

Análise eletromiográfica durante exercícios de propriocepção de tornozelo em apoio unipodal

Electromyographic analysis during exercises of ankle proprioception in unipodal support

Eduardo Henrique Pereira Rodrigues¹, Dernival Bertoncello²

¹Fisioterapeuta, Graduado pela Universidade Federal do Triângulo Mineiro – UFTM, Uberaba, MG – Brasil.

²Fisioterapeuta, Doutor em Ciências Fisiológicas pela UFSCar, Professor Associado do Departamento de Fisioterapia Aplicada e Programa de Pós-Graduação em Educação Física da UFTM e Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia Universidade Federal do Triângulo Mineiro – UFTM e Universidade Federal de Uberlândia – UFU, Uberaba, MG – Brasil.

Endereço para Correspondência:

Eduardo Henrique Pereira Rodrigues
Rua Inocêncio de Abreu, 342, Casa 19, Bairro Campos Eliseos
14080450 - Ribeirão Preto – SP [Brasil]
eduardo.h.p.r@hotmail.com

Resumo

Introdução: A propriocepção é um componente do sistema somatossensorial que tem a capacidade de fornecer informações aferentes ao Sistema Nervoso Central sobre a posição e o movimento dos segmentos de vários receptores. **Objetivo:** Analisar a atividade eletromiográfica dos músculos, tibial anterior e fibulares, importantes na estabilização do tornozelo, dos músculos multífidos e transversos do abdômen, importantes na estabilização da coluna lombar, durante exercícios de propriocepção. **Métodos:** Os participantes responderam a um questionário sobre os seus dados pessoais e antropométricos e realizaram exercícios de propriocepção em apoio unipodal em diferentes aparelhos de propriocepção. **Resultados:** A prancha de equilíbrio foi o equipamento em que apresentaram maiores valores de pico de contração. Os músculos, tibial anterior, multífidos e os fibulares foram os que mais apresentaram diferenças significativas para os grupos masculino e feminino. **Conclusões:** Dos músculos avaliados pela eletromiografia os que mais apresentaram diferenças significativas foram o tibial anterior, multífidos e os fibulares.

Descritores: Propriocepção; Eletromiografia; Tornozelo.

Abstract

Introduction: Proprioception is a component of the somatosensory system that has the capacity to provide information afferent to the Central Nervous System about the position and movement of the segments of several receptors. **Objective:** To analyze the electromyographic activity of muscles, tibialis anterior, fibular, important in the stabilization of the ankle, multifidus and transverse muscles of the abdomen, important in stabilizing the lumbar spine during proprioception exercises. **Methods:** Participants answered a questionnaire about their personal and anthropometric data and performed proprioceptive exercises in unipodal support in different proprioception devices. **Results:** The balance plate was the equipment with the highest values of peak contraction. The tibialis anterior, multifidus and fibular muscles presented the most significant differences for the male and female groups. **Conclusions:** Of the muscles evaluated by electromyography the ones that presented the most significant differences were the anterior tibial, multifidus and the fibular ones.

Keywords: Proprioception; Electromyography; Ankle.

Introdução

A propriocepção é um componente do sistema somatossensorial que tem a capacidade de fornecer informações aferentes ao Sistema Nervoso Central (SNC) sobre a posição e o movimento dos segmentos de vários receptores localizados, por exemplo, em articulações, músculos e tendões. Este Sistema sensorial desempenha um papel importante na elaboração de referência postural e na manutenção do equilíbrio corporal^{1,2}. Existe evidência de que o treino proprioceptivo reduz a incidência de algumas lesões, sendo que a reeducação proprioceptiva contribuiu muito para a perda de medo no retorno ao trabalho, bem como às atividades desportivas³.

O sistema proprioceptivo do corpo humano pode condicionar-se com exercícios específicos para responder com maior eficácia de forma a melhorar, a força, a coordenação motora, o equilíbrio, tempo de reação a determinadas situações e posições e compensar a perda de sensações ocasionadas por uma lesão articular para evitar recidiva do risco^{4,5}. O treinamento proprioceptivo específico é condição obrigatória para recuperação cinético funcional de lesões, prevenção de reincidências e também pode ser utilizado como treinamento básico para prevenção de lesões^{5,6}.

O SNC recebe e utiliza as informações proprioceptivas por dois mecanismos, o feedback sensorial e o feedforward, que por meio do treinamento de perturbação promovem respostas reflexas dinâmicas para gerar controle neuromuscular em uma determinada articulação. Assim, essas respostas dinâmicas realizadas com contrações musculares, geram mudanças bioquímicas, mecânicas e mioelétricas no tecido muscular esquelético, podendo estas ser monitoradas pela eletromiografia (EMG) de superfície que oferecem informações importantes sobre o comportamento dos músculos, estejam eles em repouso ou submetidos aos diversos tipos de sobrecarga, em diferentes angulações e velocidades de execução⁷.

O apoio bipodal não demonstra todas as dificuldades do sistema de controle postural para manter a postura adequada de equilíbrio como realizado em uma condição de apoio unipodal^{8,9}. O controle neuromuscular reativo é alcançado por meio de exercícios que promovam situações inesperadas, como perturbações ocorridas em superfícies instáveis devido ao apoio unipodal¹⁰.

O desempenho de equilíbrio é diminuído conforme o aumento do valor de Índice de Massa Corporal (IMC) e indivíduos classificados como obesos são mais propensos a apresentar maior oscilação postural. Isto indica que as alterações na relação de IMC podem alterar a capacidade do indivíduo para equilibrar. E em termos de equilíbrio estático, existe uma tendência em mulheres apresentarem maior oscilação postural em comparação com o sexo masculino em certas classificações de IMC¹¹.

Estudos que avaliaram a atividade eletromiográfica dos músculos, tibial anterior e dos fibulares, importantes na estabilização do tornozelo, durante diferentes exercícios de propriocepção, mostraram a importância desses músculos na estabilização dinâmica da articulação do tornozelo, o musculo tibial anterior, atuando como um inversor e dorsiflexor e o musculo fibular longo, atuando como um eversor e flexor plantar^{12,13}.

A estabilidade da coluna vertebral depende dos ligamentos e da ação muscular. Sob um ponto de vista biomecânico, a coluna vertebral pode ser considerada uma viga dinâmica, suportando cargas de compressão, torção, cisalhamento longitudinal e transversal. Para manutenção dessa viga em posição de equilíbrio, um conjunto sinérgico e antagônico de atividade muscular determina as curvas de adaptação no sentido anteroposterior em relação às cargas oriundas dos membros inferiores. Os discos intervertebrais mais sobrecarregados estão entre L4-L5 e L5-S1, devido serem os principais sítios de movimentos da coluna nos sentidos anteroposterior e látero-lateral¹⁴.

Todos os músculos que são transversais na região lombar tem o potencial de dar estabili-

dade à região lombar, o transverso do abdômen e alguns músculos espinhais são mais especializados do que outros, entretanto, e eles têm as características que os permitem contribuir mais estabilidade frente a estresses que podem ser oriundos de deslocamentos vindos dos membros inferiores¹⁵.

Quando se pensa em análise unipodal ou bipodal de indivíduos, sejam eles atletas ou não, pensa-se em considerar os músculos distais de membro inferior. No entanto, por trabalharem em sincronia com outros músculos, com inserção ou origem próxima, é importante analisar a cadeia muscular como um todo e, se possível, em diferentes posições corporais. Por outro lado, a fim de se verificar a estabilização da coluna vertebral, que tem papel importante para a manutenção da postura durante os referidos apoios, os músculos abdominais carecem melhor estudo em consonância com aqueles diretamente relacionados aos tipos de apoio realizados.

Portanto o presente estudo teve como objetivo analisar a atividade eletromiográfica dos músculos, tibial anterior e fibulares, importantes na estabilização do tornozelo, dos músculos multífidos e transversos do abdômen, importantes na estabilização da coluna lombar, durante exercícios de propriocepção em apoio unipodal e saber quais músculos são mais recrutados em diferentes tipos de exercícios de propriocepção.

Materiais e métodos

A presente pesquisa foi de natureza explicativa, o tipo de delineamento, o experimental, e de natureza transversal, foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), na data de 19 de outubro de 2016, sob o número 1.781.520.

Foi aplicado um questionário de Avaliação Antropométrica contendo dados pessoais, dominância de membros inferiores, tipos e frequência de uso de calçados.

Após a realização desta etapa, foi iniciada a avaliação destinada a responder o questionamento tido como objetivo geral proposto, que é a avaliação da atividade muscular com o uso da EMG durante exercícios de propriocepção em apoio unipodal em diferentes equipamentos.

Participaram do estudo 30 indivíduos, homens e mulheres, adolescentes e adultos, entre 17 e 30 anos, conforme a classificação preconizada pelo Estatuto da Criança e do Adolescente¹⁶ e pelo Estatuto do Idoso¹⁷, selecionados, por conveniência apenas indivíduos que possuam um índice de gordura corporal considerado normal (18,50-24,99 kg/m²), segundo a Organização Mundial da Saúde¹⁸, saudáveis e fisicamente ativos, praticantes de atividades físicas no mínimo 2x/semana, durante no mínimo 30 minutos/treino ou atividade e sem histórico de doença osteomuscular, neurodegenerativa, infecciosa ou apresentarem qualquer disfunção musculoesquelética entre o dia da triagem até a data da avaliação, como fraturas, luxações, entorses.

A análise eletromiográfica foi realizada por dois equipamentos Miotool 400 USB (Miotec®) de quatro canais, sensores ativos diferenciais, eletrodos de Ag/AgCl em forma de disco com um cm de diâmetro (SOLIDOR®), distantes 2 cm entre si, ganho de 100x por canal, conversor A/D 14 Bits, taxa de aquisição de 2000 Hz por canal, taxa de rejeição de modo comum de 110 db, nível de ruído < 2 LSB (Low Significant Bit) e impedância de entrada de 1010 Ohm//2pF.

Após realizada a tricotomia com aparelho de barbear descartável, abrasão (fricção) da pele com esponja e limpeza com álcool no local, os eletrodos foram posicionados com o eletrodo de referência (terra) posicionado na altura da vértebra C7¹⁹.

A musculatura lombar foi avaliada por meio da EMG dos músculos multífidos, pois são pequenos músculos interligados entre os processos espinhosos e transversos das vértebras, e embora sejam menos superficiais do que os outros músculos extensores da coluna lombar, os outros dois músculos responsáveis por esta função referenciada no SENIAM e que se localizam

mais próximos da superfície cutânea possuem seu ventre muscular posicionados levemente mais altos na coluna vertebral e sua porção lombar baixa é constituída pela aponeurose toracolombar, formada por tecido predominantemente fibroso de pouca atividade elétrica. Os eletrodos foram colocados sobre o ventre muscular, paralelos às fibras musculares, 2cm de distância um do outro, posicionados bilateralmente a nível de L4-L5 e alinhados paralelamente entre a linha das espinhas ilíacas póstero-superiores segundo as recomendações do SENIAM^{20,21}.

Os eletrodos de superfície foram posicionados na topografia do músculo transverso do abdome a 2 cm da crista ilíaca no sentido da região pubiana²².

Em relação ao local de fixação dos eletrodos de superfície nos músculos tibial anterior e nos fibulares, foram utilizados os parâmetros do SENIAM, ou seja, para o músculo tibial anterior, foi colocado em 1/3 sobre a linha entre a ponta da cabeça da fíbula e da ponta do maléolo medial, para o músculo fibular longo foi colocado em 1/3 sobre a linha entre a ponta da cabeça da fíbula e da ponta do maléolo lateral^{19,23} e para o fibular curto, o eletrodo foi colocado anterior ao tendão do fibular longo a 25 % da linha a partir da ponta do maléolo lateral até a cabeça da fíbula¹⁹.

Os procedimentos de avaliação da atividade muscular foram realizados no membro inferior dominante, com o indivíduo descalço e para maior ativação muscular foi padronizada uma angulação de 30° de flexão do joelho. A posição do joelho escolhida proporciona maior instabilidade articular evitando a posição de extensão terminal^{14,15}. O tempo de coleta da atividade eletromiográfica foi de 15 segundos em cada solo, utilizando o tempo de repouso de 1 minuto entre as coletas²⁴, que foram repetidas 3 vezes e depois calculada a média.

Os dados coletados foram organizados de forma que os 5 segundos iniciais e finais da contração foram desconsiderados, e os 5 segundos (intermediários) coletados para análise eletromiográfica²⁴. Após, os dados eletromiográficos foram normalizados pela média das 3 coletas

de cada exercício dividido pela média do pico de contração da contração isométrica voluntária máxima (CIVM) de cada coleta respectiva.

A CIVM dos músculos analisados foram coletadas 3 vezes e foi usado a média desses 3 valores, cada músculo foi analisado da seguinte forma, para os multifídios os voluntários foram fixados em uma maca por duas faixas e em decúbito dorsal, em seguida foi solicitado para que realizassem a extensão do tronco máxima contra a gravidade e permanecessem por 5 segundos²⁰. Para o transverso do abdômen, em decúbito ventral, eles foram instruídos a contrair a parte inferior do abdômen sem qualquer movimento articular, por 5 segundos²². Na coleta dos fibulares, foi instruído a eversão do pé com flexão plantar e o avaliador promovia resistência no sentido contrário, impedindo que o voluntário realizasse o movimento. Já para o tibial anterior, inversão do pé com dorsiflexão do tornozelo e o avaliador também impedia o voluntário de realizar o movimento com resistência contrária¹⁹.

Os exercícios proprioceptivos foram realizados inicialmente no solo estável, em seguida na Cama Elástica, Prancha de Equilíbrio, e por fim, no Balancim. Foi pedido aos voluntários que ficassem descalços, em apoio unipodal, com os joelhos levemente fletidos (cerca de 30°) e permanecessem por 15 segundos na posição.

Os dados foram analisados pela média e desvio padrão para cada variável. Aplicou-se o método de Kolmogorov-Smirnov para verificação de normalidade. Com amostra normal, seguiu-se para o teste t pareado para análise intra-grupo e teste t não pareado para análise entre grupos com correção de Welch. Quando a amostra se apresentou anormal, apresentou-se o teste não paramétrico de Mann-Whitney. Considerou-se $p < 0,05$ para significância.

Resultados

Foram avaliados 30 voluntários, 15 homens, com idade média de 21,9 ($\pm 2,12$) anos e 15 mulheres, com idade média de 22,3 ($\pm 1,75$) anos.

Em relação aos antecedentes pessoais, nenhum deles realizaram qualquer cirurgia no tornozelo.

Quanto ao histórico de atividades físicas regulares, 40% dos homens praticam atividade física mais de 4 vezes na semana e 60% pelo menos 2 vezes na semana e 6,6% das mulheres praticam atividades física a semana toda, 26,7% mais de 4 vezes na semana e 66,7% pelo menos 2 vezes na semana. Todos possuíam histórico de prática esportiva ou outro tipo de treinamento físico há pelo menos 1 mês. No que se refere à dominância de membros inferiores, apenas 1 de cada grupo eram canhotos.

As características antropométricas da amostra mostraram que a média de altura entre os homens foi de 1,78 m ($\pm 0,05$) e entre as mulheres de 1,62 m ($\pm 0,05$). Valores de IMC foram de 24,98 m ($\pm 2,86$) para homens e 23,10 ($\pm 1,92$) para as mulheres.

Verificou-se que a prancha foi o equipamento em que, tanto o grupo masculino quanto o feminino, apresentaram maiores valores de pico de contração. Os resultados foram mais significantes para prancha, especialmente quando comparado às análises realizadas no balancim e no

solo, para o grupo feminino, e balancim e cama elástica, para o grupo masculino (Tabela 1 e 2).

O pico de contração do músculo tibial anterior e dos multífidos direito e esquerdo foram os que mais apresentaram diferença significativa, comparando suas análises, em diferentes situações, para o grupo masculino. Para o grupo feminino, os músculos com mais diferenças significativas entre as situações de análise foram os fibulares e o tibial anterior (Tabela 3 e 4).

Discussão

O objetivo do estudo em analisar a atividade da musculatura de membros inferiores e compara-los entre si e entre diferentes aparelhos de propriocepção vai de encontro a necessidade da escolha certa dos equipamentos e de acordo com o estágio de evolução do paciente e suas aptidões funcionais. Os resultados deste estudo podem ajudar na programação do tipo de instrumento proprioceptivo que poderá ser usado em determinadas fases do tratamento fisioterapêutico.

Tabela 1: Valores de p com as comparações entre as situações do grupo masculino

	Fibular curto	Fibular longo	Multífido direito	Multífido esquerdo	Tibial anterior	Transverso direito	Transverso esquerdo
Solo X Cama elástica	0,067	0,057	0,117	0,964	0,001	0,194	0,092
Solo X Balancim	0,136	0,845	0,01	0,994	0,116	0,040	0,139
Solo X Prancha	0,148	0,055	0,0005	0,0007	0,0004	0,260	0,140
Cama elástica X Balancim	0,065	0,129	0,527	0,957	0,027	0,162	0,873
Cama elástica X Prancha	0,267	0,165	0,033	0,009	0,045	0,353	0,331
Balancim X Prancha	0,169	0,085	0,025	0,0003	0,001	0,564	0,250

Tabela 2: Valores de p com as comparações entre as situações do grupo feminino

	Fibular curto	Fibular longo	Multífido direito	Multífido esquerdo	Tibial anterior	Transverso direito	Transverso esquerdo
Solo X Cama elástica	0,049	0,637	0,126	0,939	0,418	0,203	0,024
Solo X Balancim	0,883	0,119	0,100	0,533	0,922	0,254	0,057
Solo X Prancha	0,026	0,154	0,049	0,048	0,0004	0,038	0,008
Cama elástica X Balancim	0,025	0,044	0,892	0,260	0,162	0,458	0,994
Cama elástica X Prancha	0,196	0,154	0,084	0,006	0,050	0,171	0,081
Balancim X Prancha	0,002	0,0003	0,097	0,006	0,0003	0,062	0,050

Tabela 3: Valores normalizados de pico por contração, em μV , para os diferentes músculos em diferentes situações para o grupo masculino

	Solo	Cama elástica	Prancha	Balancim
Fibular curto	66±57	98±115	123±194	79±80
Fibular longo	74±32	82±37	91±51	73±20
Multífido direito	16±5	20±12	30±12	22±8
Multífido esquerdo	17±9	16±10	25±8	17±6
Tibial anterior	48±24	67±23	76±17	56±23
Transverso direito	22±17	26±24	34±56	29±24
Transverso esquerdo	33±32	37±32	45±56	37±37

Tabela 4: Valores normalizados de pico por contração, em μV , para os diferentes músculos em diferentes situações para o grupo feminino

	Solo	Cama elástica	Prancha	Balancim
Fibular curto	86±38	97±50	107±56	85±52
Fibular longo	82±40	84±37	93±25	71±26
Multífido direito	20±10	22±12	35±31	26±9
Multífido esquerdo	19±13	19±11	27±10	21±11
Tibial anterior	69±35	75±23	88±30	48±31
Transverso direito	27±21	33±35	38±36	32±33
Transverso esquerdo	29±17	36±25	41±26	36±21

Os músculos escolhidos para análise nesta pesquisa foram o tibial anterior e os fibulares por serem importantes na estabilização do tornozelo e os músculos, transverso do abdômen e os multífidos por serem importantes na estabilização da coluna lombar durante exercícios de propriocepção.

A comparação entre os músculos mostrou que o músculo tibial anterior foi bem recrutado em todos os testes, estes resultados vão ao encontro de outras pesquisas. Em um estudo que investigou a ativação do tibial anterior e do gastrocnêmio durante exercícios de propriocepção em apoio unipodal em diferentes equipamentos indicou maior atividade do tibial anterior quando comparado ao gastrocnêmio em todos os testes, exceto no balancim²⁴. De acordo com outro estudo, que também comparou diferentes músculos durante exercícios de propriocepção constatou que o músculo tibial anterior apresentou maior atividade eletromiográfica em todos os solos, tanto estável como instável, sendo o músculo mais solicitado. Houve outro fato que também aconteceu em nossa pesquisa, no grupo das mulheres ocorreu uma ativação significativa tanto no tibial anterior, como nos fibulares,

e neste mesmo estudo houve maior ativação dos músculos tibial anterior e do fibular longo em comparação aos outros músculos, isso mostra que ambos os músculos são importantes estabilizadores dinâmicos na articulação do tornozelo, o músculo tibial anterior atuando como um inversor e dorsiflexor e o músculo fibular longo atuando como um eversor e flexor plantar^{14,15}.

Um trabalho realizado com oito mulheres para investigar a ativação eletromiográfica dos músculos tibial anterior e fibular longo durante a manutenção da postura sobre a prancha proprioceptiva em apoio unipodal e bipodal trouxeram resultados que demonstraram que o músculo tibial anterior apresentou maior ativação nos exercícios com pranchas de equilíbrio em apoio bipodal, nas direções anteroposterior e médio-lateral e em apoio unipodal na direção anteroposterior. Já o músculo fibular longo mostrou maior ativação apenas nos exercícios em apoio unipodal na direção médio-lateral¹⁴. Isto denota a importância destes músculos, na estabilização do tornozelo, como já citado anteriormente.

A prancha de equilíbrio foi onde se obteve maiores picos de contração, demonstrando a facilidade do recrutamento da atividade muscular

numa prancha de equilíbrio e foi confirmado com estudo realizado para comparar diferentes posições do pé durante exercícios em uma prancha em apoio unipodal, embora o estudo não permitisse determinar quais dos músculos eram mais ativos durante o exercício ao longo dos diferentes eixos, ele confirma que usando a prancha de equilíbrio uniaxial, podemos abordar os músculos pretendidos melhor em termos de ativação e ainda permite ao terapeuta concentrar os exercícios no desafio da função muscular agonista-antagonista específica durante o processo de reabilitação²⁵.

O solo foi o momento em que menores foram os valores, de modo geral, para pico de contração dos músculos avaliados. Fato apontado em mais estudos que dizem que o solo, por ser fixo, exige dos voluntários, menor recrutamento de fibras musculares, diminuindo o número de interações entre a ativação neural e as células musculares²⁴ gerando pouco desequilíbrio e, conseqüentemente, menor ativação muscular. Acredita-se que a maior fonte de mecanorreceptores do tornozelo encontra-se nos ligamentos, os quais são responsáveis pela propriocepção e manutenção da estabilidade articular. Assim, exercícios em solos estáveis geram poucas mudanças rápidas no comprimento dos ligamentos do tornozelo¹².

Com relação aos músculos multífidos, a literatura tem documentado que eles estão envolvidos na produção do torque extensor e na estabilização da coluna. Além disso, os multífidos têm sido foco dos exercícios terapêuticos, sobretudo nos casos em que a dor lombar crônica é associada com atrofia muscular dessa musculatura²⁶. Um estudo realizado com o objetivo de investigar o papel do uso proprioceptivo do tornozelo durante o controle postural identificou que a alta dependência das capacidades proprioceptivas dos músculos do tornozelo e a reduzida capacidade de adaptar este uso proprioceptivo quando necessário em pessoas que desenvolvem dor lombar pode resultar em um controle medular menos refinado durante as tarefas posturais. Isso pode aumentar o estresse

mecânico na coluna lombar, o que pode levar à lesão medular e dor²⁷.

Neste estudo, os músculos multífidos, direito e esquerdo, no grupo dos homens, apresentaram diferença significativa, comparando suas análises, em diferentes situações. Na literatura não foram encontrados estudos que analisassem esta musculatura durante exercícios de propriocepção, por isso a importância deste estudo para saber como esses músculos agem durante as atividades proprioceptivas. Apesar disso, uma comparação com outros estudos que avaliaram a ativação dos músculos do tronco durante exercícios convencionalmente chamados de estabilizadores pode ser realizada, visando auxiliar o fisioterapeuta na escolha do exercício mais adequado às metas clínicas estabelecidas²⁶.

Os resultados deste estudo podem ser utilizados na prática clínica, em que benefícios do treinamento proprioceptivo permitem ser aplicados quando os exercícios muitas vezes têm de ser adaptados às necessidades específicas do paciente. Também pode direcionar para o fato de que, clinicamente, quando se têm esses diferentes equipamentos, e há necessidade de treinamento desses músculos analisados neste trabalho, direcionar para o equipamento que mais recruta tal músculo.

Esta pesquisa foi realizada com indivíduos saudáveis para registro de dados de linha de base. Acredita-se que o padrão de ativação muscular de indivíduos saudáveis reaja ao movimento provocado pelos diferentes exercícios de propriocepção, enquanto que os pacientes podem produzir co-contrações globais maiores para proteger a articulação do tornozelo em qualquer tarefa instável. Sugerem-se estudos futuros sobre as populações com instabilidade crônica do tornozelo, para poder extrapolar os resultados deste estudo²⁵.

Conclusões

Conclui-se que a prancha de equilíbrio foi o equipamento em que, tanto o grupo masculino

quanto o feminino, apresentaram maiores valores de pico de contração. O pico de contração do músculo tibial anterior e dos multífidos direito e esquerdo foram os que mais evidenciaram diferença significativa, comparando suas análises, em diferentes situações, para o grupo masculino. Para o grupo feminino, os músculos com mais diferenças significativas entre as situações de análise foram os fibulares e o tibial anterior. Essas informações mostram a importância de adequar os diferentes exercícios proprioceptivos aos músculos que desejamos trabalhar no momento da reabilitação.

Referências

- Gurfinkel VS, Ivanenko Yu P, Levik Yu S, Babakova IA. Kinesthetic reference for human orthograde posture. *Neuroscience*. 1995; 68: 229–243.
- Sherrington CS. Strychnine and reflex inhibition of skeletal muscle. *J. Physiol*. 1907; 36 185–204.
- Caraffa A, Cerulli G, Progetti M, Aisa G, Rizzo A. Prevention of anterior cruciate ligament injuries in soccer: A prospective controlled study of proprioceptive training. *Knee Surg Sports Traumatology Arthroscopy*. 1996; 4:19-21.
- Blackburn T, Guskiewicz KM, Petschauer MA, Prentice WE. Balance and Joint Stability: The Relative Contributions of Proprioception and Muscular Strength. *J Sport Rehabil*. 2000; 9:315-28.
- Holm I, Fosdahl MA, Friis A, Risberg MA, Myklebust G, Steen H. Effect of neuromuscular training on proprioception, balance, muscle strength, and lower limb function in female team handball players. *Clin J Sport Med*. 2004; 14(2):88-94.
- Vries JS, Krips R, Sierevelt IN, Blankevoort L, van Dijk CN. Intervention for treating chronic ankle instability. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2012; 7.
- Campos MA, Coraucci Neto B. Treinamento funcional resistido: para melhoria da capacidade funcional e reabilitação de lesões musculoesqueléticas. Rio de Janeiro: Revinter, 2008; 319.
- Lord SR, Sherrington C, Menz HB. Falls in older people: risk factors and strategies for prevention. New York: Cambridge University Press; 2011.
- Gil AWO, Oliveira MR, Rabello, LM, Spadão, AC, Macedo, CG, Pires-Oliveira, et al. Avaliação de diferentes tarefas de equilíbrio em atletas de handebol e futsal feminino. *Ter Man*. 2012; 10: 328-32.
- Swanik KA, Lephart SM, Swanik CB, Lephart SP, Stone DA, Fu FH. The effects of shoulder plyometric training on proprioception and selected muscle performance characteristics. *J Shoulder Elbow Surg*. 2002; 11:579-86.
- Ku PX, Osman NAA, Yusof A, Abas WABW. Biomechanical evaluation of the relationship between postural control body mass index. *Journal of Biomechanics*. 2012 Mar; 45: 1638-1642.
- Ferreira LAB, Rossi LP, Pereira WM, Vieira FF, Jr ARP. Análise da atividade eletromiográfica dos músculos do tornozelo em solo estável e instável. *Fisioterapia em Movimento*. 2009 Abr/Jun; 22(2): 177-187.
- Oliveira DCS, Rezende PAMSL, Silva MR, Lizardo FB, Souza GC, Santos LA, et al. Análise eletromiográfica de músculos de membros do membro inferior em exercícios proprioceptivos realizados com olhos abertos e fechados. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2012 Jun/Ago; 18(4).
- Imamura ST, Kaziyama HHS, Imamura M. Lombalgia. *Revista Médica*. 2001; 80: 375-90.
- Hides J, Richardson C, Gwendolen A. Multifidus Muscle Recovery Is Not Automatic After Resolution of Acute, First-Episode Low Back Pain: Exercises and Functional Testing. *Spine*. 1996 Dez; 21: 2763-2769.
- Presidência da República (BR), Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Estatuto da Criança e do Adolescente. Brasília: Presidência da República, 1990.
- Presidência da República (BR), Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Estatuto do Idoso. Brasília: Presidência da República, 2003.
- World Health Organization. The International Classification of adult underweight, overweight and obesity according to BMI, 2004. Disponível em: http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html.
- Surface EMG for a non-invasive assessment of muscles. SENIAM. Disponível em: <http://www.seniam.org>.

20. Barbosa FSS, Gonçalves M. Protocolo para a identificação da fadiga dos músculos eretores da espinha por meio da dinamometria e da eletromiografia. Curitiba: Fisioterapia em Movimento, 2005.
21. Hoppenfield S. Propedêutica ortopédica: coluna e extremidades. São Paulo: Atheneu; 1997.
22. Pereira LC. Impacto da gestação e do parto na sinergia entre os músculos transverso do abdome/obliquo interno e o assoalho pélvico: Avaliação eletromiográfica [Dissertação]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2010.
23. Barbarena M. Avaliação de fatores mecânicos e eletromiográficos associados ao entorse de tornozelo em atletas do gênero feminino [Tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2008.
24. Callegari B, Resende MM, Ramos LAV, Botelho LP, Albuquerque AS. Atividade eletromiográfica durante exercícios de propriocepção de tornozelo em apoio unipodal. Fisioterapia e Pesquisa. 2010 Out/Dez; 17(4): 312-316.
25. Ridder R, Willems T, Mits S, Vanrenterghem J, Roosen P. Foot orientation affects muscle activation levels of ankle stabilizers in a single-legged balance board protocol. Human Movement Science. 2014 Jan; 33: 419-431.
26. Loss JF, Melo MO, Rosa CH, Santos AB, Torre M, Silva YO. Atividade elétrica dos músculos oblíquos e multífidos durante o exercício de flexoextensão do quadril realizado no Cadillac com diferentes regulagens da mola e posições do indivíduo. Revista Brasileira de Fisioterapia. 2010 Nov/Dez; 14(6): 510-517.
27. Claeys K, Dankaerts W, Janssens L, Pijnenburg M, Goossens N, Brumagne S. Young individuals with a more ankle-steered proprioceptive control strategy may develop mild non-specific low back pain. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2015 Oct; 25: 329-338

