

ATIVACÃO ELÉTRICA DA MUSCULATURA E POTÊNCIA DE MEMBROS INFERIORES: UMA COMPARAÇÃO ENTRE ATLETAS VELOCISTAS DAS MODALIDADES NATAÇÃO E ATLETISMO

MUSCULAR ELECTRICAL ACTIVATION AND POWER OF THE LOWER LIMBS: A COMPARISON AMONG SPRINT ATHLETES OF SWIMMING AND ATHLETICS
ACTIVACIÓN ELÉCTRICA DEL MUSCULOS Y POTENCIA DE LAS EXTREMIDADES INFERIORES: UNA COMPARACIÓN ENTRE LOS VELOCISTAS ATLETAS DE NATACIÓN Y ATLETISMO

Débora Aparecida Knihs

deboraknihs@gmail.com

Universidade Regional de Blumenau

Luiz Francisco Reis

lfreis.furb@gmail.com

Universidade Regional de Blumenau

Anke Cristine Zimmermann

ankezimmermann@gmail.com

Universidade Regional de Blumenau

Resumo

O objetivo deste estudo foi verificar a diferença na ativação mioelétrica e potência de membros inferiores entre os atletas velocistas de natação e atletismo. A amostra foi composta por seis velocistas do sexo masculino de cada modalidade. Para a realização dos testes foi utilizado um tapete de contato e eletromiografia. O pico de potência e a altura do salto se apresentaram menores nos atletas da natação. Quanto a ativação muscular, os corredores apresentaram ativação significativamente menor ($p < 0,05$) apenas em um músculo. Concluiu-se que os corredores apresentaram valores mais altos de potência e houve diferença mínima na ativação muscular.

Palavras-Chave: Potência. Eletromiografia. Atletismo. Natação.

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the difference in the myoelectric activation and power in the muscles of the lower limbs among sprint swimmers and athletics. The sample was composed by six male sprinters of each category. The study used a contact mat and electromyography. The power's peak and the height reached by jumping were lower among the swimmers. Regarding muscular activation, the runners presented significantly lower results ($p < 0,05$) only in one muscle. The conclusion was that runners presented higher power levels and there was a minimal difference in the muscular activation.

Keywords: Power. Electromyography. Athletics. Swimming.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue investigar la diferencia en la activación mioelétrica y potencia de los músculos de las extremidades inferiores entre los velocistas atletas de natación y atletismo. La muestra se compone de seis hombres de cada modo. Se utilizó una estera de contacto y electromiografía. La potencia máxima y la altura del salto aparecieron menor en los nadadores. Los runners tuvieron activación significativamente menor ($p < 0,05$) en solamente un músculo. Se concluyó que los runners tuvieron valores más altos de la potencia y había diferencia mínima en la activación muscular.

Palabras Clave: Potencia. Electromiografía. Atletismo. Natación

Introdução

O alto nível dentro dos diversos esportes é resultado da junção de vários fatores que influenciam no desempenho esportivo (REBUTINI, 2012). Atualmente, os resultados em provas de alto nível de diversas modalidades têm sido pouco diferenciados entre os primeiros colocados. Provas consideradas rápidas, como os 50 e 100 metros da natação ou os 100 metros rasos do atletismo, têm seus resultados definidos por décimos ou centésimos de segundo de diferença (CBDA, 2015; CBAT, 2015).

A natação competitiva no cenário atual, assim como o atletismo, encontra-se em um nível de desempenho extremamente alto, com o aperfeiçoamento de técnicas e metodologias de treinamento cada vez melhores (PEREIRA; NAVARRO, 2008). Diante da constante evolução no desempenho das modalidades, torna-se imprescindível analisar e aprimorar cada um dos detalhes que compõem as provas e podem ser decisivos no resultado final, como é o caso da fase de saída das provas.

De acordo com Detânico et al. (2011, p.1), a melhora do tempo em um fundamento como a saída “pode representar a diferença necessária para a vitória”. Os tempos de saída na natação podem corresponder à 10% e 5% do tempo total de provas de 50 e 100 metros, respectivamente, (MAGLISCHO, 2010), enquanto no atletismo a saída pode corresponder à 5% do tempo total da prova de 100 metros rasos (MORAES, 1997).

A saída de bloco na natação é descrita por Maglischo (2010) como um movimento que utiliza potência, principalmente de membros inferiores. O mesmo é mencionado por Maulder, Bradshaw e Keogh (2006) para as saídas de bloco no atletismo. A potência muscular é definida como “a capacidade de aplicar força máxima em um movimento rápido e explosivo” (TRITSCHLER, 2003, p. 341), sendo um componente da aptidão motora importante e que contribui para atividades que exijam velocidade e força (HALL, 2000).

A mensuração da potência pode ser realizada através de testes de impulsão vertical, que são testes onde, através de um ou mais saltos, mede-se a potência de membros inferiores (JOHNSON; NELSON, 1986). Dentre os testes de impulsão vertical encontra-se o teste de Salto Vertical (SV), que pode ser executado através da técnica de salto Squat Jump (SJ), onde o avaliado inicia o salto sem um movimento preparatório, realizando uma contração exclusivamente concêntrica. Segundo Bosco (2007) apud Dal Pupo; Detanico, Santos (2012, p. 42), “o desempenho nos saltos verticais é considerado um dos melhores indicadores dos níveis de potência muscular produzida pelos membros inferiores”.

A contração muscular ocorre devido à uma ativação elétrica do músculo. O tecido muscular possui a capacidade de se contrair quando estimulado por um potencial de ação (TORTORA; DERRICKSON, 2012). Esta ativação elétrica do músculo gera um recrutamento das fibras musculares, que uma vez estimuladas, geram tensão (força) que pode ser suficiente, ou não, para o tracionamento dos pontos de fixação do músculo, ocorrendo assim o movimento (contração). Neste sentido, é correto afirmar que, quanto maior for a ativação elétrica do músculo, maior será o recrutamento das fibras musculares (nú-

mero de unidades motoras), e portanto, maior será a tensão (força) gerada pelo músculo (KAMEN; GABRIEL, 2015), ou seja, quanto mais vigorosa a contração muscular, maior a atividade elétrica do músculo. A eletromiografia é atualmente a ferramenta mais utilizada para conhecer a atividade elétrica do músculo. Este procedimento utiliza eletrodos invasivos e/ou não invasivos, que são fixados sobre a pele na região da musculatura desejada, e estão conectados ao eletromiógrafo, o qual fará a leitura da atividade mioelétrica durante a contração (KAMEN; GABRIEL, 2015).

Levando em consideração que o atletismo e a natação são modalidades diferentes, mas que utilizam fatores em comum, como a saída de bloco, e que esta tem como fator fundamental para a execução mais eficiente a potência e conseqüentemente a ativação muscular, que está ligada a força (componente da potência), este estudo teve como objetivo verificar se existe diferença na ativação elétrica da musculatura e potência de membros inferiores, no teste de Salto Vertical, entre atletas velocistas das modalidades natação e atletismo. A investigação proposta tem sua importância no fato de poder contribuir, através de seus resultados, com o aprimoramento do desempenho dos atletas testados, haja vista a importância da potência para ambas as modalidades.

METODOLOGIA

Amostra

A amostra foi selecionada de forma intencional afim de que os sujeitos atendessem aos requisitos necessários da pesquisa (SANTOS, 2011). Participaram deste estudo seis atletas velocistas da modalidade atletismo que participavam de provas de 100 metros rasos e seis atletas velocistas da modalidade natação que participavam de provas de 50 e 100 metros. Os atletas de ambas as modalidades participavam de campeonatos estaduais e nacionais, e possuíam um nível técnico semelhante entre si, sendo a maioria deles campeões estaduais e finalistas em campeonatos brasileiros. Todos os atletas eram do sexo masculino, com idade entre 15 e 25 anos, possuíam uma rotina de treinamento de sua respectiva modalidade de em média cinco vezes por semana, no mínimo três anos de treinamento, e eram participantes das equipes municipais das referidas modalidades. Participaram dos testes os atletas que, no dia da realização, estavam gozando de boa saúde, sem impedimentos médicos.

Variáveis

As testagens foram realizadas no Laboratório de Cineantropometria e Biomecânica da Universidade Regional de Blumenau (FURB). Os atletas ficaram conscientes sobre os objetivos do estudo e concordaram em participar através da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), o qual foi aprovado pelo comitê de ética sob o número do parecer 1.124.400.

As variáveis antropométricas coletadas foram estatura (cm) e massa corporal (kg), sendo que, o protocolo utilizado para a realização das medidas foi o protocolo descrito por Stewart et. al (2011). Outras variáveis coletadas foram altura do salto (cm) e tempo de voo (s), ambas mensuradas por meio de um programa de computador específico para a realização do teste; potência muscular (W), para o cálculo desta variável foi utilizada a equação proposta por Sayers, Harackiewicz e Harman (1999) onde o pico de potência (PP) é descrito como: $PP \text{ (Watts)} = 60.7 \times (\text{altura do salto vertical}) + 45.3 \times (\text{massa}$

corporal) – 2055, sendo a altura do salto vertical dada em cm e a massa corporal em kg; e atividade elétrica da musculatura (μV), que foi mensurada através da eletromiografia, sendo utilizado o valor de RMS (Root Mean Square), que é o valor médio do sinal.

Instrumentos e Protocolo de Coleta de Dados

Para a aquisição e interpretação do sinal eletromiográfico foi utilizado um eletromiógrafo da marca EMG System do Brasil contendo 6 canais com ganho de amplificação total de 2000 vezes e modo de rejeição comum maior de 100 dB. Para a aquisição dos dados foi utilizado o software WinDaq (DataqInstruments), digitalizados por placa de conversão Analógico/Digital com 16 bits de resolução e sinais com frequência de 2 kHz. O sistema é composto por eletrodos bipolares ativos com ganho de amplificação de 20 vezes. Foram utilizados eletrodos de superfície descartáveis da marca 3M composto basicamente por espuma adesiva, pino de aço inox e gel condutor de celulose.

Os eletrodos foram posicionados aos pares longitudinalmente às fibras musculares dos músculos que se desejava analisar, no ponto motor do músculo (KAMEN; GABRIEL, 2015). A colocação dos eletrodos foi precedida por tricotomia, abrasão e assepsia da pele do atleta na região da fixação dos eletrodos, com o intuito de diminuir a impedância da pele e aumentar a fixação do eletrodo no local desejado. Os eletrodos foram fixados conforme o protocolo de Basmajian; Blumenstein (s. d.) sobre os seis músculos de interesse: reto femoral, vasto medial, vasto lateral, semitendíneo e semimembrâneo (analisados juntos), bíceps femoral e gastrocnêmio medial. Também foi utilizado um eletrodo terra, fixado na proeminência óssea mais próxima aos músculos testados, no caso o côndilo lateral do fêmur.

A testagem se deu no membro inferior do lado direito de cada avaliado.

A aplicação do teste de potência foi através do Jump Test, que consiste em um programa de computador utilizado para a realização de avaliação física através de saltos. O software está ligado a um tapete de contato, da marca Multi Sprint, sensível a pequenas pressões por um cabo de conexão. O tapete de contato possui um circuito que cronometra o tempo em milissegundos, quando o atleta deixa o tapete este circuito é aberto e se fecha quando o atleta volta a tocar o tapete, registrando assim o tempo de voo. A técnica utilizada para o salto foi a Squat Jump, que consiste em realizar um salto vertical partindo de uma posição estática, com os joelhos flexionados a 90° , pés afastados na largura dos ombros e mãos na cintura. A partir dessa posição é permitido ao avaliado apenas o movimento ascendente, ou seja, um salto sem movimento preparatório (SZMUCHROWSKI, 1991).

Já com os eletrodos fixados e conectados ao eletromiógrafo e sobre o tapete de contato os atletas foram instruídos a realizar o Salto Vertical conforme o protocolo. Os avaliados realizaram três saltos, sendo computado o de melhor desempenho. Na aplicação do teste foi realizado o controle de que os avaliados não tivessem praticado nenhuma atividade física vigorosa antes da realização do teste e utilizassem roupas e tênis adequados para não afetar o desempenho. Além disso foi controlado que não houvessem motivações externas e que todos realizassem o movimento conforme o protocolo para que os atletas fossem testados sob as mesmas condições.

Tratamento estatístico

A análise estatística deste estudo foi computada no software PAST onde foi utilizada a estatística descritiva para caracterizar a amostra no que tange as variáveis do estudo. A normalidade dos dados foi verificada através do teste Kolmogorov-Smirnov e para as variáveis que apresentaram distribuição normal a comparação das médias entre os grupos (nadadores X corredores) foi testada através do teste t de Student independente. Para aquelas variáveis que não apresentaram normalidade em sua distribuição as médias foram comparadas através do teste U de Mann Whitney. Foi adotado o nível de significância de $p \leq 0,05$ (BARBETTA, 2010).

RESULTADOS

A Tabela 1 caracteriza a amostra, utilizando a estatística descritiva, no que tange a estatura, massa corporal e idade dos atletas voluntários deste estudo.

Modalidade	Massa Corporal (kg)	Estatura (cm)	Idade (anos)
Atletismo	82,08±11,60	184±8,65	22,17±2,85
Natação	70,26±9,35	178,83±5,06	17±1,67

A Tabela 2 apresenta os resultados da comparação entre as médias das variáveis que apresentaram distribuição normal, através do teste t de Student. Não foram encontradas diferenças significativas na comparação das médias dessas variáveis entre as modalidades.

Tabela 2- Comparação das médias das variáveis que apresentaram distribuição normal, através do Teste t de Student

Variáveis	Modalidade	Média	Desvio Padrão	Sig.
Reto Femoral (μV)	Atletismo	112,55	25,91	0,441
	Natação	162,48	150,01	
Vasto Medial (μV)	Atletismo	245,97	84,74	0,525
	Natação	295,55	163,79	
Bíceps Femoral (μV)	Atletismo	158,68	44,23	0,412
	Natação	183,58	55,82	
Sem./Semim. (μV)	Atletismo	70,82	20,94	0,105
	Natação	154,38	112,54	
Gastrocnêmio Medial (μV)	Atletismo	265,89	71,54	0,174
	Natação	377,18	171,76	

A Tabela 3 apresenta os resultados da comparação entre as médias das variáveis que não apresentaram distribuição normal, através do teste U de Mann Whitney. Foi verificado que houveram diferenças significativas na comparação das médias dessas variáveis entre modalidades.

Tabela 3- Comparação das médias das variáveis que não apresentaram distribuição normal, através do Teste U de Mann Whitney

Variáveis	Modalidade	Média	Desvio Padrão	Sig.
Vasto Lateral (μ V)	Atletismo		38,85	0,016*
	Natação	208,13	42,76	
Altura do Salto (cm)	Atletismo	275,22	4,24	0,004**
	Natação	48,01	5,06	
Tempo de Voo (s)	Atletismo	34,71	0,035	0,004**
	Natação	0,65	0,039	
Potência (W)	Atletismo	0,53	704,12	0,004**
	Natação	4577,98 3235,38	634,71	

DISCUSSÃO

Analisando a variável potência entre os nadadores, estes apresentaram um valor médio de pico de potência de $3235,38 \pm 634,71$ W, com altura de salto de $34,71 \pm 5,06$ cm e o tempo de voo de $0,53 \pm 0,039$ s.

Em um estudo realizado por Detânico, et al. (2011), onde foi testada a potência de nadadores utilizando o SJ sobre uma plataforma de força, os atletas apresentaram uma potência média de $1648,6 \pm 254,7$ W. Já no estudo de Costa et al. (2007), onde os autores realizaram uma comparação entre antropometria, potência muscular e os estágios maturacionais de atletas de natação, os valores médios de potência por kg encontrados nos atletas do estágio P5 (pós púberes) foi de $96,8 \pm 19,78$ kg m/s. Em relação ao tempo de voo, Pereira; Navarro (2008) encontraram em seu estudo, realizado com nadadores velocistas, o valor médio de $0,55 \pm 0,033$ s., semelhante ao encontrado no presente estudo. Os valores relatados para altura de salto em outros estudos, onde foi utilizado o SV (SJ) sobre uma plataforma de força, foram de $37,20 \pm 4,47$ cm (PEREIRA; NAVARRO, 2008), $38 \pm 2,45$ cm (BOCALINI et al., 2007) e $43,4 \pm 4,8$ cm (DET NICO et al., 2011).

Já os atletas da modalidade atletismo apresentaram um valor médio de pico de potência de $4577,98 \pm 704,13$ W, altura de salto de $48,01 \pm 4,24$ cm e tempo médio de voo de $0,65 \pm 0,035$ s.

Carvalho (2008), encontrou o valor médio de $50,1 \pm 5,28$ cm para a altura no SV (SJ) dos atletas, quando comparou o SV de sujeitos atletas do atletismo especialistas em saltos com sujeitos não desportistas.

No estudo de Dal Pupo (2009), realizado em velocistas das provas de 200 e 400 metros rasos do atletismo, a altura média de salto encontrada foi de $49,25 \pm 5,54$ cm. Os resultados foram obtidos por meio do teste de SV (SJ) realizado sobre uma plataforma de força. Outros estudos que analisaram velocistas de 100 m rasos de alto nível constataram a altura média do salto no teste SV (SJ), sobre a plataforma de força, de $44,56 \pm 8,69$ cm (NASCIMENTO; DUARTE; SANTOS, 1989) e $52,9 \pm 4,6$ cm (MAULDER; BRADSHAW; KEOGH, 2006) sendo que neste último também foram encontrados os valores de potência média de $28,4 \pm 3,7$ W/kg, e pico de potência de $60,6 \pm 5,7$ W/kg.

Cabe salientar que a comparação entre os valores encontrados no presente estudo, onde foi utilizado o tapete de contato, e em estudos onde foi utilizada a plataforma de força não será realizada, uma vez que os estudos acerca da objetividade dos dois aparelhos entre si ainda são controversos.

Assim, haja visto que diferentes metodologias são empregadas em diferentes estudos a comparação entre estes torna-se imprudente. Além disso, há dificuldade de se encontrar valores de pico de potência e até mesmo um valor padrão-ouro para ambas as modalidades na literatura, fator que dificulta a realização de uma comparação entre os achados deste estudo com outros estudos, e a classificação dos atletas quanto aos valores apresentados por estes.

Em relação à comparação dos valores encontrados para a potência entre os atletas das modalidades natação e atletismo no presente estudo (Tabela 3), a mesma aponta diferença significativa entre as modalidades no que diz respeito a potência e diferença altamente significativa no que diz respeito à altura do salto e, conseqüentemente, ao tempo de voo. Sendo que, os atletas da modalidade atletismo apresentaram valores superiores em relação aos atletas da modalidade natação nas variáveis citadas.

A característica do treinamento pode ser um dos motivos sugeridos por Dal Pupo, Detanico, Santos (2012) para explicar essa diferença, uma vez que o treinamento de velocistas (atletismo) inclui tanto sprints curtos quanto exercícios de saltos (pliométricos), que são considerados eficientes no ganho de potência. Os achados de Ferrão (2009) corroboram com essa afirmação. Em seu estudo, o autor verificou uma melhora significativa no desempenho de saltos verticais e horizontais de alunos nas aulas de Educação Física quando foram incrementados exercícios pliométricos às aulas.

Martins et al. (2014) concordam que a eficiência no salto vertical é superior em sujeitos que realizaram atividades com potência muscular, como saltos e corridas de velocidade, em comparação a outras atividades, e isso se deve a uma maior duração da fase concêntrica do movimento e também à velocidade de saída do solo, que é influente para a altura do salto. Do mesmo modo, Ugrinowitsch et al. (2007), alegam que velocistas e saltadores são capazes de desenvolver maior aceleração em todas as fases do salto vertical, otimizando seus resultados.

O treino de potência na musculação também pode estar relacionado ao maior valor de potência muscular. Häkkinen (1993) apud Lombardi; Vieira; Detânico (2011) verificou um aumento no desempenho do SJ em atletas após um período de treinamento envolvendo exercícios de potência na musculação. Ribeiro (2007), aponta que o treinamento de potência aumenta o desempenho do SV tanto na técnica SJ quanto na técnica CMJ, além disso, o autor relata que um melhor desempenho dos atletas da modalidade de atletismo no SV pode ser ainda explicado pela melhor coordenação dos atletas em realizá-lo, uma vez

que o salto está presente em seu treinamento (pliométrie).

Cormie; Mcgugan; Newton (2011) apud Coscarelli (2011) afirmam que grandes níveis de força também são fortemente relacionados a altos níveis de potência. Sendo assim, o nível de força dos atletas pode ser outro fator determinante dos resultados da potência.

Vale lembrar que na natação, o pico de potência é importante no momento da saída de bloco, porém a manutenção de uma porcentagem razoável de potência durante a prova é de maior importância (TROUP, 1999).

Analisando os achados da ativação muscular durante o teste de salto vertical foi notado que a ordem de ativação dos músculos (de maior ativação para menor ativação) para ambas as modalidades foi a mesma, sendo o músculo gastrocnêmio medial o de maior ativação, com média de $265,89 \pm 71,54 \mu\text{V}$ para os corredores e média de $377,18 \pm 171,76 \mu\text{V}$ para os nadadores, seguido pelo vasto medial e posteriormente o vasto lateral. O músculo semitendíneo/semimembranoso apresentou a menor ativação elétrica dentre todos os músculos analisados, com média de $154,38 \pm 112,94 \mu\text{V}$ para os nadadores.

Não foram encontradas literaturas que propiciassem a comparação de valores de RMS (μV) entre o presente estudo e demais estudos, para ambas as modalidades, devido ao uso de diferentes metodologias e critérios amostrais.

Haja vista que, a ordem de maior ativação dos músculos foi a mesma para ambas as modalidades, buscou-se nesta discussão apresentar respaldos literários do porque esta ordem pode ter ocorrido.

A maior ativação do gastrocnêmio medial pode ser explicada por este ser o músculo mais utilizado na propulsão, como nos saltos em altura (HAMILTON, 1982 apud SILVA, 2000), além de ser responsável por impulsionar o caminhar, correr e saltar. Nas provas de velocidade essa musculatura é extremamente recrutada por apresentar contração rápida, por suas fibras serem principalmente verticais (SILVA, 2000).

Em relação à maior ativação do vasto medial em comparação aos demais músculos, alguns estudos (BORIN et al., 2006; RIBEIRO, 2007; GHELLER et al., 2014) mostram resultados semelhantes, porém não foi realizada a análise eletromiográfica do gastrocnêmio nestes estudos.

A menor ativação dos músculos semitendíneo e semimembranoso pode ser explicada por Baratta et al. (1988) que sugerem que indivíduos com hipertrofia dos músculos do quadríceps, como os atletas de alto rendimento, possuem menor ativação dos músculos isquiotibiais devido a um efeito inibitório sobre os músculos antagonistas.

No presente estudo, os velocistas da modalidade atletismo apresentaram ativação significativamente menor apenas no músculo vasto lateral em relação aos velocistas da modalidade natação. Mesmo assim os velocistas do atletismo apresentaram melhor desempenho no SV em relação aos atletas da modalidade natação. Este resultado difere do encontrado em diversos estudos (MORITANI, 1993; HALL, 2005; DAL PUPO; DET NICO; SANTOS, 2012;) que indicam que maiores valores de potência estão associados a maiores valores de força, e maiores valores de força estão correlacionados com maiores valores de ativação muscular. Moritani (1993) ainda aponta que, o melhor desempenho pode ser relacionado a adaptações neuromusculares, entre elas a maior ativação neural.

Ainda contrário aos resultados do presente estudo, McArdle et al. (1998) apud Barbosa et al.

(2005, p. 37) afirmam: “Como regra geral, um músculo trabalhado perto de sua capacidade máxima de força aumenta sua potência”, levando a crer que quanto mais potência o atleta apresenta, mais força ele possui. Atletas com grandes quantidades de força são capazes de mobilizar mais unidades motoras, ou seja, gerar mais ativação (HOLLMANN; HENTTINGER, 1989 apud BARBOSA et al., 2005).

Uma possibilidade para os resultados encontrados em relação à ativação da musculatura é sugerida por Carrol; Riek; Carson (2002), que afirmam que quando ocorre a hipertrofia da fibra muscular, pode ocorrer a diminuição da ativação muscular necessária para a produção de um determinado nível de força. Sendo assim, a hipertrofia pode reduzir o recrutamento de unidades motoras (UM) (CARROL; RIEK; CARSON, 2002).

Kyrolainen et al. (2005) apud Ribeiro (2007) encontraram em seu estudo uma relação entre aumento de força e EMG (sinal eletromiográfico) na contração isométrica máxima de 15 s, porém após o treinamento de potência não ocorreu alteração do sinal eletromiográfico no SV. Ou seja, segundo a autora, existe uma relação entre força e EMG, mas o aumento de potência não causa um aumento de EMG. Linnamo et al. (2000) verificaram que o treinamento de potência aplicado de forma aguda produz um aumento do sinal eletromiográfico dos músculos agonistas do movimento, enquanto treino de força gera uma tendência a diminuição deste sinal.

Ainda neste viés, McArdle, Katch e Katch, (2011), afirmam que o treinamento concomitante de força e capacidade aeróbica reduz a magnitude do aprimoramento da força, e conseqüentemente da ativação muscular, o que pode explicar os resultados encontrados nos atletas da modalidade natação.

A repetição de um movimento simples como o salto vertical, sendo ele realizado com alta ou baixa intensidade, parece não gerar estímulo suficiente para provocar um aumento da ativação muscular (PALUTZ; MILLIKEN; NUDO, 2007 apud RIBEIRO, 2007). Isto pode explicar a semelhança na ativação muscular entre as modalidades, mesmo a modalidade atletismo se sobressaindo no desempenho do SV. Platinov (2008, p. 322) sugere que “no período inicial da assimilação das habilidades complexas, os movimentos são controlados pelos sistemas corticais, que funcionam de forma praticamente independente em relação aos proprioceptores”. Quando a repetição dos movimentos se torna sistemática, estes se tornam mais precisos, exatos, fáceis e econômicos. Ou seja, aparentemente, como os atletas da modalidade atletismo já estão acostumados ao treinamento pliométrico (com saltos), e essa atividade já está sistematizada, a tarefa não é suficiente para gerar um aumento na ativação muscular dos mesmos.

O tipo de fibras musculares também pode ser um fator influenciador para os resultados obtidos neste estudo, porém, um dos fatores limitadores é a impossibilidade de detecção destas nos atletas estudados. Em atividades que exijam força e velocidade, ou seja, potência, é preconizado que o atleta possua uma maior quantidade de fibra do tipo II (rápidas) (TROUP, 1999; HALL, 2005). Segundo Johnson et al. (1973), nadadores possuem cerca de 26% de fibras rápidas (tipo II) e 74% de fibras lentas (tipo I), enquanto atletas de corridas de velocidade possuem 63% de fibras rápidas e 37% de fibras lentas. Isto pode ajudar a explicar o melhor desempenho dos velocistas do atletismo no teste de Salto Vertical, mesmo quando a ativação muscular se mostrou praticamente indiferente entre as modalidades.

CONCLUSÃO

Pode-se concluir com este estudo que, apesar de não haver diferenças significativas na ativação muscular entre as modalidades (exceto pelo músculo vasto lateral), os atletas velocistas apresentaram desempenhos significativamente melhores no teste de Salto Vertical (SJ), no que se refere a potência (pico de potência e altura do salto).

São necessários estudos mais aprofundados para concluir a causa destas similaridades e diferenças. As limitações deste estudo quanto ao instrumento utilizado (tapete de saltos) apontam para a necessidade de realização de novos estudos com outros instrumentos, para que, somente assim, possam ser realizadas comparações entre os valores coletados e valores encontrados em estudos presentes na literatura. Além disso, sugere-se que as metodologias de treinamento empregadas nas modalidades, que não eram o foco deste estudo, sejam estudadas, pois podem ser a explicação para os achados desta pesquisa. E por fim, sugere-se a realização de novos estudos com amostras maiores, utilizando outras metodologias na aplicação dos testes e buscando menores valores de desvio padrão nas variáveis.

Referências

- BARBETTA, Pedro A. Estatística aplicada às ciências sociais. 7. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2010.
- BARATTA, R.; SOLOMONOW, M.; ZHOU, B. H.; LETSON, D.; CHUINARD, R.; D'AMBROSIA, R.; Muscular coactivation: the role of the antagonist musculature in maintaining knee stability. **American Journal of Sports Medicine**. v. 16, n. 2, p. 113–122, mar, 1988.
- BARBOSA, C. A. G; MONTEIRO, H. L.; GARCIA JR., J. R.; Da SILVA, J. O.; SEMEGHINI, T. A. Aspecto anátomo-fisiológicos e cinesiológicos do Salto Vertical no Exercício e Esportes. **Revista Científica das Faculdades Adamantinense Integradas: OMINIA Saúde**. Adamantina, v.1, n. 2, p. 33-42, jan/jun, 2005.
- BASMAJIAN, J. V.; BLUMENSTEIN, R. **Colocação de Eletrodos em Biofeedback de Eletromiografia**. S. l.; S. d. Disponível em: <<http://www.geocities.ws/italis/Manual/Colocatrod.htm>>. Acesso em: maio de 2015.
- BOCALINI, D.S.; ANDRADE, R.M.P.; UEZU, P.T.; SANTOS, R.N.; NAKAMOTO, F.P. O treinamento pliométrico melhora o desempenho da saída de bloco de nadadores. **Revista Brasileira de Educação Física, Esporte, Lazer e Dança**, Santo André, v.2, n.1, p.1-8, mar, 2007.
- BORIN, S. H.; GUIRRO, R. R. J.; VANUCCI, M.; FALLEIROS, R.; PALAURO, V.; Análise da atividade eletromiográfica dos músculos extensores da perna de jogadoras de voleibol feminino. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**, v. 5, n. 1, p. 4-8, jan/dez, 2006.
- CARROL, T. J.; RIEK, S.; CARSON, R. G. The sites of neural adaptation induced by resistance training in

humans. *Journal of Physiology*. London. v. 5, n. 2, p. 641-652, out, 2002.

CARVALHO, Ana Carolina. **Estudo comparativo do salto vertical entre desportistas especializados em saltos e não desportistas, de ambos os gêneros**. 2008. 70 f. Monografia (Licenciatura em Desporto e Educação Física) – Universidade do Porto, Porto, 2008.

CBAT. **Provas oficiais**. 2015. Disponível em: <http://cbat.org.br/provas/provas_oficiais.asp> Acesso em: Maio de 2015.

CBDA. **Natação – Recordes**. 2015. Disponível em: <<http://www.cbda.org.br/cbda/natacao/recorde>>. Acesso em: Abril de 2015.

COSCARELLI, Marcelo V.; **Treinamento Pliométrico**, 2011. 10f. Monografia (Curso de Pós-graduação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2011.

COSTA, S. V.; OLIVEIRA, H. B.; DANTAS, P. M.; MEDEIROS, H. J; FILHO, J. F.; KNACKFUSS, M. I. Comparação antropométrica e da potência muscular de nadadores entre os estágios maturacionais. **Revista Motricidade**. Portugal, v. 2, n. 4, p. 243-250, fev, 2007.

DAL PUPO, Juliano. **Índices fisiológicos e neuromusculares relacionados à performance de velocistas em provas de 200 e 400 m rasos**. 2009. 119 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

DAL PUPO, J; DET NICO, D.; SANTOS, S. G. Parâmetros cinéticos determinantes do desempenho nos saltos verticais. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**. v. 14, n. 1, p. 41-51, 2012.

DET NICO, D.; HEIDORN, S. I.; SCHUTZ, G. R.; SANTOS, S. G. Aspectos cinemáticos e neuromusculares relacionados com o desempenho da saída do bloco na natação. **Revista Brasileira Educação Física e Esporte**. São Paulo, v.25, n.4, p.559-66, out./dez. 2011.

FERRÃO, Marta F. A. **Efeito do treinamento pliométrico na capacidade de salto vertical e horizontal em jovens púberes**. 2009. 124 f. Monografia (Licenciatura em Desporto e Educação Física) – Universidade do Porto, Porto, 2009.

GHELLER, R. G.; DAL PUPO, J.; LIMA, L. A. P.; MOURA, B. M.; SANTOS, S. G.; A influência da profundidade de agachamento no desempenho e em parâmetros biomecânicos do salto com contra movimento. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**. v. 16, n. 6, p. 658-668, 2014.

HALL, Susan J. **Biomecânica Básica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

_____. **Biomecânica básica**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

JOHNSON, Barry L.; NELSON, Jack K. **Practical Measurements for Evaluation in Physical Education**. 4. ed. Edina, MN: Burgess Publishing, 1986.

JOHNSON, M. A.; POLGAR, J.; WEIGHTMAN, D.; APPLETON, D. Data on the distribution of fibre types in thirty-six human muscles. An autopsy study. **Journal of the Neurological Sciences**. v. 18, n. 1, p. 111-129, jan., 1973.

KAMEN, Gary; GABRIEL, David A. **Fundamentos da Eletromiografia**. 1. ed. São Paulo: Phorte, 2015.

LINNAMO, V.; NEWTON, R. U.; HAKKINEN, K.; KOMI, P. V.; DAVIE, A.; MCGUIGAN, M.; TRIPLETT-MCBRIDE, T. Neuromuscular responses to explosive and heavy resistance loading. **Journal of Electromyography and Kinesiology**. Chicago, v. 10, n. 6, p. 417-424, dez., 2000.

LOMBARDI, G.; VIEIRA, N. S.; DETANICO, D. Efeito de dois tipos de treinamento de potência no desempenho do salto vertical em atletas de voleibol. **Brazilian Journal of Biomotricity**. v. 5, n. 4, p. 230-238, 2011.

McARDLE, William D., KATCH, Frank I., KATCH, Victor L. **Fisiologia do exercício: nutrição, energia e desempenho humano**. 7.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.

MAGLISCHO, Ernest W. **Nadando o mais rápido possível**. 3. ed. Barueri: Manole, 2010.

MARTINS, G. C., OLIVEIRA, H. F. R., CAMARGO, L. B., VIEIRA, F. S. F., NODA, D. K. G., NOVELLI, C., CASAGRANDE, R. M., JUNIOR, G. D. V. Análise biomecânica do salto vertical: estudo comparativo entre crianças esportistas e não esportistas. **Revista CPAQV – Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida**. v. 6, n. 1, 2014.

MAULDER, P. S.; BRADSHAW, E. J; KEOGH, J. Jump Kinetic Determinants of Sprint Acceleration Performance from Starting Blocks in Male Sprinters. **Journal of Sports Science & Medicine**. v.5, n.2, p. 359-366, Jun. 2006.

MORAES, Paulo A. C. **Atletismo: 100 metros rasos masculino, a prova e seus recordes**. 1997. 44 f. Monografia (Graduação em Educação Física) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

MORITANI, T. Neuromuscular adaptations during the acquisition of muscle strength, power and motor tasks. **Journal of Biomechanics**. New York, v. 26, n. 1, p. 95-107, 1993.

NASCIMENTO, M. B.; DUARTE, C. R.; SANTOS, A. R. B. Perfil de aptidão física de atletas de alto nível praticantes de atletismo. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. v. 3, n. 3, p. 26-34, jul., 1989.

PEREIRA, T.; NAVARRO, F. Relação entre impulsão vertical e performance em atletas de natação. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**. São Paulo, v.2, n.11, p.555-563. Set/Out. 2008.

PLATANOV, V. N. **Tratado geral de treinamento desportivo**. São Paulo: Phorte, 2008.

REBUTINI, Vanessa Z. **Efeitos do treinamento pliométrico na saída da natação**. 2012. 92 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

RIBEIRO, Leonardo L. L.; **Treinamento de força máxima e potência: adaptações neurais, coordenativas e desempenho no salto vertical**. 2007. 91 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

SANTOS, Saray G. (Org.) **Métodos e técnicas de pesquisa quantitativa aplicada à Educação Física**. Florianópolis: Tribo da Ilha, 2011.

SAYERS, S. P.; HARACKIEWICZ, D. V.; HARMAN, E. A. Cross-validation of three jump power equations. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, n. 31, v. 4, p. 572-577, 1999.

SILVA, Manoel F. P. D.; **Comparação morfométrica e biomecânica do músculo gastrocnêmio em relação à corrida de curta distância em indivíduos de raças negra e branca**. 2000. Dissertação (Pós-graduação em Ciência da Motricidade Humana) – Universidade Castelo Branco, Rio de Janeiro, 2000.

STEWART, Arthur; MARFELL-JONES, Michael; OLDS, Timothy; de RIDDER, Hans **International Standards for Anthropometric Assessment**. 1. ed. New Zeland: ISAK, 2011.

SZMUCHROWSKI, Leszek A. **Manual do usuário: jump test**. 1. ed. São Paulo: Phorte, 1991.

TORTORA, Gerard J.; DERRICKSON, Bryan. **Princípios de anatomia e fisiologia**. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012.

TRITSCHLER, Kathleen A. **Medida e Avaliação em Educação Física e Esportes de Barrow & McGee**. 5. ed. Barueri: Manole, 2003.

TROUP, John P. The Physiology and Biomechanics of competitive swimming. **Aquatic Sport Injuries and Rehabilitation**. n.2, v.18, p.267-285, 1999.

UGRINOWITSCH, C., TRICOLI, V., RODACKI, A. BATISTA, M., RICARD, M. D. Influence of training background on jumping height. **Journal of Strength Conditioning Research**. v. 21, n. 3, p.848–852, 2007.