

## Correlação entre o pico do sinal eletromiográfico em saltos e valores médios do controle postural em atletas de handebol e praticantes de musculação do sexo feminino

Correlation between electromyographic signal peak in jumps and mean values of postural control in handball athletes and female weight lifters

PRUSCH SK, BARBOSA IM, ROSA HB, OLIVEIRA VSL, SANTOS LS, LEMOS LFC. Correlação entre o pico do sinal eletromiográfico em saltos e valores médios do controle postural em atletas de handebol e praticantes de musculação do sexo feminino. *R. bras. Ci. e Mov* 2018;26(1):22-31.

**RESUMO:** O objetivo do presente estudo foi correlacionar valores da atividade eletromiográfica dos músculos de membros inferiores de saltos verticais com valores do controle postural de mulheres ativas. Fizeram parte do estudo 28 indivíduos, sendo todas mulheres, divididas em dois grupos, onde 16 se encontravam no Grupo Handebol (GH) e 12 no Grupo Musculação. Para aquisição do sinal EMG dos músculos foi utilizado um eletromiógrafo Miotec (Porto Alegre, Brasil), com quatro canais de entrada operando na frequência de 2000 Hz, para os músculos: bíceps femoral, reto femoral, vasto lateral, e gastrocnêmico medial. Para avaliação dos saltos, utilizou-se os saltos Squat Jump (SJ) e Counter Movement Jump (CMJ), sendo usada a média dos dois melhores saltos de cada categoria. O pico do percentual da contração voluntária isométrica máxima (CVIM) na fase de impulsão de cada um dos saltos foi utilizado para as correlações em cada um dos quatro músculos avaliados. O controle postural foi avaliado através do teste de permanecer o mais imóvel possível durante 30 segundos, em apoio bipodal e unipodal direito. As variáveis referentes ao controle postural foram oriundas da média do percentual da CVIM ao longo dos 30 segundos analisados do controle postural. Para análise dos dados foi utilizado teste "t" para amostras independentes. Já as correlações foram obtidas através do teste de Pearson, além do critério de Malina para avaliar a força de correlação entre as variáveis. O nível de significância para todos os testes foi de 5%. Como resultados foram observados que tais grupos possuem características físicas bastante semelhantes. Contudo, é de se pensar que, em virtude de tempos de práticas e horas semanais de atividades distintas, seus músculos possuem certas diferenças funcionais e morfológicas. Assim, a plasticidade muscular sendo resposta para as entre os grupos. É possível concluir, com base nos achados do presente estudo, que os resultados de testes de saltos possuem correlações com variáveis de controle postural. Porém, diferenças específicas da modalidade praticada (handebol e musculação) influenciam os achados.

**Palavras-chave:** Eletromiografia; Controle postural; Potência; Correlações.

**ABSTRACT:** The objective of this study was to correlate values of the electromyographic activity of the lower limbs muscles during vertical jumps with values of the postural control of physically active women. The study consisted in 28 individuals; all of them were women, divided into two groups, where 16 were in the Handball Group (WL) and 12 in the weight lifters group. For the acquisition of EMG signals in the muscles, a Miotec electromyograph (Porto Alegre, Brazil) was used. The Miotec electromyograph has four input channels operating at a frequency of 2000 Hz, for the following muscles: biceps femoris, rectus femoris, vastus lateralis, and gastrocnemius medialis. To evaluate the jumps, we used the jumps Squat Jump (SJ) and Countermovement Jump (CMJ), and averaged the two best jumps of each category. The peak percentage of maximal isometric voluntary contraction (MIVC) in the impulsion phase of each of the jumps was used to evaluate the correlation between the four muscles. The postural control was evaluated through testing each participant's ability to remain as still as possible for 30 seconds, in bipodal and right unipodal support. The variables related to postural control were derived from the mean percentage of MIVC over the 30 seconds analyzed from postural control. For data analysis, T-test was used for independent samples. The correlations were obtained through the Pearson test, in addition to the Malina criterion to evaluate the correlation strength between the variables. The significance level for all tests was 5%. It was observed that such groups have very similar physical characteristics. However, it is thought that by virtue of practice times and weekly hours of distinct activities, your muscles have certain functional and morphological differences. Thus, muscular plasticity is the result among the groups. It is possible to conclude, based on the findings of the present study, that the results of jumping tests have correlations with variables of postural control. However, specific differences in the modality practiced (handball and weight lifting) influence the findings.

**Key Words:** Electromyographic; Postural control; Power; Correlations.

Samuel Klippel Prusch<sup>1</sup>  
Igor Martins Barbosa<sup>1</sup>  
Hyago B. da Rosa<sup>1</sup>  
Vinicius S. L. de Oliveira<sup>1</sup>  
Lucas Souza Santos<sup>1</sup>  
Luiz Fernando C. Lemos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro Universitário  
Cenecista

<sup>2</sup>Universidade Federal de  
Santa Maria

Recebido: 14/07/2016

Aceito: 30/08/2017

Contato: Luiz Fernando Cuozzo Lemos - luizcanoagem@yahoo.com.br

## **Introdução**

Nos dias atuais, a busca por distintas práticas esportivas vem sendo difundida entre a população em geral<sup>1</sup>. A musculação é uma das atividades com grande aumento de adeptos nos últimos anos. Tal prática possibilita diversas adaptações osteomioarticulares aos seus praticantes<sup>1</sup>. Todavia, mesmo com tais benefícios, essa atividade recebe críticas em virtude do fato dos benefícios oriundos não serem transferidos na totalidade para atividades cotidianas, chamadas funcionais<sup>2</sup>. Entre as diversas opções de treinamento físico que são eficientes e proporcionam uma maior transferência dos ganhos para outras atividades, destaca-se, a prática de esportes em geral, como, por exemplo, o handebol<sup>3</sup>.

O handebol é uma modalidade esportiva coletiva, caracterizada por grande quantidade e variedade em suas movimentações, manipulações de bola e interação com outros atletas. Buscando uma maior dinamicidade e objetividade, esse esporte passou por diversos processos evolutivos que, conseqüentemente, proporcionaram aos atletas adaptações específicas fisiológicas e morfológicas para o melhor desempenho nas constantes trocas de direção, ataques, contra-ataques e fintas. As características das partidas exigem um ótimo controle postural, movimentações em alta velocidade e agilidade, além de constantes saltos<sup>3</sup>.

Com relação aos saltos, no handebol as características desses esforços físicos (alta intensidade e curta duração), com ênfase nas capacidades motoras, velocidade e força, estão presentes no gesto motor em que os músculos dos membros inferiores realizam uma rápida e intensiva extensão de suas articulações, caracterizando o uso da variável força explosiva, chamada de potência de membros inferiores<sup>4,5</sup>. A potência pode ser caracterizada como a taxa de realização de trabalho por unidade de tempo, mais especificamente, o produto da força pela velocidade<sup>6</sup>.

Porém, em muitas situações do jogo, é necessária, grandemente, a atuação muscular na busca pelo melhor controle postural. Tem-se, como exemplo, a constante busca por espaços físicos na quadra entre os oponentes e/ou as frequentes situações em que as atletas estão em apoio unipodal (arremessos e passes), desafiando o sistema de controle postural.

Especificamente, acerca do sistema de controle postural, os indivíduos utilizam três principais fontes de informações: visuais, proprioceptivas e vestibulares<sup>7,8</sup>. Essas informações são enviadas, por via aferente, até o sistema nervoso central (SNC), onde são processadas e definidas respostas motoras para a correção de possíveis perturbações e/ou desequilíbrios<sup>9</sup>. Da mesma forma que nas correções do desequilíbrio postural, a potência de membros inferiores é comandada pelo SNC, o qual emite impulsos eferentes que possibilitam aos atletas saltarem mais rápido e alto (rápida contração muscular)<sup>10</sup>. O desempenho nos saltos verticais é considerado um dos mais eficientes indicadores dos níveis de potência muscular, produzido pela musculatura de membros inferiores<sup>11</sup>.

O uso da eletromiografia (EMG) juntamente aos testes de salto vem servindo como uma das principais ferramentas para pesquisas atuais, cujos avanços tecnológicos permitem registrar com maior precisão parâmetros biomecânicos, metabólicos e neuromusculares implicados nesses movimentos<sup>12</sup>.

Desta forma, o presente estudo buscou correlacionar valores da atividade eletromiográfica dos músculos de membros inferiores de saltos verticais com valores do controle postural de mulheres ativas. A hipótese de pesquisa que se apresenta é que praticantes de exercícios físicos apresentarão correlações nas variáveis estudadas, com maiores índices sendo vistos para praticantes de atividades funcionais (Handebol).

## **Materiais e métodos**

O termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) foi assinado por cada participante. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade Cenecista de Osório - FACOS sob o protocolo nº 50191115.7.00005591.

### *Amostra e Critérios de Elegibilidade*

A amostra foi constituída por dois grupos, conforme a Tabela 1. Os critérios de inclusão foram: não ter sofrido le-

são osteomioarticular nos últimos seis meses, estar praticando a modalidade específica de cada grupo por pelo menos seis meses, assinar o TCLE. Como critério de exclusão foi considerado que as participantes não poderiam apresentar qualquer tipo de distúrbio vestibular, alteração visual sem correção, diabetes, lesões no sistema musculoesquelético ou dor lombar.

### *Coleta de Dados*

As avaliações ocorreram no Laboratório de Fisiologia do Exercício do Centro Universitário Cenecista de Osório – UNICNEC, Osório/RS, Brasil. Inicialmente, as participantes preencheram uma ficha de avaliação contendo dados demográficos da amostra (idade, massa corporal, altura, frequência de atividade física e esportiva, presença ou não de lesão, entre outras).

Para mensurar a atividade elétrica muscular, tanto nos saltos como durante o controle postural, foram utilizados eletrodos de superfície na configuração bipolar (AgCL3; modelo Meditrace, da marca 3M), posicionados paralelamente e separados por 20 mm. Os eletrodos foram posicionados longitudinalmente e na direção das fibras musculares de acordo com as recomendações da SENIAM (Surface EMG for Non-Invasive Assessment of Muscles)<sup>13</sup>. Para facilitar a visualização do local do posicionamento dos eletrodos, foi solicitado às avaliadas realizarem uma contração dos referidos músculos com objetivo de identificação do ventre muscular. Um eletrodo de referência foi posicionado sobre a face anterior da tíbia. Antes da fixação dos eletrodos, foi realizada tricotomia, abrasão e limpeza da pele com algodão e álcool para remover as células mortas e a oleosidade, a fim de reduzir a impedância<sup>14</sup>.

Para aquisição do sinal EMG dos músculos foi utilizado um eletromiógrafo Miotec (Porto Alegre, Brasil), com quatro canais de entrada operando na frequência de 2000 Hz. O sinal captado pelo eletromiógrafo foi gravado em um computador no software Miograph (Miotec Equipamentos Biomédicos Ltda, Brasil) para posterior análise.

Para normalização do sinal eletromiográfico se realizou contrações isométricas voluntárias máximas (CIVM), nos músculos: bíceps femoral (sentado numa cadeira com apoio no calcanhar, realizando a máxima força isométrica buscando a flexão do joelho); reto femoral e vasto lateral (sentado numa cadeira com apoio na parte dorsal do pé, realizando a máxima força isométrica buscando a extensão do joelho); e gastrocnêmico medial (em pé, em flexão plantar isométrica máxima); conforme Correa *et al.*<sup>15</sup> e Cardoso *et al.*<sup>16</sup>.

Os sinais brutos de EMG foram filtrados por um filtro passa-banda de 20 a 500 Hz de 5ª ordem para atenuarem variações nos dados.

Antes da realização das tentativas dos saltos, as participantes fizeram um aquecimento na esteira por cinco minutos, na de velocidade de 6,5 (Km/h). Após isso, foram realizadas cinco tentativas dos saltos *Squat Jump* (SJ) e do *Counter Movement Jump* (CMJ), para cada participante. Entre cada tentativa, foram dados 30 segundos de descanso. Após a aquisição dos saltos válidos, foi realizada a média dos dois melhores saltos de cada categoria.

Quanto à execução do CMJ, a participante ficou de pé com meias ou descalço, com o peso distribuído uniformemente sobre ambos os membros inferiores. As mãos estavam colocadas sobre os quadris, onde ficaram durante todo o teste. Assim, a participante antes de saltar começou em uma posição em pé e quando tudo estava pronto, agachou-se flexionando os joelhos em um ângulo de 90 graus, imediatamente antes de saltar verticalmente o mais alto possível, mantendo os joelhos em extensão durante todo o voo e caindo com os dois pés ao mesmo tempo. O salto foi executado com ambos os pés, sem passos iniciais<sup>4</sup>.

Já no SJ, esta técnica de salto segue os mesmos padrões do CMJ, porém exige que o indivíduo comece o movimento partindo de uma posição agachada com os joelhos flexionados a aproximadamente 90°, imóvel, com o tronco ereto, olhando para frente e tendo as mãos sobre os quadris. A participante efetuou uma forte e rápida extensão dos membros inferiores sem contramovimento e mantendo as mãos na cintura no salto. O desempenho máximo deveria coincidir com um salto vertical o mais alto possível<sup>4</sup>. Na realização de ambos os testes, os saltos foram invalidados quando ocorrerem

os seguintes fatores:

- Flexão dos joelhos durante o voo;
- Tronco e/ou cabeça inclinados à frente;
- Aterrissagem com a planta do pé ao invés de tocar primeiro a ponta dos pés;
- Movimento dos braços;
- A altura do salto for afetada pelo grau de flexão dos joelhos, então o salto seria invalidado se a participante não flexionou os joelhos em cerca de 90 graus, exigidos em cada execução.

No CMJ ainda poderiam ocorrer erros frequentes, como a realização do contramovimento abaixo dos 90 graus. Enquanto que no SJ, a elevação do calcanhar na posição estática e a realização do contramovimento podem anular a tentativa. O pico do percentual da CVIM na fase de impulsão de cada um dos saltos foi utilizado para as correlações em cada um dos quatro músculos avaliados.

O controle postural foi avaliado através do teste de permanecer o mais imóvel possível durante 30 segundos, em apoio bipodal e unipodal direito, conforme Marchetti *et al.*<sup>17</sup>. Foram realizadas três tentativas para cada condição e a média dos valores foi utilizada. O intervalo entre as tentativas foi de um minuto, sendo mantidos os braços ao longo do corpo e, no teste bipodal, os pés na largura do quadril. As variáveis referentes ao controle postural foram oriundas da média do percentual da CVIM ao longo dos 30 segundos analisados do controle postural, para cada um dos quatro músculos avaliados, similarmente ao estudo recente de Cattagni *et al.*<sup>18</sup>.

#### *Análise Estatística*

Os dados foram submetidos à estatística descritiva. Foi verificada a normalidade na distribuição dos dados por meio do teste de Shapiro-Wilk, e a homogeneidade por meio do teste de Levene. Para comparações entre os grupos distintos utilizou-se o teste t para amostras independentes. Posteriormente, correlacionou-se as médias do percentual da atividade eletromiográfica utilizada nos testes de controle postural com os valores do pico de atividade eletromiográfica na impulsão dos testes de saltos, através do teste de Pearson. A força de correlação entre as variáveis foi definida pelo critério de Malina<sup>19</sup>, sendo: fraca para valores inferiores a 0,3; moderada para valores entre 0,3 e 0,6 e forte para valores maiores que 0,6. O nível de significância para todos os testes foi de 5%.

#### **Resultados**

A Tabela 1 apresenta dados de caracterização da amostra do presente estudo (Médias e desvios padrão de idade e dados antropométricos, além do número de indivíduos em cada grupo).

Na Tabela 2, está ilustrado o nível de significância (p-valor) encontrado com as correlações entre atividade elétrica muscular durante os saltos e o controle postural, nas diferentes condições testadas no grupo de handebol.

Já na Tabela 3, está ilustrado o nível de significância (p-valor) encontrado com as correlações entre atividade elétrica muscular durante os saltos e o controle postural, nas diferentes condições testadas para o grupo de musculação.

**Tabela 1.** Médias e desvios padrão de idade e dados antropométricos, além do número de indivíduos em cada grupo.

	GH (n=16)		GM (n=12)		p-valor
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	
Idade (anos)	21,13	3,59	19,50	3,34	0,234
Estatura (m)	1,64	0,09	1,62	0,06	0,605
Massa (kg)	63,98	8,46	61,16	9,77	0,421
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	23,82	2,18	23,20	3,39	0,563
TP (anos)	9,25	3,28	1,85	1,47	<0,001*
TST (horas)	3,33	1,23	5,29	1,81	0,003*

GH = Grupo Handebol; GM = Grupo de musculação; TST = Treino semanal; TP = Tempo de prática.

**Tabela 2.** Médias (X) e desvios-padrão (SD) da ativação dos quatro músculos avaliados e da potência de membros inferiores nos testes de *squat jump* e *counter movement jump* para o grupo de handebol. Correlações entre atividade elétrica muscular e potência muscular.

Grupo	Variável	Condição testada	X	SD	Correlação		p-valor	
					squat	CMJ	squat	CMJ
GH	Vasto	Bip	4,87	1,62	0,472	0,456	0,065	0,076
		Unip	6,75	2,82	0,235	0,499	0,381	0,049*
	Lateral (% da CVIM)	squat	122,20	36,54	-	-	-	-
		CMJ	118,86	43,71	-	-	-	-
	Reto	Bip	3,41	1,57	0,444	0,326	0,085	0,218
		Unip	5,42	3,55	-0,063	-0,153	0,817	0,572
	Femoral (% da CVIM)	squat	107,61	38,52	-	-	-	-
		CMJ	104,95	37,18	-	-	-	-
	Bíceps Femoral (% da CVIM)	Bip	6,18	2,79	0,205	0,800	0,445	<0,001*
		Unip	7,10	3,73	0,374	0,840	0,154	<0,001*
	Gastrocnêmio Medial (% da CVIM)	squat	115,63	138,83	-	-	-	-
		CMJ	76,42	45,82	-	-	-	-
		Bip	5,11	1,87	0,570	0,501	0,021*	0,048*
		Unip	19,28	7,47	0,355	0,386	0,177	0,140
		squat	121,61	41,09	-	-	-	-
		CMJ	125,10	45,61	-	-	-	-

Bip: bipodal; Unip: unipodal; GH: Grupo de Handebol; p-valor: probabilidade de significância; % da CVIM: percentual da contração voluntária isométrica máxima; X: média; SD: desvio-padrão; Squat: salto iniciado a partir de prévio agachamento; CMJ: Salto com utilização de energia elástica.

**Tabela 3.** Médias (X) e desvios-padrão (SD) da ativação dos quatro músculos avaliados e da potência de membros inferiores nos testes de *squat jump* e *counter movement jump* para o grupo musculação. Correlações entre atividade elétrica muscular e potência muscular.

Grupo	Variável	Condição testada	X	SD	Correlação		p-valor	
					squat	CMJ	squat	CMJ
GM	Vasto	Bip	3,83	1,37	0,687	0,757	0,019*	0,007*
		Unip	4,80	3,52	0,437	0,561	0,178	0,073
	Lateral (% da CVIM)	squat	117,40	47,33	-	-	-	-
		CMJ	133,09	60,71	-	-	-	-
	Reto	Bip	2,36	0,70	0,593	0,511	0,054	0,108
		Unip	3,89	2,45	0,003	-0,011	0,994	0,974
	Femoral (% da CVIM)	squat	106,72	34,15	-	-	-	-
		CMJ	108,87	38,85	-	-	-	-
	Bíceps Femoral (% da CVIM)	Bip	6,07	5,50	0,920	0,921	<0,001*	<0,001*
		Unip	6,04	4,44	0,896	0,895	<0,001*	<0,001*
	Gastrocnêmio Medial (% da CVIM)	squat	71,27	56,23	-	-	-	-
		CMJ	73,71	48,26	-	-	-	-
		Bip	5,33	2,92	0,549	0,530	0,080	0,093
		Unip	19,09	10,02	0,606	0,529	0,048*	0,094
		squat	122,75	37,46	-	-	-	-
		CMJ	127,91	38,97	-	-	-	-

Bip: bipodal; Unip: unipodal; GM: Grupo Musculação; p-valor: probabilidade de significância; % da CVIM: percentual da contração voluntária isométrica máxima; X: média; SD: desvio-padrão; Squat: salto iniciado a partir de prévio agachamento; CMJ: Salto com utilização de energia elástica.

## Discussão

A avaliação do controle postural é amplamente utilizada na literatura científica atual<sup>20,21,22</sup>. Uma das formas que se pode mensurar esse controle, é com base na ativação neuromuscular, através da eletromiografia<sup>18,23,24</sup>.

Na busca pela identificação de padrões de ativação neuromuscular, o presente estudo buscou correlacionar, em quatro músculos distintos de membros inferiores, o pico da CVIM utilizado durante a execução de testes de saltos (SJ e CMJ) com a média da CVIM utilizado em teste de equilíbrio (unipodal e bipodal) em atletas de handebol e praticantes de musculação do sexo feminino.

Tais grupos possuem características físicas bastante semelhantes (idade, massa, estatura e IMC). Porém, é de se pensar que, em virtude de tempos de práticas e horas semanais de atividades distintas (Tabela 1), seus músculos possuam certas diferenças funcionais e morfológicas<sup>25-28</sup>.

Na execução do SJ o grupo de atletas de handebol apresentou moderada correlação significativa apenas em condição bipodal no músculo gastrocnêmio. Por outro lado, o grupo musculação apresentou correlação alta dessa musculatura no mesmo teste (SJ) em condição unipodal. Sabe-se que o músculo gastrocnêmio é bastante importante no controle postural de forma estática (como foi avaliado). Pois quando o corpo se apoia estaticamente pelos tornozelos segue o modelo do pêndulo invertido, oscilando essencialmente à direção anteroposterior<sup>29</sup>, portanto, as correlações encontradas fundamentam-se.

O pico de ativação do percentual da CVIM do bíceps femoral utilizado durante o CMJ teve alta correlação significativa com o controle postural, tanto unipodal como bipodal para ambos os grupos. Porém, essa mesma correlação foi apenas encontrada para o SJ apenas dentro do grupo de musculação. O fato da avaliação do controle postural estático solicitar as participantes a manutenção de seus joelhos estendidos durante os testes faz como que a ativação eletromiográfica dessa musculatura tenha papel fundamental no equilíbrio, em especial em indivíduos com certo encurtamento dessa musculatura. Pois, dessa forma, é ampliado o uso de *feedbacks* sensoriais das forças e de sensação de velocidade e posição, sendo esses originados, pelos órgãos tendinosos de Golgi e fusos neuromusculares, respectivamente<sup>30</sup>.



Mas por que a correlação apenas no CMJ? Uma das razões pode estar relacionada seguindo o artigo sobre o novo mecanismo de contração muscular. Onde além da actina e miosina, há um papel fundamental da titina. Na qual quando há um alongamento passivo, sem uma contração antecedente, a titina responde de forma normal e tem sua extensão plena. Portanto, ela teria uma tensão elástica apenas numa fase alongada do músculo. No entanto, quando há uma contração prévia, há uma liberação de cálcio. O cálcio faz com que a titina se ligue na actina e, assim, a titina teria um tamanho menor pra ser alongada. Esse alongamento faz com que ela apresente uma tensão prévia em relação a situação de alongamento passivo<sup>31</sup>.

Pensando em SJ, ele começa numa posição abaixada e numa posição encurtada, representando o alongamento passivo. Já no CMJ, o músculo está alongado e ocorre uma contração rápida, e subsequente um alongamento na fase final de impulsão, então representando o segundo exemplo, de alongamento ativo. Afinal o cálcio ligaria a titina na actina, deixando ela menor e com uma tensão maior previamente. No presente estudo observa-se uma grande diferença entre SJ e CMJ no grupo de handebol, onde o primeiro apresentou um valor de 115,63% da CVIM e o segundo 76,42% da CVIM. A partir desses resultados acredita-se que, o valor apresentado em CMJ estaria ligado a essa ativação maior e a utilização dessa energia elástica advinda da titina.

Mas por que não houve correlação no SJ? Acredita-se que o controle postural em situação estática o bíceps femoral está numa posição alongada, características similares desse alongamento em função até mesmo da titina ter anteriormente sido ativada na questão de salto, fazendo que as características fossem similares do salto CMJ do músculo estar alongado ativo e numa posição alongado da posição em pé, mas isso não aconteceu no grupo musculação. Neste, ambos os saltos tiveram alta correlação com controle postural, isso possivelmente deve estar relacionado ao fato de que pessoas que treinam força, buscando ganho hipertrofico, podem ter um encurtamento muscular. Esse encurtamento faz com que o músculo atue numa de uma forma diferente na relação força x comprimento, assim, estando sempre mais alongado e ativo, tanto anteriormente, assim como ocorreu no CMJ, pela presença da titina, encurtado quando chegou próximo, tendo uma maior ativação, assim como uma ativação similar a condição em pé.

Já com relação ao uso da energia nos saltos, em um estudo recente, os autores sugerem que o CMJ depende de uma maior contribuição dos tecidos elásticos durante as porções concêntricas e excêntricas do movimento e, portanto, requer menos ativação muscular do Bíceps femoral<sup>32</sup>, o que por sua vez deve justificar os achados de correlações do presente estudo.

Com relação aos resultados das avaliações realizadas no quadríceps femoral (músculos avaliados: reto femoral e vasto lateral), é importante, inicialmente, destacar algumas características quanto à composição de fibras, a biomecânica e a arquitetura desses músculos<sup>32</sup>. O músculo reto femoral apresenta maior proporção de fibras do tipo II que o vasto lateral, é composto por fibras fusiformes, tem menor área de secção transversal fisiológica e é biarticular, tendo função de distribuir o torque nas duas articulações e controlar a direção do movimento, apresentando uma estratégia de controle neural diferenciada dos músculos monoarticulares. Por outro lado, o vasto lateral é composto por fibras peniformes, tem a maior área de secção transversal fisiológica do quadríceps e é um músculo monoarticular, possuindo alta capacidade de produção de força ou trabalho<sup>33</sup>.

Para o grupo de atletas de handebol o pico do músculo vasto lateral, de ativação do percentual da CVIM durante o CMJ correlacionou-se, moderadamente, apenas com a condição unipodal. Já no grupo que realiza musculação, as correlações do vasto lateral foram altas, tanto para o SJ como para o CMJ, porém, existentes apenas na condição bipodal. Como apresentado, o vasto lateral é o músculo mais forte para e extensão do joelho<sup>33</sup>, e certas adaptações distintas são esperadas em função do diferente treinamento realizado pelos grupos avaliados no presente estudo. Assim, acredita-se que esses achados estão relacionados com a plasticidade neuromuscular específica da modalidade (diferenças funcionais e morfológicas)<sup>25,26,27,28</sup>.

A utilização do músculo reto femoral não parece ser adequada para relacionar com o controle postural, pois em nenhum grupo e nenhum tipo de salto apresentou dados significativos de correlação. Possivelmente, isso tenha ocorrido em função da morfologia estrutural do reto femoral. Nas avaliações dos saltos esse músculo atua efetivamente nas duas articulações envolvidas (quadril e joelho), já durante o equilíbrio sua participação é minimizada, sendo apenas ativado para garantir a manutenção da postura<sup>29,33</sup>.

Referente ao teste de saltos mais adequado para expressar relação com o controle postural através da atividade eletromiográfica, os dados encontrados no presente estudo suportam que o CMJ parece mais sensível que o SJ. Tal inferência deve estar relacionada com o fato da utilização maior do ciclo alongamento-encurtamento (CAE) no teste de CMJ.

O CAE está amplamente ligado com potência e utilização de energia elástica de forma rápida pela musculatura<sup>34</sup>. Pensando que o controle do equilíbrio postural exige a mais rápida correção das oscilações posturais, para que desta forma, o corpo se mantenha o mais parado possível, é de se concluir que o mecanismo pelo qual as correlações foram maiores na utilização do CMJ estejam relacionados com capacidades fisiológicas inerentes aos dois testes, como, por exemplo, taxa de produção de força, tipo de fibras musculares, potência muscular entre outras<sup>34</sup>.

Por fim, algumas perguntas ainda precisam ser respondidas, como por exemplo: qual seria a melhor condição de teste para avaliar a correlação de controle postural com os saltos, bipodal ou unipodal? Os dados do presente estudo suportam que ambos possuem correlações significativas e são boas formas de relacionar as variáveis apresentadas nesse trabalho.

Como os resultados encontrados poderiam ser utilizados para a preparação de jogadores de handebol? Os dados do presente estudo apontam que as variáveis de equilíbrio podem servir para compreender a função da potência (com boas correlações), portanto pode ser uma avaliação usual para atletas que voltam de lesão ou incapacitados de realizar testes explosivos por qualquer motivo. Porém, reitera-se que essa especulação ainda necessita de novos testes.

Um ponto importante se relaciona com o fato que é comum os jogadores de diversos esportes, entre esses o handebol, utilizem como parte de sua preparação física a musculação, dessa forma, poderíamos pensar em adaptações concorrentes? A resposta é sim, as estruturas físicas sofrem influências das práticas realizadas e possivelmente atletas têm sua composição muscular influenciada pelo treino de força na academia de musculação<sup>35</sup>. Porém, também se deve lembrar o princípio da especificidade e, desta forma, um treino de força elaborado para atletas devem visar ganhos em rendimento na quadra.

Com relação à hipótese apresentada no início desse trabalho, é possível expor que os resultados foram de acordo com o esperado. Pois, mais correlações foram apresentadas no CMJ (atividade mais funcional) e equilíbrio postural em atletas de handebol; por outro lado, nas correlações do SJ e equilíbrio postural os resultados foram opostos.

## **Conclusões**

É possível concluir, com base nos achados do presente estudo, que os resultados de testes de saltos possuem correlações com variáveis de controle postural. Porém, diferenças específicas da modalidade praticada (handebol e musculação) influenciam os achados.

Sugerem-se novos estudos com a utilização da metodologia abordada no presente estudo, a fim de ampliar os conhecimentos acerca da temática.

## **Agradecimentos**

Os autores agradecem à Federação Gaúcha de Handebol e ao NEPE-UNICNEC.



**Referências**

1. Liz CM, Crocetta TB, Viana MS, Brandt R, Andrade A. Aderência à prática de exercícios físicos em academias de ginástica. *Motriz*. 2010; 16(1): 181-188.
2. Ueno DT, Gobbi S, Texeira C, Gobbi LTB. Efeitos de três modalidades de atividade física na capacidade funcional de idosos. *Rev. bras. Educ. Fís Esporte*. 2012; 26(2): 273-281.
3. Vargas RP, Santi H, Duarte M, Cunha JR AT. Características antropométricas, fisiológicas e qualidades físicas básicas de atletas de handebol feminino. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*. 2010; 5(28): 352-362.
4. Bosco C, Luhtanen P, Komi PV. A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *Eur J Appl Physiol*. 1983; 50: 273-82.
5. Gomes MM, Pereira G, Freitas PB, Barela JA. Características cinemáticas e cinéticas do salto vertical: comparação entre jogadores de futebol e basquetebol. *Rev. bras. cineantropom. desempenho hum*. 2009; 11(4): 392-399.
6. Eleno TG, Barela JA, Kokubun E. Tipos de esforço e qualidades físicas do handebol *Rev Bras Cienc Esporte*. 2002; 24(1): 83-98.
7. D'hondt E, Deforche B, Bourdeaudhuij I, Gentier I, Tanghe A, Shultz S, Lenoir M. Postural balance under normal and altered sensory conditions in normal-weight and overweight children. *Clin biomech (Bristol, Avon)*. 2011; 26(1): 84-89.
8. Hsu YS, Kuan CC, Young YH. Assessing the development of balance function in children using stabilometry. *Int j pediatr otorhinolaryngol*. 2009; 73: 737-40.
9. Ferber-Viart C, Ionescu E, Morlet T, Froehlich P, Dubreuil C. Balance in healthy individuals assessed with Equitest: Maturation and normative data for children and young adults. *Int j pediatr otorhinolaryngol*. 2007; 71(7): 1041-1046.
10. Tricoli VA, Barbanti VJ, Shinzato GT. Potência muscular em jogadores de basquetebol e voleibol. *Rev. bras. Educ. Fís Esporte*. 1994; 8(1) 14-25.
11. Bosco CA. *Força Muscular*. São Paulo: Phorte; 2007.
12. Cohen M, Abdalla RJ. *Lesões nos esportes – Diagnóstico, prevenção e tratamento*. São Paulo: Revinter; 2003.
13. Hermens HJ, Freriks B, Disselhorst-Klug C, Rau G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyogr Kinesiol*. 2000; 10(5): 361-374.
14. Baroni BM, Galvão AQ, Ritzel CH, Diefenthaler F, Vaz MA. Adaptações neuromusculares de flexores dorsais e plantares a duas semanas de imobilização após entorse de tornozelo. *Rev Bras Med Esporte*. 2010; 16(5): 358-362.
15. Corrêa FI, Corrêa JCF, Martinelli JL, Oliveira AR, Oliveira CS. Reprodutibilidade da eletromiografia na fadiga muscular durante contração isométrica do músculo quadríceps femoral. *Fisioter. Pesqui*. 2006; 13(2): 46-52.
16. Cardoso JR, Prado AI, Iriya HK, Santos ABAN, Pereira HM. Atividade eletromiográfica dos músculos do joelho em indivíduos com reconstrução do ligamento cruzado anterior sob diferentes estímulos sensorio-motores: relato de casos. *Fisioter. Pesqui*. 2008; 15(1): 78-85.
17. Marchetti PH., Orselli MIV, Martins L, Duarte M. Effects of a full season on stabilometric Parameters of team handball elite athletes. *Motriz*. 2014; 20(1): 71-77.
18. Cattagni T, Scaglioni G, Laroche D, Gremeaux V, Martin A. The involvement of ankle muscles in maintaining balance in the upright posture is higher in elderly fallers. *Exp Gerontol*. 2016; 77: 38-45.
19. Malina RM. Tracking of physical activity and physical fitness across the lifespan. *Res Q Exerc Sport*. 1996; 67: 48-57.
20. Guzman J, Aktan N. Comparison of the Wii Balance Board and the BESS tool measuring postural stability in collegiate athletes. *Appl Nurs Res*. 2016; 29: 1-4.
21. Kanekar N, Aruin AS. Improvement of anticipatory postural adjustments for balance control: Effect of a single training session. *J Electromyogr Kinesiol*. 2015; 25(6): 400-405.
22. Lemos LFC, Teixeira CS, Mota CB. Lombalgia e o equilíbrio corporal de atletas da seleção brasileira feminina de canoagem velocidade. *Rev. bras. cineantropom. desempenho hum*. 2010; 12(6): 457-463.
23. Callegari B, Resende MM, Ramos LAV, Botelho LP, Albuquerque SA. Atividade eletromiográfica durante

exercícios de propriocepção de tornozelo em apoio unipodal. *Fisioter. Pesqui.* 2010; 17(4): 312-316.

24. Ferreira LAB, Rossi LAB, Pereira WM, Vieira FF, Paula Jr AR. Análise da atividade eletromiográfica dos músculos do tornozelo em solo estável e instável. *Fisioter Mov.* 2009; 22(2): 177-87.

25. Baroni BM, Franke RA, Rodrigues R, Geremia JM, Schimidt HL, Carpes FP, Vaz MA. Are the responses to resistance training different between the preferred and non-preferred limbs? *J Strength Cond Res.* 2016; 30(3): 733-738.

26. Baroni BM, Rodrigues R, Franke RA, Geremia JM, Rassier DE, Vaz, MA. Time Course of Neuromuscular Adaptations to Knee Extensor Eccentric Training. *Int J Sports Exerc Med.* 2013; 34(10): 904-911.

27. Jakobsen MD, Sundstrup E, Randers MB, Kjær M, Andersen LL, Krustrup P, Aagaard P. The effect of strength training, recreational soccer and running exercise on stretch-shortening cycle muscle performance during countermovement jumping. *Hum mov sci.* 2012; 31(4): 970-86.

28. Herzog W. The biomechanics of muscle contraction: optimizing sport performance. *Sport ortho trauma.* 2009; 25, 286-293.

29. Winter DA. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait Posture.* 1995; 3(4): 193-214.

30. Ashton-Miller JA, Wojtys EM, Huston LJ, Fry-Welch D. Can proprioception really be improved by exercises? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2001; 9(3): 128-136.

31. Herzog W, Powers K, Johnston, Duvall M. A new paradigm for muscle contraction. *Front Physiol.* 2015; 10(6): 174.

32. Padulo J, Tiloca A, Powell D, Granatelli G, Bianco A, Paoli A. EMG amplitude of the biceps femoris during jumping compared to landing movements. *Springerplus.* 2013; 2(520).

33. Okano AH, Moraes AC, Bankoff ADP, Cyrino ES. Respostas eletromiográficas dos músculos vasto lateral, vasto medial e reto femoral durante esforço intermitente anaeróbio em ciclistas. *Motriz.* 2005; 11(1): 11-24.

34. LaRoche DP, Cremin KA, Greenleaf B, Croce R. Rapid torque development in older female fallers and nonfallers: A comparison across lower-extremity muscles. *J Electromyogr Kinesiol.* 2009; 20(3): 482-488.

35. Lemos LFC, Pranke GI, Mastella ADF. O treinamento concorrente: uma breve revisão acerca dos seus métodos e resultados em prol da saúde. *Biomotriz (Online).* 2017; 11(1): 101-111.