sup>; índice de massa corpórea menor do que 29,99 kg/m<sup>2</sup><sup>15</sup> e ser capaz de realizar 120° de flexão de tronco.

Foi realizado o cálculo amostral a partir de estudo piloto com sete voluntárias em cada grupo, poder de 0,95, probabilidade de erro  $\alpha$  de 0,05. Estimou 12 voluntárias para a força dos músculos extensores de tronco normalizado pela massa corpórea (tamanho do efeito = 1,578). A resistência muscular demonstrou a necessidade de sete voluntárias em cada grupo (tamanho do efeito = 2,193).

## Procedimentos

As voluntárias realizaram avaliação composta por ficha com dados pessoais e informa-

ções gerais sobre o cuidado com a saúde, medida de massa corpórea, estatura, nível de dor na região lombar e testes específicos de força e resistência muscular, realizados nesta ordem.

A intensidade de dor na região lombar foi avaliada pela Escala visual analógica (EVA) onde o avaliador solicitava que as voluntárias assinalassem a dor sentida no dia do teste e no cotidiano. A EVA consiste em uma reta de 10 cm, o qual na extremidade esquerda tem o dizer “Sem dor” e na direita “Pior dor possível”. Com o intuito de quantificar mediu da extremidade esquerda até o ponto demarcado na reta.

#### Força Muscular: Dinamômetro Lombar

O dinamômetro lombar (Dinamômetro Crown®, Técnica Industrial Filizola©m, São Paulo/ São Paulo, Brasil) tem a função de medir a força isométrica da musculatura extensora da coluna Lombar<sup>16</sup>. O voluntário posicionou-se em pé sobre a plataforma do equipamento com extensão total de joelhos, tronco em flexão com cerca de 120° e a cabeça acompanhou o prolongamento do tronco, e olhar fixo à frente, as mãos seguraram a barra do dinamômetro posicionado na parte anterior<sup>16,17</sup> (Figura 1). Previamente ao teste foi feita a familiarização, onde o voluntário realizava de duas a três contrações submáximas. Em seguida era solicitado a contração máxima durante 3 tentativas com um minuto de descanso<sup>16</sup>.

Para a análise dos dados foi utilizado o maior valor observado entre as tentativas, que é dado em Quilograma-Força e posteriormente transformado em Newton (multiplicação do valor por 9,806). A normalização foi feita pelo valor de massa corpórea.

#### Teste de Biering-Sorensen

Teste Biering-sorensen analisa a resistência dos músculos extensores de tronco<sup>18</sup>. O voluntário foi posicionado em decúbito ventral com os membros inferiores apoiados em um suporte de madeira e o



Figura 1: Dinamômetro lombar

Fonte: Acervo do Autor.

tronco suspenso. Bordo do suporte de madeira era alinhado com a espinha ilíaca anterossuperior e os membros inferiores estabilizados por três faixas de velcro, com 5 cm de largura, nas áreas dos maléolos, joelhos e trocânter maior do fêmur. Com o intuito de avaliar o posicionamento do tronco do participante colocou um goniômetro em linha axilar média com o centro alinhado a espinha ilíaca antero-superior. (Figura 2)<sup>18</sup>.

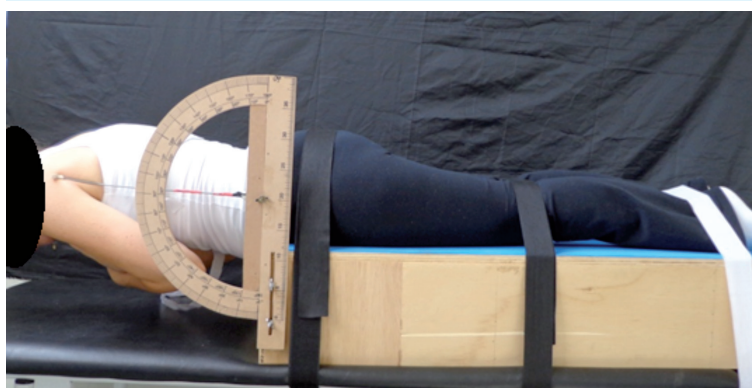


Figura 2: Teste Biering-sorensen

Fonte: Acervo do Autor.

O teste iniciava com a solicitação de que a voluntária mantivesse o tronco alinhado horizontalmente e com os braços cruzados na região anterior do tronco. O teste era interrompido quando a variação da angulação do tronco fosse acima de 10°, exaustão, dor, duração maior que 240 segundo<sup>19</sup>.

Para a quantificação do teste o avaliador filmou a realização, com a finalidade de medir o tempo em segundos que a voluntária permaneceu na posição solicitada.

### Análise dos dados

Os dados obtidos foram analisados com o software SPSS®. Após verificação da normalidade e homogeneidade pelo teste de Shapiro- Wilk foi adotada a Análise de Variância Multivariada (MANOVA) para a comparação intergrupos.

Para a análise discriminante de força e resistência muscular utilizou-se: o teste Wilk's Lambda que verifica se a variável é preditiva, coeficiente discriminante da função canônica e a função centroids para a determinação do valor de corte para a variável avaliada, os valores de especificidade e sensibilidade, o valor de acurácia diagnóstica corresponde a capacidade de um teste de discriminar a saúde e a doença, os valores de razão de verossimilhança positiva (RVP) e negativa (RVN). Foi adotado nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ).

A especificidade expressa a proporção de participantes que não tem DL crônica e foram corretamente identificados e a sensibilidade é a proporção de voluntários que foram corretamente identificados com DL crônica<sup>20</sup>.

Quanto aos valores de verossimilhança refere ao número de vezes que é mais ou menos provável encontrar o resultado do teste na população estudada<sup>21</sup>.

A RVP indica o quanto os testes são capazes de identificar indivíduos com DL crônica que possuam o teste positivo<sup>20</sup>, é calculada a

partir da fórmula:  $\text{sensibilidade} / (1 - \text{especificidade})$ <sup>20,21</sup>.

A RVN pode identificar indivíduos sem a disfunção musculoesquelética e que possuam o teste positivo para dor<sup>20</sup>, é calculada a partir da fórmula:  $(1 - \text{sensibilidade}) / \text{especificidade}$ <sup>20,21</sup>.

Os resultados de RVP e RVN podem ser classificados de acordo com os seus valores<sup>22</sup>:

- RVP acima de 10 e de RVN abaixo de 0,1: evidências convincentes;
- RVP acima de 5 e RVN abaixo de 0,2: evidências moderadas;
- RVP for de 2 a 5 e o RVN for de 0,5 a 0,2: pode ser importante;
- RVP for de 1 a 2 e o RVN de 0,5 a 1: raramente é importante<sup>22</sup>.

## Resultados

Os grupos com e sem DLC mostraram-se homogêneos ( $F=5,408$ ;  $p=0,001$ ) quanto a idade, estatura, massa corpórea, Índice de massa corpórea como esta na caracterização populacional da Tabela 1. A intensidade de dor foi significativamente menor na análise intergrupo.

Tabela 1: Caracterização da amostra

	GDL	GSDL	P
Idade (anos)	21,56±3,17	20,82±1,96	0,458
Estatura (m)	1,66±0,09	1,65±0,07	0,753
Massa corpórea (Kg)	57,82±8,35	55,72±7,69	0,446
IMC (Kg.m <sup>-2</sup> )	21,02±3,17	20,54±2,53	0,642
EVA (cm)	Dia do teste	1,28±1,75	0
	Cotidiana	3,06±2,24	0
			<0,001

Legenda: GDL= Grupo com dor lombar; GSDL= grupo sem dor lombar; m= metro; Kg= quilograma; IMC= Índice de Massa corpórea; EVA= Escala visual analógica.

Fonte: Os autores.

A MANOVA identificou diferença significativa ( $F=28,737$ ;  $p < 0,001$ ). A força muscular dos extensores de tronco foi menor ( $p=0,01$ ,  $F=7,09$ ) no grupo GDL quando comparado ao GSDL (em torno de 21%). Em relação à resistência muscu-

lar dos extensores de tronco, o teste de Biering-Sorensen obteve um tempo 71% menor no grupo GDL na análise intergrupo ( $p < 0,001$ ,  $F = 56,20$ ) (Tabela 2).

**Tabela 2: Resultados de Força e Resistência Muscular**

	Força Muscular		Resistência muscular(s)	
	Média (DP)	IC (95%)	Média (DP)	IC (95%)
GDL	9,71 (1,86)	8,82 - 10,69	33,59 (12,05)	27,59 - 39,58
GSDL	12,26 (3,43)*	10,49- 14,02	117,89 (46,10)*	94,19 - 141,59

\*diferença significativa ( $p < 0,05$ )

Legenda: GDL= Grupo com dor lombar; GSDL= grupo sem dor lombar; s= Segundos; DP= desvio padrão; IC 95 %= Intervalo de confiança de 95%; GDL= Grupo com dor lombar; GSDL= Grupo sem dor lombar

Fonte: Os autores.

A análise discriminante revelou que tanto a força quanto a resistência muscular são capazes de identificar indivíduos com DLC, com a acurácia diagnóstica de 97,1% e 68,7%, respectivamente. Quanto aos resultados de verossimilhança mostraram melhores resultados para os valores de resistência dos músculos extensores de tronco (Tabela 3).

**Tabela 3: Resultados da Análise discriminante**

	Wilk's Lambda	Valor de corte	Sen (%)	Esp (%)	RVP	RVN
Força	$p = 0,01$	10,98	83,3	52,9	1,76	0,31
Resistência (s)	$p < 0,001$	77,13	100	94,1	16,94	0

Legenda: s= Segundos; Sen= Sensibilidade; Esp= Especificidade; RVP= Razão de verossimilhança positiva; RVN= razão de verossimilhança negativa

Fonte: Os autores.

## Discussão

O presente estudo teve como objetivo caracterizar o comportamento de força e resistência da musculatura da região lombar em jovens com DLC e discriminar qual das variáveis tem maior influência na população com dor. Os resultados mostraram que ambos os testes têm poder discriminatório entre indivíduos com DL.

Os resultados mostraram que a força muscular foi 21% menor no grupo de mulhe-

res jovens sedentárias com DL crônica, além de apresentar a acurácia diagnóstica de 68,7%. A Razão de verossimilhança (RVP foi de 1,76 e o RVN de 0,31) mostrou baixa evidência na identificação de pessoas com DLC, o que sugere que possa existir baixa influência da diminuição de força muscular dessa região para o surgimento da DLC.

Hamberg-Van Reenen, Ariens, Blatter, Van Mechelen e Bongers<sup>23</sup> realizaram o levantamento dos artigos que avaliam a força dos músculos extensores de tronco e observaram que os resultados encontrados nos artigos foram inconclusivos em determinar se a força era diminuída na DLC.

Os músculos iliocostais lombar e multífido são responsáveis pelo movimento de extensão de tronco, sendo que o multífido apresenta hipotrofia ipsilateral a DLC crônica<sup>24</sup> sugerindo uma justificativa para a diminuição da força dos músculos extensores de tronco.

Os resultados da resistência muscular foi 71% menor na DLC, tem acurácia diagnóstica de 97,1% e a razão de verossimilhança (RVP= 16,94 e RVN = 0) com alta evidência<sup>22</sup>, ou seja, estes resultados apontam que o teste de resistência muscular tem maior capacidade em identificar a DLC.

Indivíduos com DL apresentam alto nível de fatigabilidade dos músculos extensores de tronco<sup>25</sup>, e isto pode ser explicado devido ao maior número de fibras tipo II dos músculos extensores de tronco<sup>26</sup>, o que pode justificar menor valor de resistência no grupo DLC.

A análise discriminante de variáveis neuromusculares na dor lombar, mostrou que a resistência muscular, o pico de torque extensor e flexor de tronco apresentam poder discriminativo em mulheres, jovens, ativas e com DLC<sup>7</sup>, bem como verificado no presente estudo com jovens sedentárias e com DLC.

No estudo de Gruther et al.<sup>27</sup> avaliaram 32 pacientes com DLC inespecífica, 19 controles e 15 com dor cervical, com idade média de 43 anos. Fizeram a análise discriminante dos testes de força (dinamômetro isocinético- estático a 20°, 60° e 100° e dinâmico a 90°/seg) e resistência muscular (Teste Biering-sorensen com 2 faixas de estabilização e o tronco estava suspenso desde as cristas ilíacas). Os resultados mostraram que a avaliação da força muscular tem limitações para determinar o grupo com DLC, enquanto a resistência muscular foi excelente.

Os resultados do presente estudo são semelhantes ao de Gruther et al.<sup>27</sup> mesmo havendo diferenças entre a população alvo (21 anos), os testes utilizados de força (Dinamômetro lombar) e resistência muscular (3 faixas e o posicionamento do tronco parte da espinha ilíaca anterossuperior).

A presença de diminuição da força e principalmente da resistência dos músculos da região lombar sugerem a elaboração de protocolo de tratamento que direcione para o treinamento de resistência. Além de ser importante para que sejam realizados estudos preventivos para a DL.

## Referências

- Andersson GBJ. Epidemiological features of chronic low-back pain. *Lancet* [Internet]. 1999;354(9178):581–5. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673699013124>
- Watanabe M, Kaneoka K, Okubo Y, Shiina I, Tatsumura M, Miyakawa S. Trunk muscle activity while lifting objects of unexpected weight. *Physiother (United Kingdom)*. 2013;99(1):78–83.
- Chou R. Low back pain (chronic). *BMJ Clin Evid* [Internet]. 2010;10(1116):1–41. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3217809&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
- Violante F, Mattioli S, Bonfiglioli R. Chapter 21- Low back pain. In: *Handbook of Clinical Neurology*. 2015. p. 397–410.
- McCaskey MA, Wirth B, Schuster-Amft C, De Bruin ED. Postural sensorimotor training versus sham exercise in physiotherapy of patients with chronic non-specific low back pain: An exploratory randomised controlled trial. *PLoS One*. 2018;13(3):1–19.
- Bloxham S, Barter P, Scragg S, Peers C, Jane B, Layden J. Person-centered, physical activity for patients with low back pain: piloting service delivery. *Healthcare*. 2016;4(28):1–12.
- Rossi DM, Morcelli MH, Cardozo AC, Denadai BS, Gonçalves M, Navega MT. Discriminant analysis of neuromuscular variables in chronic low back pain. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2015;28(2):239–46.
- Behannah J, Conway R, Fisher J, Osborne N, Steele J. The relationship between balance performance, lumbar extension strength, trunk extension endurance, and pain in participants with chronic low back pain, and those without. *Clin Biomech* [Internet]. Elsevier; 2018;53(August 2017):22–30. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2018.01.023>
- Bayramoglu M, Akman MN, Kilinç S, Cetin N, Yavuz N, Ozker R. Isokinetic measurement of trunk muscle strength in women with chronic low back pain. *Am J Phys Med Rehabil*. 2001;80(9):650–5.
- Abdelraouf OR, Abdel-Aziem AA. the Relationship Between Core Endurance and Back Dysfunction in Collegiate Male Athletes With and Without Nonspecific Low Back Pain. *Int J Sports Phys Ther* [Internet]. 2016;11(3):337–44. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27274419> <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC4886801>
- Newcomer KL, Jacobson TD, Gabriel DA, Larson DR, Brey RH, An KN. Muscle activation patterns in subjects with and without low back pain. *Arch Phys Med Rehabil*. 2002;83(6):816–21.
- Morita AK, Marques NR, Navega MT. Neuromuscular control strategies of the trunk antagonist muscles during the Biering-Sorensen test in individuals with recurrent low back pain and healthy subjects. *Motriz Rev Educ Fis*. 2016;22(4):266–71.
- Ramírez CR, Lemus DMC. Disfunção da articulação sacro-ilíaca em jovens com dor lombar Sacroiliac joint dysfunction in young adults with low back pain. *Fisioter em Mov* [Internet]. 2010;23(3):419–28. Available from: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci%7B\\_%7Darttext%7B%7Dpid=S0103-51502010000300009%7B%7Dlang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci%7B_%7Darttext%7B%7Dpid=S0103-51502010000300009%7B%7Dlang=pt)



14. Ferreira MS, Navega MT. Effects of a Guidance Program To Adults With Low Back Pain. *Acta Ortop Bras.* 2010;18(3):127–31.
15. Larivière C, Arsenault AB, Gravel D, Gagnon D, Loisel P. Surface electromyography assessment of back muscle intrinsic properties. *J Electromyogr Kinesiol.* 2003;13(4):305–18.
16. Cavazzotto TG, Tratis L, Ferreira SA, Fernandes RA, Queiroga MR. Muscular static strength test performance: comparison between normotensive and hypertensive workers. *Rev Assoc Med Bras [Internet].* 2012;58(5):574–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23090229>
17. Guedes D, Guedes J. Manual prático para avaliação em educação física. 2006.
18. Latimer J, Maher CG, Latimer J, Maher CG. The Reliability and Validity of the Biering- Sorensen Test in Asymptomatic Subjects Reporting Current or Previous Nonspecific The Reliability and Validity of the Biering – Sorensen Test in Asymptomatic Subjects and Subjects Reporting Current or Previous N. *Spine (Phila Pa 1976).* 1999;24(20):2085–90.
19. Luoto S, Heliövaara M, Hurri H, Alaranta H. Static back endurance and the risk of low-back pain. *Clin Biomech.* 1995;10(6):323–4.
20. Jernigan SD, Pohl PS, Mahnken JD, Kluding PM. Diagnostic Accuracy of Fall Risk Assessment Tools in People With Diabetic Peripheral Neuropathy. *Phys Ther [Internet].* 2012;92(11):1461–70. Available from: <https://academic.oup.com/ptj/article-lookup/doi/10.2522/ptj.20120070>
21. Ribeiro EAG, Leal DB, Assis MAA de. Diagnostic accuracy of anthropometric indices in predicting excess body fat among seven to ten-year-old children. *Rev Bras Epidemiol [Internet].* 2014;17(1):243–54. Available from: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-790X2014000100243&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-790X2014000100243&lng=en&tlng=en)
22. Jaeschke R, Guyatt G, Sackett D. Users' guides to the medical literature. III. How to use an article about a diagnostic test. B: What are the results and will they help me in caring for my patients? *Jama.* 1994;271(9):703–9.
23. Hamberg-van Reenen HH, Ariëns GAM, Blatter BM, van Mechelen W, Bongers PM. A systematic review of the relation between physical capacity and future low back and neck/shoulder pain. *Pain.* 2007;130(1–2):93–107.
24. Hides, Julie A. ; Richardson, Carolyn A. ; Jull GA. Multifidus muscle recovery is not automatic after resolution of acute first-episode low back pain. *Spine (Phila Pa 1976).* 1996;21(December):2763–9.
25. Candotti CT, Loss JF, Pressi AMS, de Souza Castro FA, La Torre M, de Oliveira Melo M, et al. Electromyography for Assessment of Pain in Low Back Muscles. *Phys Ther [Internet].* 2008;88(9):1061–7. Available from: <https://academic.oup.com/ptj/ptj/article/2742359/Electromyography>
26. Marras WS. The complex spine: The multidimensional system of causal pathways for low-back disorders. *Hum Factors.* 2012;54(6):881–9.
27. Gruther W, Wick F, Paul B, Leitner C, Posch M, Matzner M, et al. Diagnostic accuracy and reliability of muscle strength and endurance measurements in patients with chronic low back pain. *J Rehabil Med.* 2009;41(8):613–9.