

Valores de referência de medidas ultrassonográficas da área de secção transversa dos músculos multifídeos em crianças de seis a nove anos

Reference values of ultrasonographic measurement of cross-sectional area of the multifidus muscle in children aged 6 to 9 years

Valores de referencia de las medidas ecográficas del área de sección transversal de los músculos multifidus en niños entre 6 y 9 años de edad

Gisela Rocha de Siqueira¹, Geisa Guimarães de Alencar², Maria Luiza Barbalho da Purificação³

RESUMO | Este estudo teve como objetivo fornecer valores de referência de medidas da Área de secção Transversa (AST) dos músculos multifídeos em crianças de 6 a 9 anos. Para tanto, 41 crianças (20 meninos, 21 meninas) foram questionadas quanto à prática de exercícios físicos e submetidas a uma avaliação ultrassonográfica unilateral da AST dos multifídeos em repouso ao nível de L5 e a uma avaliação antropométrica (peso, altura e IMC). Foi encontrada uma média da AST dos multifídeos de $3,11 \pm 0,84$ cm², não havendo diferenças entre os sexos ($p=0,37$), e tampouco entre as crianças sedentárias e as praticantes de exercícios físicos regulares ($p=0,68$). No entanto, detectou-se correlação positiva entre a AST e a idade ($r=0,75$; $p<0,01$), o peso ($r=0,83$; $p<0,01$), a altura ($r=0,75$; $p<0,01$) e o IMC ($r=0,54$; $p<0,01$). Dessa forma, a AST dos multifídeos, da amostra estudada, apresentou uma tendência de maior dimensão conforme o aumento da idade, peso, altura e IMC.

Descritores | Criança; Músculos; Ultrassonografia.

ABSTRACT | This study aimed to provide reference value measures from the cross-sectional area (CSA) of the multifidus muscles in children aged 6 to 9 years old. For this purpose, 41 children (20 boys and 20 girls) were interviewed about their physical exercises practice and submitted to a unilateral ultrasonographic evaluation from the CSA multifidus muscles at rest, in the level of L5, and to an anthropometric evaluation (weight, height and MMI - muscle mass index). An average of CSA from the multifidus was found from $3,11 \pm 0,84$ cm² with no difference between

sexes ($p=0,37$) and between sedentary children and regular exercise practitioners ($p=0,68$). However, it was detected a positive correlation between the CSA and the age ($r=0,75$; $p<0,01$), the weight ($r=0,83$), the height ($r=0,75$; $p<0,01$) and the MMI ($r=0,54$; $p<0,01$). Thus, the CSA of the multifidus of this study showed a tendency of great dimension according to the age increase, weight, height and MMI.

Keywords | Child; Muscles; Ultrasonography.

RESUMEN | El propósito de este estudio es ofrecer valores de referencia de las medidas del Área de Sección Transversal (AST) de los músculos multifidus en niños con edad entre los 6 y los 9 años. Para eso a 41 niños (20 muchachos y 21 muchachas) se les preguntaron acerca de la práctica de actividades físicas y los sometieron a una evaluación ecográfica unilateral de la AST de los multifidus en reposo a nivel de L5 y a una evaluación antropométrica (del peso, de la altura y del IMC). Los resultados mostraron un promedio de la AST de los multifidus con un $3,11 \pm 0,84$ cm², además no hubo diferencias entre los sexos ($p=0,37$) ni entre los niños sedentarios y los practicantes de actividades físicas regulares ($p=0,68$). Sin embargo, se obtuvo una correlación positiva entre la AST y la edad ($r=0,75$; $p<0,01$), el peso ($r=0,83$; $p<0,01$), la altura ($r=0,75$; $p<0,01$) y el IMC ($r=0,54$; $p<0,01$). En este sentido, la AST de los multifidus en la muestra estudiada mostró una mayor dimensión a medida que aumenta la edad, el peso y el IMC.

Palabras clave | Niño; Músculos; Ecografía.

¹Doutora em Saúde da Criança e do Adolescente pela UFPE, professora adjunta do Departamento de Fisioterapia - UFPE (PE), Brasil.

²Fisioterapeuta, mestranda pela UFPE, participante do Grupo de Pesquisa em Morfofisiopatologia do Aparelho Locomotor - UFPE (PE), Brasil.

³Fisioterapeuta - UFPE (PE), Brasil.

INTRODUÇÃO

Os multifídios são músculos profundos que se localizam bilateralmente na região posterior e medial da coluna entre os processos espinhosos e transversos das vértebras, e apresentam uma organização de ligação de uma vértebra em relação à outra¹. Estendem-se desde a cervical até a lombar, região em que são mais desenvolvidos².

Além disso, possuem uma inervação segmentar, o que torna esses músculos capazes de mover um segmento vertebral particular^{3,4}. Têm como funções realizar a extensão do tronco, quando ativados ambos os lados, rotação, quando ativado unilateralmente⁵, e promover a estabilidade da coluna lombar, sendo os músculos mais importantes nesse papel⁶.

Ademais, em pesquisas recentes envolvendo adultos jovens, alguns autores têm utilizado a medida da AST (Área de Secção Transversa) dos multifídios como parâmetro para avaliar a estabilidade da coluna lombar, uma vez que estudos demonstram uma diminuição da AST dos multifídios com a presença de disfunções na coluna lombar, como instabilidade e lombalgia, em adultos jovens^{7,8}.

A ultrassonografia tem se destacado como método de avaliação do músculo multifídeo pois permite avaliar a contração muscular de forma não invasiva, rápida e indolor, fornecendo feedback em tempo real sobre o início da contração, além de permitir a mensuração da AST dos músculos⁷. Por isso, é um recurso que tem despertado crescente interesse dos fisioterapeutas, tanto para sua utilização clínica quanto para investigação científica⁹.

Diversos estudos fornecem parâmetros de medidas da AST dos multifídios em adultos. Um importante estudo⁹ identificou, por meio da análise ultrassonográfica, uma média da medida da AST em homens e mulheres de 20 a 69 anos de 7,26cm² (desvio-padrão=1,37). Demonstrou que a AST dos multifídios tem se apresentado maior em homens, e que a correlação entre a idade e a AST dos multifídios não se mostrou significativa. Porém, não existe na literatura valores de referência da AST em crianças e nem a indicação de que os fatores podem estar relacionados a mudanças na dimensão dos multifídios nessa população.

A definição desse valor de referência é essencial para a detecção precoce da diminuição da AST, especialmente em crianças acometidas de dor na coluna, pois estudos recentes^{10,11} têm relatado o aumento da ocorrência

desse quadro algico em crianças e adolescentes, com o percentual variando de 19,5% a 31,6%.

Associado a isto, a identificação dos fatores associados pode permitir a prevenção e o tratamento precoce dos possíveis distúrbios decorrentes da diminuição da AST dos multifídios que podem iniciar ainda na infância e repercutir na vida adulta¹².

Portanto, este presente estudo propõe-se a preencher essa lacuna existente na literatura e a servir de base científica para futuras pesquisas associadas a este tema. Dessa forma, o objetivo deste estudo é avaliar as medidas ultrassonográficas da AST dos músculos multifídios no repouso em crianças de 6 a 9 anos.

METODOLOGIA

Os participantes desta pesquisa e seus responsáveis legais foram esclarecidos sobre o objetivo do estudo, procedimentos, relevância, riscos e benefícios, e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido da pesquisa, ao qual este projeto estava vinculado conforme a resolução nº 466/12 da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa do Ministério da Saúde para participação no estudo com CAAE: 0347.0.172.000-10. Este estudo caracterizou-se como transversal.

A amostra foi do tipo intencional, composta por 41 crianças. Foram incluídas crianças de ambos os sexos, entre 6 a 9 anos, matriculadas em uma escola privada de ensino fundamental. Foram excluídas crianças que apresentavam dor lombar, distúrbios musculoesqueléticos, neurológicos, portadoras de deformidades ou más formações, déficit cognitivo ou comportamental que impedisse o desenvolvimento de alguma etapa da coleta de dados da pesquisa ou presença de cicatriz nas costas.

Após a autorização dos pais/responsáveis, a coleta de dados foi realizada através de um formulário de registro de informações pessoais desenvolvido pelos pesquisadores, com perguntas relacionadas à identificação do voluntário (nome, sexo, data de nascimento, endereço residencial e telefone) e prática de exercícios físicos (modalidade e frequência).

Em seguida, os participantes foram submetidos a uma avaliação ultrassonográfica para a determinação da área de secção transversa dos multifídios e uma avaliação antropométrica, que incluiu medida do peso e altura. Todos esses procedimentos foram realizados pelo mesmo pesquisador numa sala privada.

Para a avaliação ultrassonográfica dos multífidos, utilizou-se o aparelho da marca Aloka 500 com transdutores convexos (5MHz). Todo o procedimento foi realizado por um fisioterapeuta devidamente experiente e treinado para manusear o equipamento e captar as melhores imagens.

Para essa avaliação, foi utilizada a metodologia de Stokes et al.⁹, na qual os participantes eram colocados sem camisa, em prono, com a cabeça posicionada na linha média e encaixada no orifício de respiração da mesa de exame, com os braços estendidos ao longo do corpo. Um ou dois travesseiros foram colocados abaixo dos quadris para reduzir a lordose natural da coluna lombar. O avaliador palpou o processo espinhoso de L5 e fez uma marcação na pele, com um lápis dermatográfico. Cranialmente à L5 foi identificado o processo espinhoso de L4, que também foi marcado com o lápis.

O transdutor do aparelho foi posicionado longitudinalmente, na linha média da coluna, ao nível de L4 e L5, para orientação e confirmação das marcas na pele. Girou-se o transdutor numa angulação de 90°, posicionando-o transversalmente à linha média, produzindo assim a imagem dos processos transversos e das lâminas lombares. Em seguida, foi movido lateralmente para se obter a imagem do multífido de L5, que foi mensurado em repouso.

A imagem foi captada de um lado do corpo e as medidas da AST tomadas por meio de calipers no próprio sistema durante o exame. A AST (cm²) dos multífidos foi obtida traçando-se, com o cursor, uma elipse ao longo do bordo interior do músculo, que é delimitado pela fásia subcutânea (superiormente), lâmina (inferiormente), processo espinhoso (medialmente) e pelo final abrupto da fásia do longuíssimo (lateralmente). Foram realizadas duas capturas de imagem e duas medidas consecutivas, e considerada para análise a média aritmética entre elas.

Para a determinação do peso (em quilogramas) foi utilizada uma balança digital da marca Gama, e para avaliação da altura, em metros, foi utilizado o estadiômetro de parede da marca Tonelli, modelo E120P. Para a determinação do índice de massa corporal (peso sobre altura ao quadrado), foram considerados os seguintes pontos de corte: baixo IMC para a idade (<Percentil 3); IMC adequado ou eutrófico (>Percentil 3 e <Percentil 85); sobrepeso (>Percentil 85 e <Percentil 97); e obesidade (>Percentil 97), segundo os critérios da OMS¹³.

Os dados foram pré-codificados e processados em microcomputador pelo Programa Epi Info 6, no modo DOS. As variáveis categóricas foram expressas em

valores absolutos e percentuais (n; %), e, as quantitativas, em valores médios e desvio-padrão (média±dp). Todas as variáveis numéricas apresentaram distribuição normal no teste de Shapiro-Wilk.

Foi utilizado o teste t-Student para a comparação entre as médias das medidas da AST dos multífidos entre os sexos e entre os praticantes ou não de exercício físico. Para comparar a AST segundo as classificações de idade cronológica e IMC, empregou-se o teste ANOVA-OneWay e, em seguida, o teste post-hoc de Tukey para identificar as diferenças de média entre as classificações.

Para a medida do grau de associação entre a AST (dos multífidos) e as medidas antropométricas (peso, altura, IMC), e idade foi calculado o coeficiente de correlação de Pearson, em que foi considerada uma correlação fraca quando o coeficiente era menor que 0,30, moderada quando variou de 0,30 a 0,7 ou forte quando maior que 0,70. Para todos os testes foi considerado um nível de significância estatística de 5%.

A confiabilidade intraobservador das duas medidas de AST obtidas pelo pesquisador foi examinada pelo software *Statistical Package for the Social Sciences for Windows* (SPSS), e determinada pelo coeficiente de correlação intraclassa.

RESULTADOS

No presente estudo, após solicitação da assinatura do TCLE pela criança e seus responsáveis, e aplicação dos critérios de elegibilidade, participaram desta pesquisa 41 crianças de 6 a 9 anos com idade média de 7,82±0,93 anos, de ambos os sexos, conforme apresentado no fluxograma (Figura 1).

A Tabela 1 mostra a caracterização da amostra quanto ao sexo, idade cronológica, estado nutricional, classificação do IMC e prática de exercício físico.

Foi encontrada uma média da AST dos multífidos de 3,11±0,84cm² na amostra estudada. As duas medidas de AST obtidas pelo pesquisador apresentaram um nível excelente de confiabilidade intraobservador (ICC = 0,98; p = 0,00).

A Tabela 2 apresenta a comparação da média da AST dos multífidos segundo o sexo, idade cronológica, estado nutricional, classificação do IMC e prática de exercício físico. Conforme se observa, houve diferença significativa da AST dos multífidos conforme a idade e a classificação do IMC. Em relação à idade, essa diferença foi observada entre 6 e 9 anos (p=0,00), 7 e 8 anos (p=0,03), 7 e 9

anos ($p=0,00$) e 8 e 9 anos ($p=0,03$), e quanto ao IMC a diferença foi entre eutrófico e obeso ($p=0,03$)

A Tabela 3 apresenta a correlação entre a medida da AST do multífidos e a idade cronológica, altura, peso, IMC e classificação do IMC. Verifica-se que houve uma correlação significativa, forte e direta entre a AST e a idade, altura e peso, e moderada direta em relação ao IMC e à classificação do IMC.

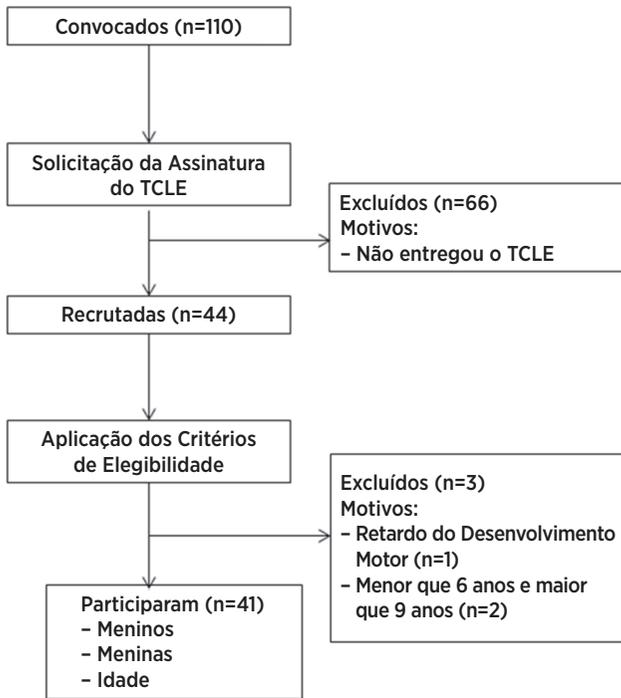


Figura 1: Fluxograma da amostra do estudo

Tabela 1. Caracterização da amostra

Caracterização da Amostra	
Sexo	
Masculino (n; %)	20; 48,8
Feminino (n; %)	21; 51,2
Idade Cronológica	
6 anos (n; %)	10 (24,4)
7 anos (n; %)	9 (22)
8 anos (n; %)	16 (39)
9 anos (n; %)	6 (14,6)
Medidas	
Antropométricas	
Peso Atual (Kg)*	30,29±8,99
Altura (cm)*	1,28±0,08
IMC (Kg/cm²)*	17,93±3,43
Classificação do IMC	
Eutrófico (n; %)	21 (51,2)
Sobrepeso (n; %)	10 (24,4)
Obeso (n; %)	10 (24,4)
Prática Exercício Físico	
Sim (n; %)	17 (41,5)

* Média±Desvio- Padrão
IMC: Índice de Massa Corpórea

Tabela 2. Média da medida da AST dos multífidos segundo o sexo, idade cronológica, estado nutricional, classificação do IMC e prática de exercício físico

Variáveis	AST (cm²)	Valor de P
Sexo		
Masculino	2,99±0,86	0,37*
Feminino	3,23±0,82	
Idade Cronológica (a)		
6 anos	2,49±0,48	<0,00**
7 anos	2,61±0,56	
8 anos	3,36±0,78	
9 anos	4,22±0,26	
Classificação do IMC (b)		
Eutrófico	2,88±0,72	0,04**
Sobrepeso	3,02±0,86	
Obeso	3,68±0,88	
Prática Exercício Físico		
Sim	3,05±0,81	0,68*
Não	3,16±0,88	

*Test T- Student; ** One Way - ANOVA;

IMC: Índice de Massa Corpórea; AST: área de Secção Transversa;

(a) Post Hoc (Tukey): 6 e 7 anos($p=0,97$), 6 e 8 anos($p=0,07$), 6 e 9 anos ($p=0,00$) 7 e 8 anos($p=0,03$), 7 e 9 anos($p=0,00$), 8 e 9 anos($p=0,03$)

(b) Post Hoc (Tukey): eutrófico e sobrepeso ($p=0,89$), eutrófico e obeso ($p=0,03$), sobrepeso e obeso ($p=0,17$)

Tabela 3. Correlação entre a medida da AST do multífidos e a idade cronológica, altura, peso, IMC e Classificação do IMC

Variáveis	AST dos Multífidos	
	R	P
Idade Cronológica	0,75*	<0,00
Altura	0,83*	<0,00
Peso (Kg)	0,75*	<0,00
IMC (g/cm²)	0,54*	<0,00
Classificação do IMC		

* Coeficiente de correlação de Pearson

IMC: Índice de Massa Corpórea; AST: área de Secção Transversal

DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, verificou-se que as crianças de 6 a 9 anos, com média de altura de $1,28\pm 0,08$ cm e de peso de $30,29\pm 8,99$ kg, apresentaram uma média de AST dos multífidos de $3,11\pm 0,84$ cm² em repouso, apresentando um aumento conforme a idade, peso, altura e IMC, não havendo diferença estatisticamente significativa entre os sexos e em relação à prática de exercícios físicos.

Na literatura pesquisada não há valores de referência da AST dos multífidos para essa faixa etária, evidenciando a singularidade deste presente estudo. Entretanto, diversos estudos^{9,14-16} expressam parâmetros de referência para o tamanho dos multífidos em adultos. Stokes et al.⁹ identificaram uma média da medida da AST dos multífidos

de L5 em homens ($8,91 \pm 1,68 \text{cm}^2$) e mulheres ($6,65 \pm 1 \text{cm}^2$) de 20 a 69 anos, assim como Watson et al.¹⁴, que também verificaram essa medida em homens ($7,58 \pm 1,51 \text{cm}^2$) e mulheres ($6,01 \pm 0,70 \text{cm}^2$) da mesma faixa etária.

A diferença entre a AST do presente estudo realizado com crianças e a de publicações anteriores, com adultos, é atribuída a divergências entre as faixas etárias das amostras, pois a literatura relacionada a esse tema afirma que há o aumento progressivo da massa muscular com a idade cronológica, desde a infância até adolescência¹⁷, apresentando um ganho mais significativo durante a puberdade¹⁸, valores que tendem a estacionar na vida adulta.

Isso também pode explicar o fato dos estudos de Stokes et al.⁹, e de Watson et al.¹⁴ terem encontrado, respectivamente, nenhuma ou fracas correlações entre a AST e a idade, diferentemente dos resultados do presente estudo, que observou forte correlação entre as variáveis.

Além da idade, foi encontrada neste estudo uma relação positiva direta entre a AST dos multífidos e as medidas do peso, altura e IMC, que se deve ao fato de que em crianças o sistema osteomioarticular ainda está em desenvolvimento. Sendo assim, espera-se que na infância e adolescência o aumento gradativo da altura, do peso e, conseqüentemente, do IMC provoquem uma maior sobrecarga imposta ao tronco, influenciando direta e indiretamente nas forças que atuam sobre a coluna vertebral, contribuindo, assim, em certa medida, para o crescimento muscular adaptativo.

Por outro lado, em estudos realizados com adultos parece ainda não haver um consenso, pois Stokes et al.⁹ não encontraram correlações significativas entre tamanho dos multífidos e medidas antropométricas gerais, contrariamente aos relatos de Hides et al.¹⁵, que constataram relações positivas significativas da AST dos multífidos de L4 com altura e IMC. Para Stokes et al.⁹, foi difícil explicar essas diferenças, no entanto ressaltam que sua amostra tinha uma média de peso superior a de Hides et al.¹⁵.

Quanto ao sexo, vários estudos afirmam que há uma relação estatisticamente significativa com a AST dos multífidos. Hides et al.¹⁵, ao examinar essa correlação em adultos, observaram que os homens têm AST significativamente maior do que mulheres ($6,15 \text{cm}^2$ vs $5,60 \text{cm}^2$), semelhante aos resultados obtidos por Stokes et al.⁹, o que era previsto devido às diferenças na composição corporal entre os sexos.

Entretanto, no presente estudo não houve essa associação em virtude dos voluntários serem crianças

de 6 a 9 anos que ainda não atingiram a puberdade, período marcado por aceleradas alterações corpóreas relacionadas à maturação sexual. Esse resultado é consistente com estudos prévios^{19,20} que concluíram que antes da puberdade não há diferença significativa no tamanho dos músculos quanto ao sexo, essa diferença ocorre por volta dos 13-15 anos de idade, e varia de acordo com os músculos.

Em relação à prática de exercícios físicos, Hides et al.⁶ verificaram em pacientes adultos com lombalgia aumento significativo na AST dos multífidos após exercícios específicos para essa musculatura. Contudo, o presente estudo não encontrou essa correlação, pois os exercícios físicos relatados pelas crianças, como futebol e vôlei, não causaram o recrutamento específico dos multífidos.

Um efeito significativo da prática de exercícios físicos sobre a AST dos multífidos só poderia ser visualizado caso as crianças realizassem exercícios específicos para essa musculatura²¹, como os que utilizam exercícios da Estabilização Segmentar Vertebral. Estudos da aplicabilidade desta técnica em crianças e adolescentes podem ajudar a elucidar essa questão.

Este estudo possui algumas limitações referentes à avaliação do multífido ter sido realizada apenas ao nível de L5 e em repouso. Optou-se em focar o estudo sobre essa região porque tem sido demonstrado ser o maior entre os músculos de L2-S1, e por apresentar o maior potencial para proporcionar estabilidade dinâmica ao seu segmento^{9,16}. A ausência de medidas do tamanho dos multífidos em contração se deve à dificuldade de entendimento das crianças para a contração voluntária desses músculos, o que impossibilitou a avaliação desta medida.

Além disso, o tamanho da amostra foi pequeno, embora comparável com outras investigações similares^{13,16}. Assim, apesar de a amostra ter diversidade quanto ao sexo, idade e parâmetros antropométricos, estudos futuros devem buscar uma amostra maior e igualmente diversificada, além de incluir a mensuração dos multífidos em contração, que se mostra importante para avaliar sua função e guiar decisões terapêuticas²³.

CONCLUSÃO

As crianças de 6 a 9 anos, com média de altura de $1,28 \pm 0,08 \text{cm}$ e de peso de $30,29 \pm 8,99 \text{kg}$, avaliadas nesta pesquisa, apresentaram uma média de AST dos multífidos de $3,11 \pm 0,84 \text{cm}^2$ em repouso e um aumento

dssamedida conforme a idade, peso, altura e IMC. A AST dos multifídeos nesta faixa etária foi semelhante em ambos os sexos e não variou em relação à prática de exercícios físicos. Assim, este estudo permitiu de maneira inédita fornecer medidas de referência dos multifídeos para essa faixa etária, de ambos os sexos. Além disso, reforçou a utilização da ultrassonografia pelos fisioterapeutas como uma ferramenta eficaz e indolor de avaliação dos multifídeos, tanto em pesquisa como na prática clínica, para detectar precocemente anormalidades em crianças.

REFERÊNCIAS

- Patalanga N, Field D, Soames R. Anatomia do movimento humano: estrutura e função. São Paulo: Manole; 2000.
- Moore KL, Dalley AF. Clinically oriented anatomy. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2006.
- Salmela LFT, Sakamoto ACL, Siqueira FB. Mecanismos de estabilização da coluna lombar: uma revisão de literatura. *Fisioter Mov*. 2004;17(4):51-4.
- Aspden RM. Review of the functional anatomy of the spinal ligaments and the lumbar erector spinae muscles. *Clin Anat*. 1992;5(5):372-87.
- Hamill J, Knutzen KM. Bases biomecânicas do movimento. São Paulo: Manole; 1999.
- Hides JA, Richardson CA, Jull GA. Multifidus muscle recovery is not automatic following resolution of acute first episode low back pain. *Spine*. 1996;21(23):2763-9.
- Wallwork TL, Staton WR, Freke M, Hides JA. The effect of chronic low back pain on size and contraction of the lumbar multifidus muscle. *Manual Ther*. 2009;14(5):496-500.
- Hides J, Gilmore C, Stanton W, Bohlscheid E. Multifidus size and symmetry among chronic LBP and healthy asymptomatic subjects. *Manual Ther*. 2008;13(1):43-9.
- Stokes M, Rankina G, Newhamb, DJ. Ultrasound imaging of lumbar multifidus muscle: normal reference ranges for measurements and practical guidance on the technique. *Manual Ther*. 2005;37(10):116-26.
- Silva DAS, Gonçalves ECA, Grigollo LR, Petroski EL. Fatores associados aos baixos níveis de força lombar em adolescentes do Sul do Brasil. *Rev Paul Pediatr*. 2014;32(4):360-6.
- Lemos AT, Santos FR, Moreira RB, Machado DT, Braga FCC, Gaya ACA. Ocorrência de dor lombar e fatores associados em crianças e adolescentes de uma escola privada do sul do Brasil. *Cad Saúde Pública*. 2013; 29(11):2177-85.
- Balagué F, Troussier B, Salminen JJ. Non-specific low back pain in children and adolescents: risk factors. *Eur Spine J*. 1999; 8(6):429-38.
- World Health Organization. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull of the World Health Org*. 2007;1(85):660-7.
- Watson T, McPherson S, Starr K. The association of nutritional status and gender with cross-sectional area of the multifidus muscle in establishing normative data. *J Man Manip Ther*. 2008;16(4):E93-8.
- Hides JA, Cooper DH, Stokes MJ. Diagnostic ultrasound imaging for measurement of the lumbar multifidus muscle in normal young adults. *Physiother Theory Practice*. 1992;8(1):9-26.
- Teyhen DS, Childs JD, Stokes MJ, Wright AC, Dugan JL, George SZ. Abdominal and lumbar multifidus muscle size and symmetry at rest and during contracted States. Normative reference ranges. *J Ultrasound Med*. 2012; 31(7):1099-110.
- Croix MDS. Advances in pediatric strength assessment: changing our perspective on strength development. *J Sports Sci Med*. 2007;6(3):292-304.
- JR, Dante de Rose. Esporte e atividade física na infância e na adolescência. Porto Alegre: Artimed; 2002
- Kanehisa H, Yata H, Ikegawa S, Fukunaga T. A cross-sectional study of the size and strength of the lower leg muscles during growth. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1995;72(1-2):150-6. doi: 10.1007/BF00964130.
- Kanehisa H, Ikegawa S, Tsunoda N, Fukunaga T. Strength and cross-sectional areas of reciprocal muscle groups in the upper arm and thigh during adolescence. *Int J Sports Med*. 1995;16(1):54-60. doi: 10.1055/s-2007-972964.
- Danneels LA, Vanderstraeten GG, Cambier DC, Witvrouw EE, Bourgeois J, Dankaerts W, De Cuyper HJ. Effects of three different training modalities on the cross sectional area of the lumbar multifidus muscle in patients with chronic low back pain. *Braz Sports Med*. 2001;35(3):186-91.
- O'Sullivan PB. Lumbar segmental instability: clinical presentation and specific stabilizing exercise management. *Manual Ther* 2000;5(1):2-12.
- Hebert JJ, Koppenhaver SL, Magel JS, Fritz JM. The relationship of transversus abdominis and lumbar multifidus activation and prognostic factors for clinical success with a stabilization exercise program: a cross-sectional study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2010;91(1):78-85. doi:10.1016/j.apmr.2009.08.146.