



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Educação e Humanidades

Instituto de Educação Física e Desportos

Wagner Antonio Barbosa da Silva

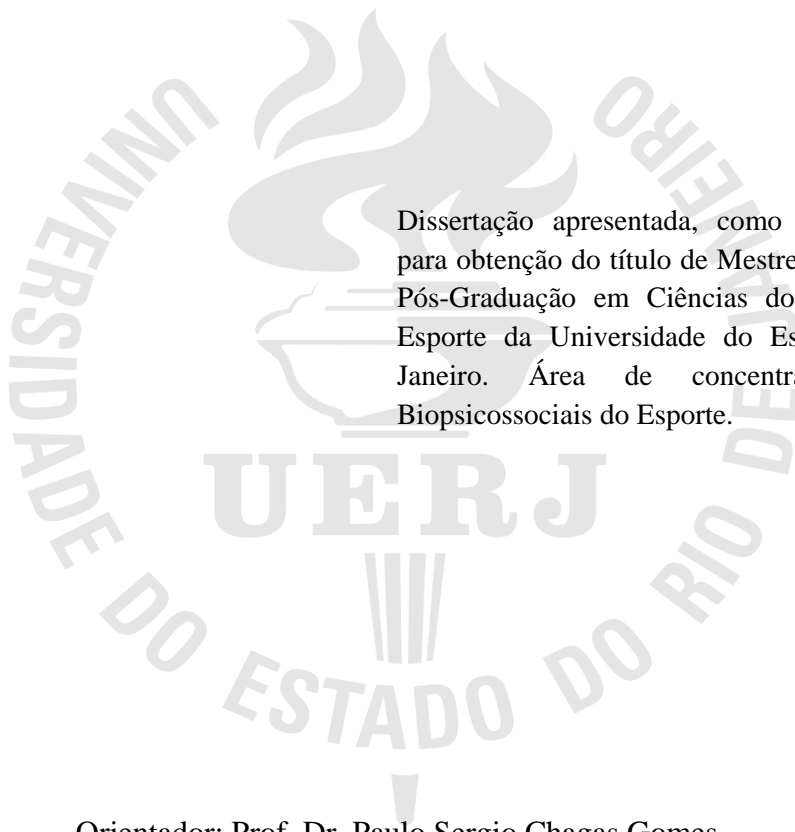
**Efeito agudo e crônico de uma atividade condicionante sobre o desempenho
da corrida de velocidade de jogadores de futebol profissional**

Rio de Janeiro

2015

Wagner Antonio Barbosa da Silva

**Efeito agudo e crônico de uma atividade condicionante sobre o desempenho da corrida
de velocidade de jogadores de futebol profissional**



Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Exercício e do Esporte da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Aspectos Biopsicossociais do Esporte.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Sergio Chagas Gomes

Rio de Janeiro

2015

CATALOGAÇÃO NA FONTE

UERJ/REDE SIRIUS/BIBLIOTECA CEH/B

S586 Silva, Wagner Antonio Barbosa da.
Efeito agudo e crônico de uma atividade condicionante sobre o desempenho da corrida de velocidade de jogadores de futebol profissional / Wagner Antonio Barbosa da Silva. – 2015.
61 f.: il.

Orientador: Paulo Sergio Chagas Gomes.
Dissertação (mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Educação Física e Desportos.

1. Futebol – Treinamento – Teses. 2. Jogadores de futebol – Teses. 3. Jogadores de futebol – Treinamento – Teses. 4. Aptidão física do atleta – Teses. I. Gomes, Paulo Sergio Chagas. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Educação Física e Desportos. III. Título.

CDU 796.015.53

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Wagner Antonio Barbosa da Silva

Efeito agudo e crônico de uma atividade condicionante sobre o desempenho da corrida de velocidade de jogadores de futebol profissional

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Exercício e do Esporte da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Aspectos Biopsicossociais do Esporte.

Aprovada em 24 agosto de 2015.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Paulo Sergio Chagas Gomes (Orientador)
Instituto de Educação Física e Desportos - UERJ

Prof^a. Dra. Cristiane Matsuura
Departamento de Farmacologia e Psicobiologia – UERJ

Prof. Dr. Igor Alexandre Fernandes
Universidade Federal Fluminense

Rio de Janeiro

2015

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha mãe Maria do Carmo, que com muita luta permitiu que eu chegasse até aqui. Obrigado pelo carinho e paciência com que me apoiou durante esta trajetória tão difícil, mas gratificante. Agradeço a Deus por propiciar a realização deste sonho e ter colocado você em minha vida. Obrigado, te amo.

A minha noiva Luciana Liz Thomaz Bento. Agradeço por todos os momentos em que você esteve ao meu lado. Pela paciência com que passou este período difícil sempre me apoiando, me dando força e ânimo nos momentos de desânimo.

Aos meus amigos de trabalho Rogério Pina e Daniel Dias, pela paciência de me ouvir falar em potencialização pós-ativação por todo este tempo.

Dedico este trabalho a todos que me apoiaram de alguma forma, e a Deus, criador de todas as coisas, por ter me concedido o sopro de vida e força para que
pudesse concluir esta obra.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Paulo Sérgio Chagas Gomes, pelos ensinamentos de excelência e pela paciência com que soube administrar períodos difíceis durante esta jornada.

A professora Cristiane Matsuura, que participou deste projeto corrigindo e acrescentando de forma significativa na construção desta obra, obrigado.

Ao professor Igor Alexandre Fernandez, pela amizade e companheirismo durante todo o período em que trabalhamos juntos no laboratório. Os puxões de orelha que fizeram com que eu crescesse academicamente, e o carinho e dedicação com que se dispôs a me ajudar com o meu trabalho final da especialização, mesmo sendo a primeira vez em que havia me visto. Obrigado amigo, este trabalho tem uma enorme contribuição sua.

Aos atletas do Nova Iguaçu F.C, que com determinação realizaram todo o período de treinamento, se dispuseram em estar no clube em um horário diferente para realização dos testes.

Ao amigo Thiago Matta, que se deslocava de Copacabana até Nova Iguaçu para coletar os dados de arquitetura muscular sem ao menos querer receber o dinheiro de combustível. Não tenho palavras para agradecer tal gesto, sem você não sei se este trabalho seria realizado.

Aos amigos do laboratório Crossbridges, que contribuíram criticamente durante o período de confecção deste trabalho.

Ao amigo Carlos Felipe Jaccoud, pelo projeto e construção do software e da barreira fotoelétrica que deram condição para que este trabalho fosse desenvolvido. Obrigado por me receber tão bem em seu escritório durante todo o período de construção do equipamento.

RESUMO

SILVA, Wagner Antonio Barbosa da. *Efeito agudo e crônico de uma atividade condicionante sobre o desempenho da corrida de velocidade de jogadores de futebol profissional*. 2015. 61 f. Dissertação (Mestrado em Aspectos Biopsicossociais do Esporte) – Instituto de Educação Física e Desportos, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

OBJETIVO: Observar os efeitos agudos (Estudo 1) e crônicos (Estudo 2) da realização de uma atividade condicionante sobre o desempenho de trinta metros de corrida de velocidade e sobre os componentes da arquitetura muscular de jogadores de futebol profissional. **MÉTODOS:** Dezoito jogadores de futebol profissional (21 ± 1 anos) foram randomizados nas condições Controle (CON) e Experimental (EXP). As duas primeiras visitas foram destinadas à familiarização dos atletas com os procedimentos experimentais e à determinação da confiabilidade interdias e do erro técnico das medidas das variáveis: (1) tempo de corrida de velocidade (T30); (2) carga de estímulo/treinamento (para 3RM); (3) medidas de arquitetura muscular pela ultrassonografia (US): ângulo de penação (AP), espessura muscular (EM), comprimento do fascículo (CF) e determinação da medida de base ([MB] medida realizada para comparar com as condições CON e EXP). Na terceira e quarta visitas, os atletas eram submetidos aleatoriamente aos procedimentos experimentais e controle. Na condição EXP, eram realizadas três repetições máximas (3RM) de agachamento no *smith machine* (atividade condicionante - AC) e num período entre cinco e seis minutos após eram realizadas imagens de US para análise da arquitetura muscular. Após nove minutos da realização da AC os atletas eram submetidos a três estímulos de T30. Os mesmos procedimentos foram feitos na condição CON, porém sem o estímulo da AC (**Estudo 1 - agudo**). Na quarta visita, os sujeitos eram alocados aleatoriamente em dois grupos (CON e EXP), onde foi iniciado o período de quatro semanas de treinamento (**Estudo 2 – crônico**). O EXP realizou 3RMs no agachamento e após nove minutos eram feitos três estímulos de T30. O CON realizava apenas o T30. Os atletas realizaram o treinamento duas vezes por semana, totalizando oito sessões de treinamento. Ao final do treinamento, na visita onze, os atletas foram submetidos aos mesmos procedimentos do início do estudo. **RESULTADO:** **Estudo 1-** A ANOVA simples com medidas repetidas mostrou uma redução significativa de 6,6 e 6,7% no T30 quando comparada a condição EXP ($3,67 \pm 0,17s$) vs. CON ($3,94 \pm 0,18s$) $P < 0,002$ e EXP ($3,67 \pm 0,17s$) vs. MB ($3,94 \pm 0,18s$) $P < 0,001$, respectivamente, apresentando um tamanho do efeito (TE) de 1,5. Além disso, houve aumento significativo no comprimento do fascículo (16,6%, $P < 0,05$ [$87,42 \pm 14,42mm$ CON vs. $100,29 \pm 11,56mm$ EXP]). **Estudo 2:** ANOVA 2 x 2 com medidas repetidas mostrou interação grupo x teste, indicando que após quatro semanas de treinamento houve uma redução significativa no tempo de corrida para 15 metros (2,1%, $P < 0,001$ [$1,96 \pm 0,09s$ pré vs. $1,92 \pm 0,08s$ pós] TE=0,5), e 30 metros (3,2%, $P < 0,001$ [$3,92 \pm 0,20s$ pré vs. $3,79 \pm 0,18s$ pós] TE=0,6) e um aumento significativo (14,2%, $P < 0,001$ [$90,49 \pm 12,04mm$ pré vs. $102,46 \pm 13,11mm$ pós]) no comprimento do fascículo. **CONCLUSÃO:** A AC promoveu melhora nos tempos de corrida tanto no componente agudo do estudo, como em resposta às quatro semanas de treinamento. Da mesma forma, foram observados aumentos apenas no comprimento do fascículo, agudamente após a AC e ao final do treinamento (crônico).

Palavras chave: Treinamento complexo. Potencialização pós-ativação.

ABSTRACT

SILVA, Wagner Antonio Barbosa da. Acute and chronic effect of a conditioner activity on performance of the speed race of professional soccer players. 2015. 61 f. Dissertação (Mestrado em Aspectos Biopsicossociais do Esporte) – Instituto de Educação Física e Desportos, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

OBJECTIVES: Observe the acute (study 1) and chronic effects (study 2) of performing a conditioner activity on performance of thirty meters speed race and muscular architecture component of professional soccer players. **METHODS:** Eighteen professional soccer players (21 ± 1 years) were randomized in groups of Controls (CON) and Experimental (EXP). The first visits were assigned to familiarize the athletes with experimental procedures and determination of confiability between the days and technical error of variability measures : (1) time of speed race (T30) ; (2) charge of stimulus/training (for 3RM) ; (3) measures of muscular architecture by ultrasonography (US); penance angle (PA); muscular thickness (MT), fascicle length (FL) and determination of basis measures ([BM] measure made for compared with groups CON and EXP). In third and fourth visits, the athletes were submitted randomly to experimental procedures and control. In the group EXP, was performed three maximum repetitions (3MR) of squat in smith machine (conditioner activity – CA) and on period between five and six minutes after US images to analyze of muscular architecture. After nine minutes of conditioner activity realization, the athletes were submitted three stimulus in T30. The same procedures were made in the group CON, but without stimulation of CA (Study 1 – acute). In third visit, the players were allocated randomly in two groups (CON e EXP), where was started the period of four weeks of training (Study 2 – chronic). O EXP performed 3 MRs in squat and after nine minutes were made three stimulus in T30. O CON performed only T30. The athletes performed the training two times a week, totalizing eight sessions of training. At end of training, on eleventh visit, the athletes were submitted to same procedures of beginning of the study. **RESULTS: Study 1** – The simple ANOVA with repeat measures indicated significant decrease of 6,6 and 6,7% in T30 when compared a condition EXP ($3,67 \pm 0,17s$) vs. CON ($3,94 \pm 0,18s$) $P < 0,002$ and EXP ($3,67 \pm 0,17s$) vs. MB ($3,94 \pm 0,18s$) $P < 0,001$, respectively, presenting an effect size (ES) of 1,5. Furthermore, there was a significant increase in fascicle length (16,6%, $P < 0,05$ [$87,42 \pm 14,42mm$ CON vs. $100,29 \pm 11,56mm$ EXP]). **Study 2** – ANOVA 2x2 with repeat measures indicated interaction with group and test, after four weeks of training there was a significant decrease in race time to 15 meters (2,1%, $P < 0,001$ [$1,96 \pm 0,09s$ pre vs. $1,92 \pm 0,08s$ post] ES= 0,5), and 30 meters (3,2%, $P < 0,001$ [$3,92 \pm 0,20s$ pre vs. $3,79 \pm 0,18s$ post] ES=0,6) and significant increased (14,2%, $P < 0,001$ [$90,49 \pm 12,04mm$ pre vs. $102,46 \pm 13,11mm$ post]) in fascicle length. **CONCLUSIONS:** The CA promoted improvement in race times as well as the acute component of the study and in response to four weeks of training. Likewise, increases were observed only in fascicle length, acutely after CA and at the end of training (chronic)

Keywords: Complex training. Post-activation potentiation.

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO GERAL	8
1	ESTUDO 1 – EFEITO AGUDO DE UMA ATIVIDADE CONDICIONANTE SOBRE O DESEMPENHO DA CORRIDA DE VELOCIDADE DE JOGADORES DE FUTEBOL (ARTIGO CIENTÍFICO)	12
2	ESTUDO 2 – EFEITO CRÔNICO DE UMA ATIVIDADE CONDICIONANTE SOBRE O DESEMPENHO DA CORRIDA DE VELOCIDADE E NA ARQUITETURA MUSCULAR DE JOGADORES DE FUTEBOL PROFISSIONAL (ARTIGO CIENTÍFICO)	27
	CONCLUSÃO FINAL	41
	ANEXO A– Termo de consentimento livre e esclarecido (Estudo agudo e crônico).....	43
	ANEXO B– Dados brutos - Estudo 1- Confiabilidade da medida da corrida de velocidade (Sprint/T30)	49
	ANEXO C – Dados brutos – Estudo1- Confiabilidade da medida de arquitetura muscular	51
	ANEXO D – Dados brutos - Estudo 2- Confiabilidade da medida da corrida de velocidade (Sprint/T30)	52
	ANEXO E – Dados brutos - Estudo 2- Confiabilidade da medida de arquitetura muscular	53
	ANEXO F – Efeito agudo de uma atividade condicionante sobre o desempenho da corrida de velocidade de jogadores de futebol profissional	54
	ANEXO G – Efeito crônico de uma atividade condicionante sobre o desempenho da corrida de velocidade e na arquitetura muscular de jogadores de futebol profissional	58

INTRODUÇÃO GERAL

A corrida de velocidade (*sprint*) pode ser definida como uma atividade de alta intensidade e curta duração, sendo componente importante do desempenho de diversas modalidades esportivas como o atletismo, rugby, futebol, dentre outras. Neste sentido, muitas pesquisas vêm sendo conduzidas com o intuito de entender as propriedades desta atividade⁽¹⁻³⁾. Vários fatores podem estar ligados a uma possível realização mais eficiente do desempenho da corrida de velocidade. Haja vista que aspectos neurais, adaptações enzimáticas e modificações estruturais podem estar diretamente ligadas ao sucesso de tal tarefa^(4,5).

Com intuito de desenvolver tais fatores, alguns pesquisadores vêm sugerindo a utilização de uma estratégia conhecida como treinamento complexo⁽⁶⁾, comumente caracterizado pela realização de uma atividade condicionante (AC) de força que seja semelhante à atividade principal e subsequente, normalmente de característica explosiva. Especula-se que tal estratégia possa aumentar o desempenho contrátil do músculo esquelético, sendo este fenômeno conhecido como potencialização pós-ativação (PPA)⁽⁷⁾. Tal fenômeno, no entanto, é dependente da manipulação de algumas variáveis como o número de séries, repetições^(8,9) e o tempo de recuperação^(10,11), para que seus efeitos possam ser utilizados em sua plenitude.

As manifestações da PPA vêm sendo estudadas com a intenção de elucidar seus efeitos sobre as mais variadas expressões da força/potência, como exercícios de salto, em isocinéticos e com arremesso⁽¹²⁻¹⁶⁾. Neste sentido, investigações foram conduzidos com o intuito de verificar as influências agudas e crônicas que a realização de uma AC possa ter sobre a corrida⁽¹⁷⁻²⁶⁾. No entanto, apesar de alguns estudos terem encontrado melhoras significativas⁽¹⁷⁻²²⁾, estas evidências apresentam limitações com relação à qualidade dos dados. Neste sentido, a pequena amplitude percentual de redução no tempo de corrida e a ausência de informação inerente à confiabilidade e o erro da medida, deixam dúvidas se tais modificações são efeitos reais do tratamento.

De forma geral, alguns mecanismos fisiológicos alternativos como a fosforilação da cadeia leve regulatória de miosina^(27,28) e as modificações nos componentes da arquitetura muscular⁽²⁹⁾, mais especificamente a diminuição do ângulo de penação (AP), têm sido sugeridos como responsáveis por um possível efeito agudo residual de uma AC sobre o *sprint*. Tais mecanismos estariam ligados ao fenômeno da PPA e parecem ter a sua manifestação

mais latente num período de 8-12 minutos entre a AC e a atividade principal. Entretanto, não há evidência experimental de quais mecanismos são responsáveis pela possível redução do tempo de corrida induzida pela realização de uma AC como estratégia de treinamento ao longo do tempo. Contudo, pode-se especular que modificações no comprimento do fascículo podem influenciar de alguma forma⁽³⁰⁾.

Corroborando estas informações, Blazeovich et al.⁽³⁰⁾ encontraram aumento significativo do comprimento do fascículo após cinco semanas de treinamento contrarresistência. Além disso, o estudo apresentou uma redução de 4,1% no tempo da corrida. Tais achados foram confirmados por Kumagai et al.⁽³¹⁾ que verificaram que atletas com um maior comprimento do fascículo são mais velozes, indicando assim que possíveis alterações neste componente da arquitetura muscular, podem ocasionar melhora no desempenho. O aumento no comprimento do fascículo está ligado ao aumento na quantidade de sarcômeros em série, que por sua vez poderia estar associado a modificações importantes nas relações força-comprimento e força-velocidade⁽³²⁾.

Embora as evidências provenientes de estudos agudos e crônicos apontem que a realização de uma AC é capaz de ocasionar reduções significativas no tempo de corrida, as características ideais destes protocolos de estímulos ainda não estão bem estabelecidos na literatura. Tornam-se necessárias mais investigações que indiquem qual seria a forma ideal de manipulação das variáveis associadas à AC, como número de séries, repetições e tempo de recuperação entre a AC e a atividade principal. Além do mais, os mecanismos relacionados às manifestações da PPA não foram testados em nenhum dos estudos que investigaram os efeitos de uma AC sobre o desempenho do *sprint*.

Neste sentido, fica evidente a necessidade de estudos randomizados e controlados que venham contribuir com novas evidências que colaborem com a compreensão do fenômeno em tela.

A presente dissertação foi elaborada a partir de dois estudos com características experimentais, desenvolvidos para determinar os efeitos das intervenções agudas e crônicas – estímulos de AC – sobre o desempenho do *sprint* e dos componentes da arquitetura muscular.

Sendo assim, o corpo da dissertação compreendeu dois estudos:

(I) “Efeito agudo de uma atividade condicionante sobre o desempenho da corrida de velocidade e a arquitetura muscular de jogadores de futebol profissional” cujo objetivo foi investigar os efeitos da realização de uma atividade de alta intensidade conhecida como AC sobre o desempenho da corrida e dos componentes da arquitetura muscular.

(II) “Efeito Crônico de uma atividade condicionante sobre o desempenho da corrida de velocidade e a arquitetura muscular de jogadores de futebol profissional” cujo objetivo foi investigar os efeitos de quatro semanas de uma AC sobre o desempenho da corrida e dos componentes da arquitetura muscular.

REFERÊNCIAS

1. Cronin J, Green JP, Levin GT, Brughelli ME, Frost DM. Effect of starting stance on initial sprint performance. *J Strength Cond Res* 2007;21:990-992.
2. Slawinski J, Bonnefoy A, Levêque J-M, Ontanon G, Riquet A, Dumas R, Chèze L. Kinematic and Kinetic Comparisons of elite and well-trained sprints during sprint start. *J Strength Cond Res* 2010;24:896-905.
3. Novachech TF. Biomechanics of running. *Gait and Posture* 1998;7:77-95.
4. Jacobs I, Esbjörnsson M, Sylvén C, Holm I, Jansson E.. Sprint training effects on muscle myoglobin, enzymes, fibre types, and blood lactate. *Med Sci Sports Exerc* 1987;19:368-374.
5. Allemeier CA, Fry AC, Johnson P, Hikida RS, Hagerman FC, Staron RS. Effects of sprint cycle training on human skeletal muscle. *J Appl Physiol* 1994;77: 2385-2390.
6. Jensen RL, Ebben WP. Kinetic analysis of complex training rest interval effect on vertical jump performance. *J Strength Cond Res* 2003;17:345-349.
7. Sweeney HL, Stull JT. Alteration of cross-bridge kinetics by myosin light chain phosphorylation in rabbit skeletal muscle: implications for regulation of actin-myosin interaction. *Proc Natl Acad Sci U S A* 1990;87:414-418.
8. Baudry S DJ. Postactivation potentiation in a human muscle: effect on the rate of torque development of tetanic and voluntary isometric contractions. *J Appl Physiol* 2007;102:1394-1401.
9. Rixon KP LH, Bemben MG. Influence of type of muscle contraction, gender, and lifting experience on postactivation potentiation performance. *J Strength Cond Res* 2007;21:500-505.
10. Comyns TM, Harrison AJ, Hennessy LK, Jensen RL. The optimal complex training rest interval for athletes from anaerobic sports. *J Strength Cond Res* 2006;20:471-476.
11. Morana C, Perrey S. Time course of postactivation potentiation during intermittent submaximal fatiguing contractions in endurance- and power-trained athletes. *J Strength Cond Res* 2009;23:1456-1464.
12. de Villarreal S, Gonzalez-Badillo J, Izquierdo M. Optimal warm-up stimuli of muscle activation to enhance short and long-term acute jumping performance. *Eur J Appl Physiol* 2007;100:393-401.
13. Batista MA, Ugrinowitsch C, Roschel H, Lotufo R, Ricard MD, Tricoli VA. Intermittent exercise as a conditioning activity to induce postactivation potentiation. *J Strength Cond Res* 2007;21:837-40.
14. Behm DG, Button DC, Barbour G, Butt JC, Young WB. Conflicting effects of fatigue and potentiation on voluntary force. *J Strength Cond Res* 2004;18:365-72.
15. Chiu LZ, Fry AC, Weiss LW, Schilling BK, Brown LE, Smith SL. Postactivation potentiation response in athletic and recreationally trained individuals. *J Strength Cond Res* 2003;17:671-7.
16. French DN, Kraemer WJ, Cooke CB. Changes in dynamic exercise performance following a sequence of preconditioning isometric muscle actions. *J Strength Cond Res* 2003;17:678-85.

17. Alves JMVM, Rebelo AN, Abrantes C and Sampaio J. Short-term effects of complex and contrast training in soccer players' vertical jump, sprint, and agility. *J Strength Cond Res* 2010;24:936-994.
18. Bevan HR, Cunningham DJ, Tooley EP, Owen NJ, Cook CJ and Kiduff LP. Influence of postactivation potentiation on sprinting performance in professional rugby players. *J Strength Cond Res* 2010;24:701-705.
19. Chatzopoulos DE, Michailidis CJ, Giannakos AK, Alexiou KC, Patikas DA, Antonopoulos CB, Kotzamanidis CM. Postactivation potentiation effects after heavy resistance exercise on running speed. *J Strength Cond Res* 2007;21:1278-1281.
20. Kotzamanidis C, Chatzopoulos D, Michailidis C, Papaiakovou G, Patikas D. The effect of a combined high-intensity strength and speed training program on the running and jumping ability of soccer players. *J Strength Cond Res* 2005;19:369-375.
21. Linder EE, Prins JH, Murata NM, Derenne C, Morgan CF, Solomon JR. Effects of preload 4 repetition maximum on 100-m sprint times in collegiate women. *J Strength Cond Res* 2010;24:1184-1190.
22. McBride JM, Nimphius S, Erickson TM. The acute effects of heavy-load squats and loaded countermovement jumps on sprint performance. *J Strength Cond Res* 2005;19:893-897.
23. Guggenheimer JD, Dickin DC, Reyes GF, Dolny DG. The effects of specific preconditioning activities on acute sprint performance. *J Strength Cond Res* 2009;23:1135-1139.
24. Crewther BT, Kilduff LP, Cook CJ, Middleton MK, Bunce PJ, Yang GZ. The acute potentiating effects of back squats on athlete performance. *J Strength Cond Res* 2011;25:3319-3325.
25. Till KA, Cooke C. The effects of postactivation potentiation on sprint and jump performance of male academy soccer player. *J Strength Cond Res* 2009;23:1960-67.
26. Comyns TM, Harrison AJ, Hennessy LK. Effect of squatting on sprinting performance and repeated exposure to complex training in male rugby players. *J Strength Cond Res* 2010;24:610-8.
27. Szczesna D, Zhao J, Jones M, Zhi G, Stull J, Potter JD. Phosphorylation of the regulatory light chains of myosin affects Ca²⁺ sensitivity of skeletal muscle contraction. *J Appl Physiol* 2002;92:1661-1670.
28. Vandenboom R, Grange RW, Houston ME. Myosin phosphorylation enhances rate of force development in fast-twitch skeletal muscle. *Am J Physiol* 1995;268:C596-603.
29. Mahlfeld K, Franke J, Awiszus F. Postcontraction changes of muscle architecture in human quadriceps muscle. *Muscle Nerve* 2004;29:597-600.
30. Blazeovich AJ, Gill ND, Bronks R, Newton RU. Training-specific muscle architecture adaptation after 5-wk training in athletes. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35:2013-2022.
31. Kumagai K, Abe T, Brechue WF, Ryushi T, Takano S, Mizuno M. Sprint performance is related to muscle fascicle length in male 100-m sprinters. *J Appl Physiol* 2000;88: 811-816.
32. Lynn R, Morgan DL. Decline running produces more sarcomeres in rat vastus intermedius muscle fibers than does incline running. *J Appl Physiol* 1994;77: 1439-1444.

1 ESTUDO 1 - EFEITO AGUDO DE UMA ATIVIDADE CONDICIONANTE SOBRE O DESEMPENHO DA CORRIDA DE VELOCIDADE E A ARQUITETURA MUSCULAR DE JOGADORES DE FUTEBOL PROFISSIONAL

INTRODUÇÃO

Os efeitos agudos de uma atividade condicionante (AC) sobre o desempenho de tarefas motoras que envolvam força, potência muscular e/ou velocidade, têm ganhado muito interesse nos últimos anos^(1-9,34-39). Entende-se por AC uma atividade motora que envolva grupamentos musculares similares ao usado na atividade principal subsequentes, muitas vezes com características motoras muito semelhantes. Especula-se que tal estratégia, conhecida como potencialização pós-ativação (PPA), possa aumentar o desempenho contrátil do músculo esquelético e assim, agudamente, melhorar o desempenho da atividade principal. Recentemente, Gouvêa et al.⁽¹²⁾, a partir de uma revisão sistemática com metanálise, constataram que os efeitos da PPA podem ser afetados pela manipulação do intervalo entre a AC e a atividade principal, e que intervalos entre 8 e 12 min parecem proporcionar um melhor desempenho em atividades que envolvam salto.

Os efeitos da AC sobre corridas de velocidade ganharam interesse devido à importância que tal atividade representa em modalidades esportivas, tais como o futebol, basquetebol, rugby e atletismo, onde a velocidade para distâncias curtas é considerada um componente importante no desempenho da modalidade. Neste sentido, alguns estudos têm sido conduzidos a fim de encontrar um protocolo que possa diminuir agudamente o tempo de corrida logo após a realização de um exercício de força com efeito potencializador⁽¹⁻⁹⁾. Resultados conflitantes, no entanto, mostraram que enquanto alguns protocolos promoviam uma redução no tempo de corrida⁽¹⁻⁵⁾, outros não apresentam qualquer alteração^(6,8,9) ou até mesmo se mostraram prejudicial ao desempenho da atividade principal⁽⁷⁾.

Uma redução de 1% no tempo de 100 m de corrida foi observado por Linder et al.⁽³⁾, utilizando o agachamento como AC, realizado com 4 repetições máximas (RM), com intervalo de 9 minutos entre a AC e a corrida⁽³⁾. Este resultado foi semelhante ao obtido por McBride et al.⁽⁴⁾ que observaram uma pequena, mas significativa redução de 0,87% em 40 metros de corrida. No entanto, Bevan et al.⁽¹⁾ mostraram uma redução de 3,7% em 5 m e 2,2% em 10 m, realizando 1 série de 3 repetições no agachamento com 91% de 1 RM e intervalo de 8 min. Já Chatzopoulos et al.⁽²⁾, utilizando um protocolo de 10 repetições com carga de 90%

de 1RM no agachamento, observaram uma melhora de 2,6% em 10 metros e 1,8% em 30 m, após intervalo de 5 min entre a AC e a corrida.

Apesar de alguns estudos apresentarem redução percentual no tempo de corrida⁽¹⁻⁵⁾, existe uma carência de informação a respeito da precisão da medida que, quando disponível, envolve em sua maioria apenas valores de confiabilidade relativa, expressos através do coeficiente de correlação intraclasse (CCI). Segundo Atkinson e Nevill⁽¹⁰⁾, as variáveis que expressam valores de confiabilidade absoluta, tais como erro típico da medida (ETM) e os limites de concordância de Bland-Altman, são mais apropriados para determinar a precisão das medidas e, conseqüentemente, para interpretação de achados associados a ela. Isto significa que, considerando os resultados encontrados na literatura (0,87-3,7%), não é possível determinar se tais alterações percentuais no tempo de corrida são resultado do efeito induzido pela AC ou apenas do erro associado à medida desta variável. Uma metanálise conduzida recentemente pelo nosso grupo⁽¹²⁾ encontrou um tamanho do efeito médio (TE = 0,24) na altura do salto para intervalos de recuperação entre 8-12 min. Segundo Cohen⁽¹¹⁾, o TE indica a relevância clínica dos resultados encontrados.

Alguns mecanismos fisiológicos têm sido postulados para explicar a melhora do desempenho decorrente da AC. Entre estes, estão a fosforilação da cadeia leve regulatória de miosina⁽¹³⁻¹⁵⁾ e o aumento do recrutamento das fibras de grosso calibre⁽¹⁶⁾. Outros autores sugerem que modificações na arquitetura muscular (AM) podem explicar, em parte, as modificações no desempenho da força e potência após uma AC⁽¹⁷⁻¹⁹⁾. Entre as modificações descritas, está a diminuição do ângulo de penação (AP) logo após uma AC, proporcionando uma maior transmissão de força para o tendão⁽¹⁷⁾.

No entanto, em oposição ao estudo anterior, uma investigação⁽²⁰⁾ encontrou um aumento de 10, 5,8 e 4% no AP imediatamente, 5 e 10 min após protocolo no *leg press*, onde os voluntários realizavam o máximo de repetições possíveis (a carga de trabalho não foi informada). Resultados parecidos foram observados por Brancaccio et al.⁽²¹⁾, que encontraram um aumento de 12,5% no AP imediatamente após um teste de cicloergômetro progressivo até a exaustão. Contudo, existe uma grande discrepância entre os protocolos destes estudos, não permitindo fazer uma associação entre eles, já que a investigação conduzida por Mahlfeld et al.⁽¹⁷⁾ utilizou como AC estímulos de contração voluntária máxima de três segundos.

Além disso, levando em consideração os componentes da AM e a suas respectivas funções para um melhor desempenho, pode-se supor que o AP não é o único componente que poderia explicar uma possível alteração no desempenho. Assim, como ele, a espessura

muscular (EM) e o comprimento do fascículo (CF) são outros componentes que podem influenciar diretamente a produção de força/potência⁽²²⁻²⁴⁾. Neste sentido, o CF deve ser observado como um importante componente das propriedades contráteis do músculo esquelético, já que fibras mais longas apresentam uma maior velocidade de encurtamento^(25,26). Além disso, é sabido que alterações agudas no CF induzidas por exercícios excêntricos podem modificar a curva de comprimento/tensão^(18,19). Seguindo este raciocínio, tais modificações no CF poderiam facilitar a realização de atividades que possuam um componente excêntrico durante a sua realização, como a corrida de velocidade, que por ser uma atividade multiarticular apresenta para um mesmo músculo tanto a fase concêntrica quanto a fase excêntrica. No entanto, a ausência de informação inerente ao comportamento do CF após a realização de uma AC de alta intensidade deixa clara a necessidade de estudos que investiguem tais questões.

Diante das controvérsias sobre os efeitos agudos de uma AC sobre as mais variadas manifestações da força/potência como a corrida de velocidade e a ausência de informação inerentes aos mecanismos responsáveis pela melhora do desempenho, o objetivo principal desta investigação foi determinar o efeito agudo residual de uma AC de alta intensidade sobre o desempenho da corrida. Uma possível alteração nos componentes da AM também foi analisada com o intuito de responder se este mecanismo pode estar associado, pelo menos em parte, a uma possível melhora no desempenho.

MÉTODOS

Descrição da amostra

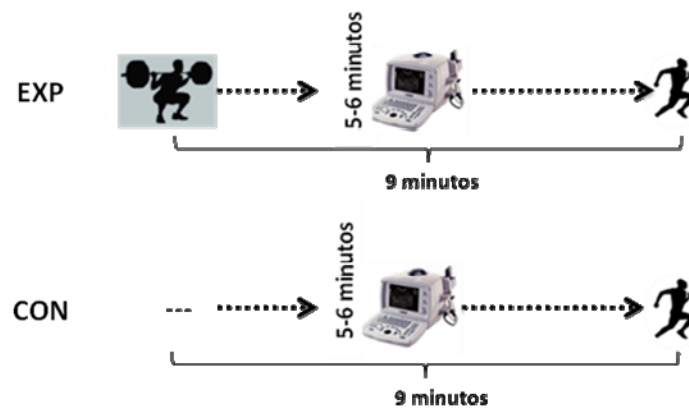
Dezoito jogadores profissionais de futebol (idade: $21 \pm 1,5$ anos; massa corporal: $69,7 \pm 7,24$ kg), foram voluntários do estudo, cujos procedimentos foram parte do programa de treinamento dos atletas com vistas ao campeonato regional. Antes de qualquer intervenção, os atletas assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido contendo todos os procedimentos que seriam conduzidos, inclusive os possíveis riscos associados ao estudo. Os critérios de inclusão do estudo foram: 1- ausência de lesão osteomioarticular por um período não inferior a seis meses; 2- ter idade entre 18 e 25 anos; 3- não estar fazendo uso de qualquer recurso ergogênico nutricional e/ou farmacológico e 4- estar realizando o exercício de agachamento por no mínimo seis meses.

Delineamento

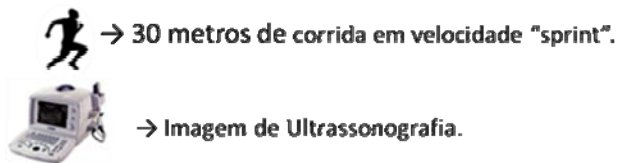
O estudo teve um total de quatro visitas, com o intervalo mínimo de dois e máximo de sete dias entre os testes. As duas visitas iniciais foram destinadas à familiarização dos voluntários com os procedimentos experimentais, coleta de dados para a determinação da confiabilidade das diversas variáveis dependentes usadas (i.e. medidas de arquitetura muscular, carga para três repetições máximas, tempo de corrida nos 30 metros). A medida de base (MB) (realizada para comparação com as condições experimental e controle do estudo) foi determinada nas duas visitas iniciais. A terceira e quarta visitas foram destinadas às condições experimental e controle do estudo.

Na primeira visita, os atletas foram informados de todos os procedimentos do estudo e solicitados a assinar um termo de consentimento de participação livre e esclarecido. Em seguida foram alocados de forma randômica em uma das duas condições, controle (CON) e experimental (EXP). Logo em seguida, alguns sítios anatômicos de referência no membro inferior direito foram identificados e marcados com tintura de henna, a fim de assegurar a precisa localização dos pontos onde seriam feitas as aquisições das imagens para as medidas de AM. O T30, as medidas de arquitetura muscular (AM) e a carga de 3 RM também foram determinados nesta visita. Na visita dois, todos os procedimentos da visita um eram repetidos, com o intuito de determinar a confiabilidade das medidas e o erro técnico da medida do T30, AM, 3RM, assim como determinar a MB.

Nas visitas três e quatro aconteceram as condições CON e EXP, determinadas aleatoriamente. Na EXP, os atletas realizaram uma série de 3 RM de agachamento no *smith machine*, em seguida permanecendo sentados sem realizar qualquer tipo de movimento durante cinco minutos, onde eram coletadas as imagens do vasto lateral da perna direita com um ultrassonógrafo. Após o período total de nove minutos de intervalo, foram realizados três estímulos de T30 com um minuto de recuperação entre eles, que foi o tempo necessário para que o atleta retornasse a posição inicial de partida. Na condição CON, nenhuma atividade física foi realizada, com os sujeitos submetidos apenas ao protocolo de aquisição de imagens pela ultrassonografia e em seguida ao T30 (Figura 1).



Legendas



5-6 minutos → Tempo entre o agachamento e a medida de ultrassonografia.

9 minutos → Tempo entre o agachamento e a corrida.

Figura 1- Delineamento experimental.

Teste de Corrida de 30 Metros

Os testes de corrida foram feitos utilizando um sistema de barreira fotoelétrica com sensores ativos de feixe simples (retardo de $\pm 10\text{ms}$) que utilizou um software para aquisição dos tempos para a distância de 30 m com leituras a cada 6 m (Proteksen 1.0, Proteksen, RJ, Brasil). Os atletas começavam a corrida 5 m atrás da linha inicial fazendo um início lançado. A linha de chegada foi marcada 5 m após os 30 m de corrida para evitar que os sujeitos entrassem na fase de desaceleração antes do final do percurso. Os atletas iniciavam a corrida quando estivessem prontos, sem a necessidade de comando por parte do avaliador. O disparo da primeira barreira dava-se no momento em que o atleta a cruzava. Todos os atletas eram estimulados de forma verbal a desempenhar a corrida na velocidade máxima e que iniciassem a fase de desaceleração somente após a linha final (Figura 2).

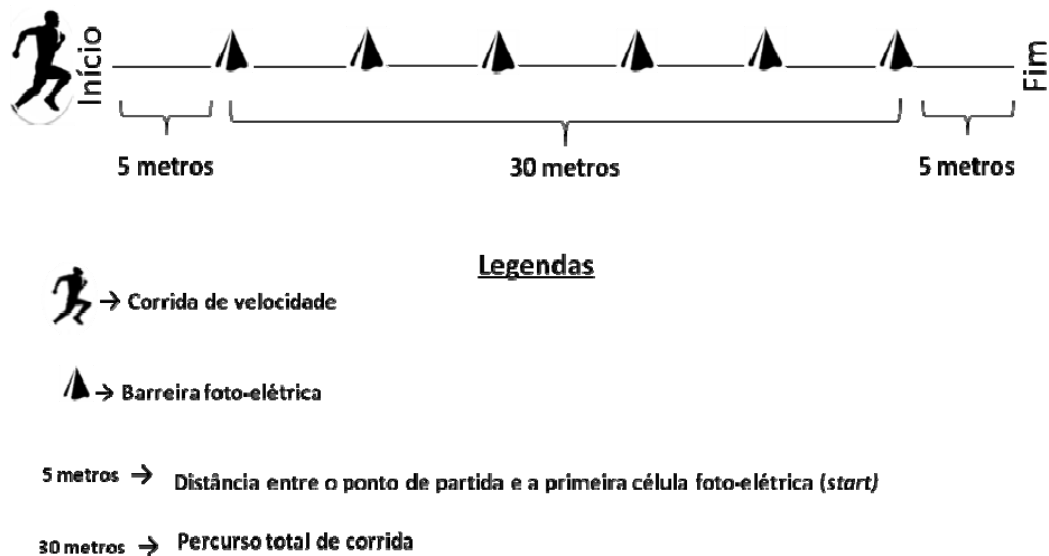


Figura 2- Procedimentos para coleta de dados do Teste de Corrida de 30 metros em velocidade.

Medida de Arquitetura Muscular

As aquisições das imagens para medição do AP, CF e EM do músculo vasto lateral (VL) foram feitas através de um ultrassonógrafo (GE Logiq, GE Healthcare, EUA), com transdutor linear de 40 mm e frequência de excitação de 10 MHz e 6 cm de profundidade da imagem.

A aquisição das imagens longitudinais iniciou-se na região anterior da coxa a 60% do comprimento entre o ponto tibial lateral da tíbia e o trocânter maior do fêmur. O atleta era posicionado em decúbito dorsal com o joelho direito apoiado sobre um aparato gerando uma leve flexão, fixando a perna e assegurando que não haveria rotação do quadril. A partir desse ponto o transdutor era deslocado distalmente por aproximadamente 15 cm para aquisição da imagem panorâmica do vasto lateral. As imagens foram adquiridas através do software específico (GE LogicViewTM, GE Healthcare, EUA). Para assegurar que o transdutor fosse deslocado sobre o vasto lateral, um trilho foi usado a 15 graus lateralmente entre a espinha ilíaca ântero-superior e o centro da patela (Figura 3B). Para o acoplamento acústico na superfície da pele foi usado gel (Ultrax-gel, Farmativa Indústria e Comércio Ltda., Brasil).

As imagens registradas pelo ultrassonógrafo foram posteriormente analisadas com software de domínio público (ImageJ, National Institute of Health, EUA versão 1.45s), afim de determinar os valores para cada componente da arquitetura muscular. A EM foi determinada entre as aponeuroses superficial e profunda do músculo. O AP foi determinado a partir do ângulo pela linha de ação de força gerada pelas fibras com a aponeurose profunda do

músculo. O CF foi determinado a partir de um fascículo visualizado em toda a sua extensão,

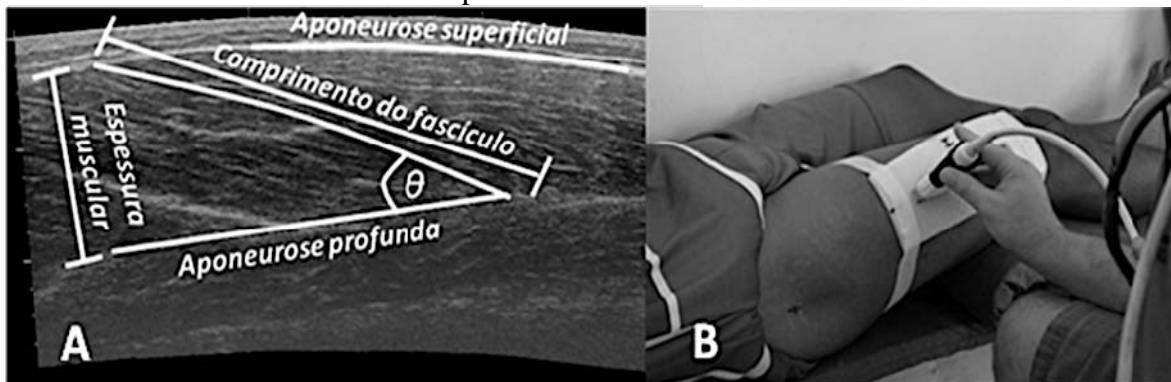


Figura 3. A- Imagem de ultrassonografia dos componentes da arquitetura muscular (comprimento do fascículo, ângulo de penação (AP) espessura muscular). B- Imagem do posicionamento do transdutor para a aquisição das imagens no músculo vasto lateral.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

A confiabilidade das medidas do T30, AM e 3RM foram determinadas através do coeficiente de correlação intraclassa (CCI), utilizando os valores das duas primeiras visitas. A confiabilidade absoluta e relativa foi determinada através do cálculo do erro típico da medida (ETM) como sugerido por Hopkins ⁽²⁷⁾, determinada pela razão entre desvio padrão das diferenças obtidas entre os pares de medidas e a raiz quadrada de dois ($ETM = DP + \sqrt{2}$).

A violação das hipóteses de normalidade foi testada através da aplicação do teste de Shapiro-Wilk. Quando a distribuição apresentava dados normais, a estatística inferencial paramétrica era aplicada. ANOVA simples com medidas repetidas foi utilizada para testar os efeitos da AC sobre as variáveis T30 e as medidas de AM. Uma ANOVA 3x5 (tempo [0-6, 6-12, 12-18, 18-24, 24-30 metros]) foi aplicada como análise adicional para verificar em que fase da corrida poderia ocorrer uma possível alteração no desempenho. O teste *post hoc* de Bonferroni foi conduzido quando algum efeito significativo era observado. Uma correlação de Pearson foi calculada para determinar o nível de associação entre as possíveis modificações nos componentes da AM e uma possível alteração nos tempos do T30. A significância estatística adotada foi $P < 0.05$ para todas as análises efetuadas. As análises foram realizadas utilizando pacote estatístico disponível comercialmente (IBM SPSS para Windows, Versão 17, IBM SPSS, IBM Inc., New York, EUA).

RESULTADOS

Confiabilidade da Medida

Os coeficientes de correlação intraclasse (CCI) e erro técnico da medida absoluto e relativo (ETM) dos teste e reteste antes do treinamento, para todas as variáveis dependentes, estão apresentados na Tabela 1.

INDICADORES			
Variáveis	CCI (R)*	ETM	ETM%
T30	0,998	0,09 s	2,2
AP	0,958	0,43°	2,48
EM	0,995	0,15 mm	0,55
CF	0,997	1,29 mm	1,48
3 RM	0,999	0,70 Kg	1,3

Tabela 1. Confiabilidade, determinada pelo coeficiente de correlação intraclasse (CCI), e o erro típico da medida (ETM), das variáveis tempo para Corrida Velocidade de 30 metros (T30), ângulo de penação (AP), espessura do músculo (EM), comprimento do fascículo (CF) e carga para três repetições máximas (3RM) * Significativo para $P < 0,001$.

Teste de Corrida de 30 Metros (T30)

A ANOVA simples com medidas repetidas encontrou uma diferença significativa entre as condições MB x EXP ($P < 0,001$) e CON x EXP ($P < 0,002$), revelando uma redução de 6,7 e 6,6% no tempo de corrida induzida pela AC, respectivamente (Gráfico 1).

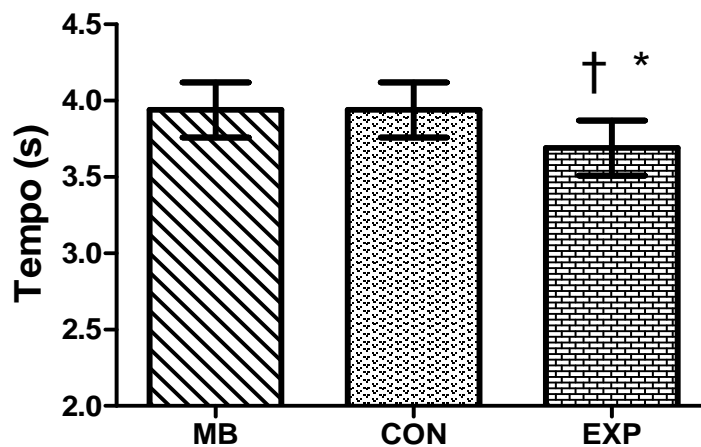


Gráfico 1. Tempo para a corrida de 30 metros (T30) nas três condições: medida de base (MB), condição controle (CON) e experimental (EXP)

†Diferença significativa entre MB e EXP ($P < 0,001$), *e entre as condições CON e EXP ($P < 0,002$).

TEMPO EM SEGUNDOS A CADA 6 METROS					
	0-6	6-12	12-18	18-24	24-30
MB	0,80±0,03	0,21±0,03	0,33±0,03	0,64±0,04	1,97±0,09
CON	0,80±0,03	0,20±0,04	0,33±0,03	0,64±0,04	1,97±0,09
EXP	0,79±0,04†*	0,20±0,01	0,33±0,02	0,64±0,04	1,72±0,12†*

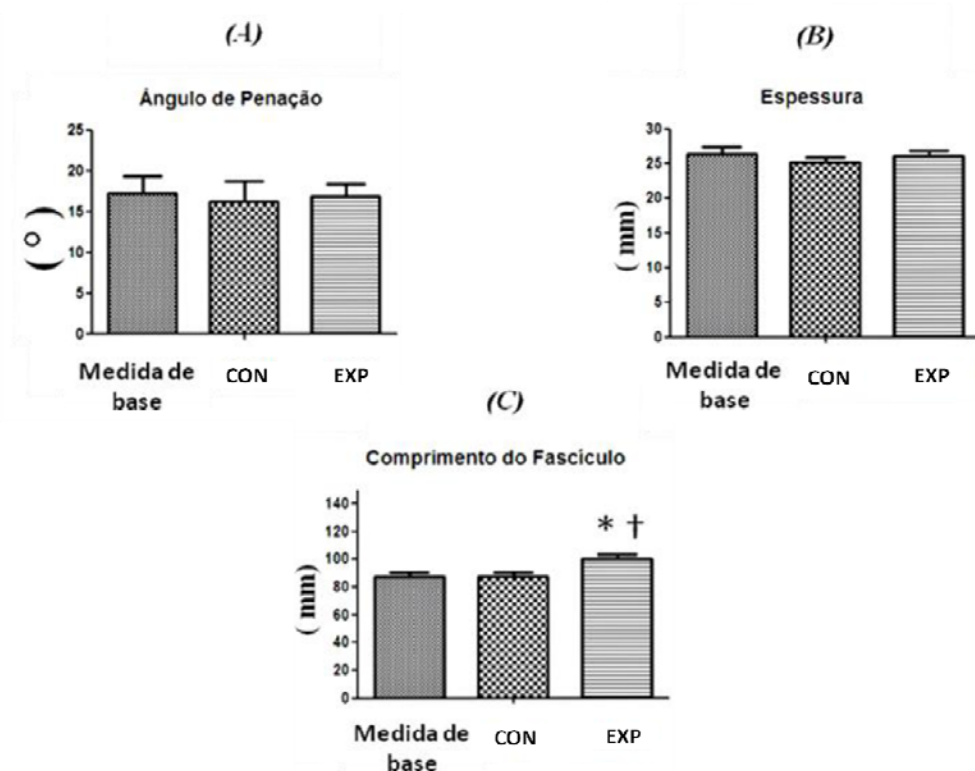
Tabela 2. Tempos para o Teste de Corrida de 30 Metros (T30) fracionados a cada seis metros nas condições Medida de Base (MB), Controle (CON) e Experimental (EXP).

† Diferença significativa entre as condições CON e EXP, * e entre MB e EXP.

A ANOVA 3X5 realizada como análise adicional, foi feita com o intuito de verificar qual fase do T30 foi mais influenciado pela AC. Neste sentido, foram usados os tempos parciais das cinco barreiras fotoelétricas dispostas a cada seis metros. Os resultados mostraram redução significativa do tempo nas barreiras 0-6 m ($P < 0,05$), e 24-30 m ($P < 0,001$) (Tabela 2).

Medidas de Arquitetura Muscular

Não foram encontradas diferenças significativas entre a MB e as condições CON e EXP para o AP e EM. No entanto, o CF apresentou um aumento significativo de 16,6 e 16,9 % entre a MB x EXP e CON x EXP respectivamente após a AC ($P < 0,05$) (Gráfico 2).



*Diferença significativa entre MB e EXP ($P < 0,05$);
 †Diferença significativa entre CON e EXP ($P < 0,05$)

Gráfico 2. Modificações agudas nos componentes da arquitetura muscular [(A) ângulo de penetração; (B) espessura muscular; (C) comprimento do fascículo] nas condições Medida de Base (MB), Controle (CON) e Experimental (EXP).

Relação Entre Comprimento do Fascículo e Teste de Velocidade de 30 Metros

Os coeficientes de correlação de Pearson mostraram uma baixa e não significativa associação para as modificações, tanto absolutas como relativas, entre CF e o T30 (Gráfico 3).

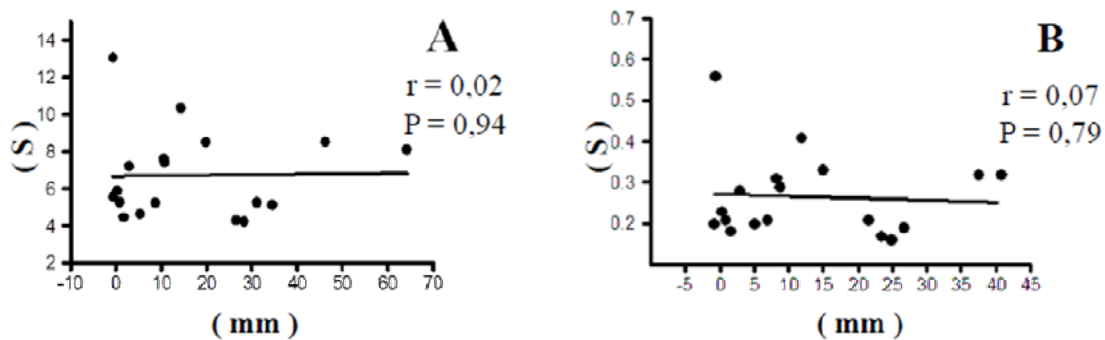


Gráfico 3. Coeficiente de correlação de Pearson para as modificações (A) percentuais e (B) absolutas, entre o tempo no teste de corrida de 30 metros (T30) e o comprimento do fascículo (CF).

DISCUSSÃO

Os altos CCIs observados para todas as variáveis indicam alta reprodutibilidade para o tempo de corrida quando o teste é realizado em dias diferentes, assim como para as medidas de AM e carga para 3RM. Da mesma forma, os ETMs absolutos e relativos apontam para valores bastante discretos tanto para o tempo da corrida de velocidade como para as medidas de AM e carga para 3RM. Estes resultados demonstram uma boa confiabilidade das medidas e baixos erros associados às técnicas utilizadas.

Os dados do presente estudo demonstram efeitos significativos induzidos pela AC aqui utilizada. Uma redução média significativa de 6,7 e 6,6% no tempo de corrida quando comparada a condição EXP foi comparada com as MB e CON respectivamente.

Os resultados encontrados no presente estudo sugerem que jogadores de futebol com experiência em treinamento contrarresistência, quando submetidos a uma AC como o agachamento no *smith machine*, com baixo volume e alta intensidade, podem obter uma redução aguda significativa no tempo de corrida. Até onde se sabe, alguns estudos com características semelhantes a este também encontraram reduções significativas no desempenho da corrida.⁽¹⁻⁵⁾. No entanto, nenhum destes estudos investigou os possíveis

mecanismos associados à melhora da variável dependente, com as explicações sendo mera especulação.

Comparado a estudos anteriores, as alterações percentuais encontradas aqui (6,7 e 6,6% [EXP vs MB e CON]) foram bem maiores do que os valores entre 0,87-3,7% reportados na literatura⁽¹⁻⁵⁾. Segundo Bevan *et al.*⁽¹⁾ rotinas com características semelhantes às adotadas na presente investigação foram capazes de promover uma redução significativa no tempo de corrida de jogadores de rugby (3,7 e 2,2% para 5 e 10 m, respectivamente). Já Chatzopoulos *et al.*⁽²⁾ observaram que rotinas com maiores volumes (1 X 10RM), podem gerar melhoras percentuais de magnitude semelhantes (2,6 e 1,8% para 10 e 30 m, respectivamente) àquelas induzidas por menores volumes. Além do mais, a presente investigação quando comparada com outras técnicas, como a vibração de corpo todo (VCT)⁽³⁹⁾ e o alongamento dinâmico⁽⁴⁰⁾, mostrou-se mais eficiente no que diz respeito à melhora do desempenho. Bullock *et al.*⁽³⁹⁾ não encontraram melhora utilizando uma rotina de VCT de 30 HZ e exposição de 3 séries de 60 segundos. Já Fletcher e Anness⁽⁴⁰⁾ encontraram redução de 2,5% no tempo de 30 m de corrida comparando rotinas de alongamento dinâmico com alongamento estático.

Intervalos ente AC e atividade principal entre 8-12 min parece ser o ideal para que as manifestações da PPA se tornem mais evidentes, podendo assim favorecer a melhora do desempenho⁽¹²⁾, pelo menos no que diz respeito ao salto.

O aumento significativo no comprimento do fascículo (16,92 e 16,64% [EXP vs MB e CON]) resultante da atividade condicionante utilizada pode estar entre as prováveis causas na melhora do desempenho na corrida de velocidade. O CF é um componente importante da arquitetura muscular, pois é sabido que fibras longas tendem a ter uma velocidade de encurtamento maior e sendo assim podem gerar uma grande produção de força/potência^(26 28,29). No entanto, os resultados da correlação de Pearson realizadas indicam não haver uma forte associação entre o CF e o tempo de corrida como mostra a Figura 6. Modificações estruturais no CF estão associadas a um aumento do número de sarcômeros em série, o que não foi o caso na presente investigação, já que este fenômeno é a resposta de uma rotina de treinamento a longo prazo e não uma modificação aguda.

Existe pouca informação a respeito do comportamento do CF após a realização de exercícios dinâmicos. No entanto, Csapo *et al.*⁽²⁰⁾ encontraram redução do CF imediatamente após um protocolo exaustivo no *leg press*. A explicação dos autores para esta alteração é que a redução do CF estaria associada ao aumento da complacência do tendão⁽³⁰⁾. Fukunaga *et al.*⁽³¹⁾ observaram que o fascículo do gastrocnêmio durante a fase de suporte da caminhada

permanecia em contração quase isométrica. Além do mais, o complexo músculo-tendão encontrava-se alongado. Já Griffiths⁽³²⁾ mostrou, em gatos, que o complexo músculo-tendão encontra-se alongado enquanto as fibras permanecem em um estado de encurtamento durante a fase excêntrica da caminhada. Resultados parecidos foram observados por Reeves e Naricci⁽³³⁾, que durante ações excêntricas também observaram que os fascículos do músculo tibial anterior permaneciam contraídos quase que isometricamente. Observando os resultados da presente investigação, que encontrou aumento do CF entre 5-6 min após a realização de uma AC, pode-se especular que o aumento do CF neste caso estaria ligado ao aumento da rigidez da unidade músculo-tendão.

Estas informações podem estar relacionadas aos achados de Wilson et al.⁽³⁴⁾, que afirmam que um maior desempenho de ações concêntricas e isométricas estaria associado a uma unidade músculo-tendinosa mais rígida. Neste sentido, pode se sugerir que o sistema músculo-tendinoso mais rígido poderia aumentar a velocidade de transmissão de força que é produzida pelos componentes contráteis para os componentes elásticos em séries e, subsequentemente para o sistema esquelético, facilitando assim a taxa inicial do desenvolvimento da força⁽³⁴⁾. Um possível aumento na transmissão de força pode estar associado ao aumento da rigidez ou ausência de complacência do tecido tendinoso. Este aumento da rigidez, por sua vez, poderia reduzir o retardo eletromecânico, reduzindo assim o espaço entre atividade elétrica e a resposta mecânica do músculo^(35,36).

Levando em consideração a importância da rápida produção de força/potência na fase de aceleração da curva de velocidade durante as ações que tenham característica de alta velocidade e curta duração, tais informações podem ser apoiadas pelos achados desta investigação, que encontrou redução do tempo de corrida nas barreiras 1 (0-6 m), ou seja, nas fase inicial da corrida ou fase de aceleração. Outra questão importante estaria associada à fase de velocidade constante da corrida de velocidade⁽³⁷⁾. Nesta fase, existe um estiramento do músculo, e neste sentido ocorre produção de trabalho negativo com parte da energia mecânica sendo absorvida na forma de energia potencial elástica de acordo com a rigidez dos componentes elásticos em série. Neste sentido, uma rápida transição para a fase de propulsão garante a utilização dessa energia em forma cinética, neste caso, ocasionando assim um aumento na produção da força e eficiência do movimento. Segundo Komi e Gollhofer⁽³⁸⁾, além do estoque e liberação de energia elástica, dentro da fase excêntrica, o estiramento ativo do músculo induzido por resistência externa também poderia induzir uma resposta reflexa para a mudança do comprimento da unidade músculo tendinosa, contribuindo para a produção

de força e rigidez. O que pode ser suportado com nossos achados, que demonstraram redução do tempo também na barreira 5 (24-30 m), onde a velocidade da corrida já estava estabilizada e constante.

É claro que outros possíveis mecanismos como a fosforilação da cadeia leve regulatória de miosina e o aumento do recrutamento das fibras de grosso calibre podem estar associados e contribuir no processo de redução do tempo de corrida quando uma AC é realizada. No entanto, parece que até o momento estes fenômenos ainda não foram satisfatoriamente esclarecidos.

CONCLUSÃO

Concluiu-se que atletas profissionais de futebol com mais de seis meses de experiência em treinamento contrarresistência realizando rotinas de atividade condicionante de alta intensidade (3RM) e baixo volume (1 série), tiveram o tempo de corrida reduzido, tanto na fase de aceleração (0-6 m) quanto na fase final (24-30 m) da corrida, proporcionando assim uma melhora no desempenho do tempo total de 30 m. As evidências disponíveis na literatura suportam, em sua grande maioria, os achados encontrados nesta investigação. Os resultados do presente estudo mostraram que o intervalo de nove minutos entre a atividade condicionante e a atividade principal foi adequado para promover melhoras no tempo. Além do mais, tais rotinas causaram modificação em um dos componentes da arquitetura muscular, neste caso, aumento do comprimento do fascículo.

É importante que novos estudos investiguem o comportamento de outros mecanismos reacionados a atividade condicionante, como a cadeia leve regulatória de miosina e as alterações no recrutamento das fibras de grosso calibre, para verificar a participação de tais mecanismos em uma possível melhora do desempenho.

REFERÊNCIAS

1. Bevan HR, Cunningham DJ, Tooley EP, Owen NJ, Cook CJ and Kiduff LP. Influence of postactivation potentiation on sprinting performance in professional rugby players. *J Strength Cond Res* 2010;24:701-5.
2. Chatzopoulos DE, Michailidis CJ, Giannakos AK, Alexiou KC, Patikas DA, Antonopoulos CB, Kotzamanidis CM. Postactivation potentiation effects after heavy resistance exercise on running speed. *J Strength Cond Res* 2007;21:1278-81.
3. Linder E E, Prins JH, Murata N M, Derenne C, Morgan CF and Solomon JR. Effects of preload 4 repetition maximum on 100-m sprint times in collegiate women. *J Strength Cond Res* 2010;24:1184-90.
4. McBride JM, Nimphius S and Erickson TM. The acute effects of heavy-load squats and loaded countermovement jumps on sprint performance. *J Strength Cond Res* 2005;19:893-7.

5. Okuno NM, Tricoli V, Silva SB, Bertuzzi R, Moreira A and Kiss MA. Postactivation Potentiation on Repeated Sprint Ability in Elite Handball Players. *J Strength Cond Res* 2012.
6. Till A and Cooke C. The effects of postactivation potentiation on sprint and jump performance of male academy soccer player. *J Strength Cond Res* 2009;23:1960-67.
7. Comyns TM, Harrison AJ and Hennessy LK. Effect of squatting on sprinting performance and repeated exposure to complex training in male rugby players. *J Strength Cond Res* 2010;24:610-8.
8. Crewther BT, Kilduff LP, Cook CJ, Middleton MK, Bunce PJ and Yang GZ. The acute potentiating effects of back squats on athlete performance. *J Strength Cond Res* 2011;25:3319-25.
9. Guggenheimer JD, Dickin DC, Reyes GF and Dolny DG. The effects of specific preconditioning activities on acute sprint performance. *J Strength Cond Res* 2009;23:1135-9.
10. Atkinson G, Nevill A. Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Med* 1998;24:217-38.
11. Cohen, J. A power primer. *Psychological Bulletin* 1992; 112(1),
12. Gouvêa AL, Fernandes IA, César EP, Silva WAB, Gomes PSC. The effects of rest intervals on jumping performance: a meta-analysis on postactivation potentiation studies. *J Sport Sci* 2012; DOI: 10.1080/022640414.2012.738924.
13. Sweeney HL, Stull JT. Alteration of cross-bridge kinetics by myosin light chain phosphorylation in rabbit skeletal muscle: implications for regulation of actin-myosin interaction. *Proc Natl Acad Sci U S A* 1990;87:414-8.
14. Sweeney HL, Yang Z, Zhi G, Stull JT, Trybus KM. Charge replacement near the phosphorylatable serine of the myosin regulatory light chain mimics aspects of phosphorylation. *Proc Natl Acad Sci U S A* 1994;91:1490-4.
15. Zhi G, Ryder JW, Huang J, et al. Myosin light chain kinase and myosin phosphorylation effect frequency-dependent potentiation of skeletal muscle contraction. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2005;102:17519-24.
16. Young W, Jenner A, Griffiths K. Acute Enhancement of Power Performance From Heavy Load Squats. *J Strength Cond Res* 1998;12: 82-84.
17. Mahlfeld K, Franke J, Awiszus F. Postcontraction changes of muscle architecture in human quadriceps muscle. *Muscle Nerve* 2004;29:597-600.
18. Brockett CL, Morgan DL, Proske U. Human hamstring muscles adapt to eccentric exercise by changing optimum length. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33:783-790.
19. Jones C, Allen T, Talbot J, Morgan DL, Proske U. Changes in the mechanical properties of human and amphibian muscle after eccentric exercise. *European Journal of Applied Physiology* 1997; 76:21-31.
20. Csapo R, Alegre LM and Baron R. Time kinetics of acute changes in muscle architecture in response to resistance exercise. *J Sci Med Sport* 2011;14:270-4.
21. Brancaccio P, Limongelli FM, D'Aponte A, Narici M and Maffulli N. Changes in skeletal muscle architecture following a cycloergometer test to exhaustion in athletes. *J Sci Med Sport* 2008;11:538-541.
22. Abe T, Brechue WF, Fujita S and Brown JB. Gender differences in FFM accumulation and architectural characteristics of muscle. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:1066-70.
23. Maganaris CN, Baltzopoulos V, Sargeant AJ. In vivo measurements of the triceps surae complex architecture in man: implications for muscle function. *J Physiol* 1998;512 (Pt 2):603-14.
24. Narici MV, Binzoni T, Hiltbrand E, Fasel J, Terrier F, Cerretelli P. In vivo human gastrocnemius architecture with changing joint angle at rest and during graded isometric contraction. *J Physiol* 1996;496 (Pt 1):287-97.

25. Burkholder TJ, Fingado B, Baron S, Lieber RL. Relationship between muscle fibre types and sizes and muscle architecture properties in the mouse hindlimb. *J Morphol* 1994;221: 177–190.
26. Hoy MG, Zajac FE, Gordon ME. A musculoskeletal model of the human lower extremity: the effect of muscle, tendon, and moment arm on the moment-angle relationship of musculotendon actuators at the hip, knee, and ankle. *J Biomech* 1990;23: 157–169.
27. Hopkins WG. Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Med* 2000;30:1-15.
28. Maganaris CN, Baltzopoulos V, Sargeant AJ. Relationship between muscle fiber types and sizes and muscle architectural properties in the mouse hindlimb. *J Morphol* 1994;221:177-90.
29. Wickiewicz TL, Roy RR, Powell PC, Perrine JJ and Edgerton VR. Muscle Architecture and force-velocity relationships in humans. *J Appl Physiol* 1984;57:435-43.
30. Fukunaga T, Kawakami Y, Kubo K, et al. Muscle and tendon interaction during human movements. *Exerc Sport Sci Rev* 2002;30:106–10.
31. Fukunaga T, Kubo K, Kawakami Y, Fukashiro S, Kanehisa H, and Maganaris CN. In vivo behaviour of human muscle tendon during walking. *Proc R Soc Lond B Biol Sci* 200; 268: 229–233.
32. Griffiths RI. Shortening of muscle fibres during stretch of the active cat medial gastrocnemius muscle: the role of tendon compliance. *J Physiol* 1991;436: 219–236.
33. Reeves ND and Naricci MV. Behavior of human muscle fascicles during shortening and lengthening contractions in vivo. *J Appl. Physiol* 2003;95: 1090-1096.
34. Wilson GJ, Murphy AJ, Pryor JF. Musculotendinous stiffness: its relationship to eccentric, isometric, and concentric performance. *J Appl Physiol* 1994;76:2714-9.
35. Muraoka T, Muramatsu T, Fukunaga T, Kanehisa H. Influence of tendon slack on electromechanical delay in the human medial gastrocnemius in vivo. *J Appl Physiol* 2004;96:540-4.
36. Wilson JM, Flanagan EP. The role of elastic energy in activities with high force and power requirements: a brief review. *J Strength Cond Res* 2008;22:1705-15.
37. Mero A, Komi PV, Gregor RJ. Biomechanics of sprint running. A review. *Sports Med* 1992;13:376-92.
38. Komi PV, Gollhofer A. Stretch reflexes can have an important role in force enhancement during SSC exercise. *J Appl Biomech* 1997;13: 451-60.
39. Bullock N, Martin DT, Ross A, Rosemond CD, Jordan MJ, Marino FE. Acute effect of whole-body vibration on sprint and jumping performance in elite skeleton athletes. *J Strength Cond Res* 2008;22:1371-1374.
40. Fletcher IM and Anness R. The effects of combined static and dynamic stretch protocols on fifty-meter sprint performance in track-and-field athletes. *J Strength Cond Res* 2007;21:784-787.

2 ESTUDO 2 - EFEITO CRÔNICO DE UMA ATIVIDADE CONDICIONANTE SOBRE A CORRIDA DE VELOCIDADE E A ARQUITETURA MUSCULAR DE JOGADORES DE FUTEBOL PROFISSIONAL

INTRODUÇÃO

A corrida executada em velocidade máxima em distâncias de 20 a 50 m é um componente muito importante no desempenho de várias modalidades esportivas e principalmente no futebol, onde os atletas a utilizam com bastante frequência durante todo o jogo^(1,2). Assim, vários métodos de treinamento têm sido utilizados com o intuito de reduzir o tempo da corrida. Entre estes, o treinamento complexo, caracterizado por uma atividade de força – atividade condicionante (AC) - que precede uma atividade principal que envolve força e/ou velocidade, tem sido bastante utilizado na prática desportiva para melhora aguda do desempenho de algumas atividades⁽³⁻⁶⁾. Acredita-se que a melhora aguda no desempenho, decorrente do treinamento complexo, deva-se a um fenômeno conhecido como potencialização pós-ativação (PPA)⁽⁷⁾. No entanto, pouco se sabe sobre o efeito crônico do treinamento complexo sobre o desempenho na corrida de velocidade.

Os mecanismos responsáveis pela melhora no desempenho da corrida através do treinamento complexo, com característica crônica, ainda não foram demonstrados experimentalmente. No entanto, tem sido sugerido que os componentes da arquitetura muscular (AM) poderiam, em parte, desempenhar um papel importante na redução do tempo de corrida, já que a espessura muscular (EM), o comprimento do fascículo (CF) e o ângulo de penação podem influenciar diretamente a produção de força/potência⁽⁸⁻¹⁰⁾. A velocidade de encurtamento de um músculo está relacionada ao comprimento das suas fibras (relação força-velocidade)⁽¹¹⁾, isto é, se o treinamento proposto conseguir gerar acréscimo de sarcômeros em série, maior será a velocidade de encurtamento da fibra. Entretanto, não existem até o momento estudos que investigaram especificamente os efeitos do treinamento complexo sobre as estruturas que compõem a AM.

Alves et al.⁽¹²⁾ investigaram os efeitos de uma AC sobre o tempo de corrida, em resposta a seis semanas de treinamento complexo em jogadores de futebol profissional. O protocolo consistia de seis repetições de agachamento a 85% de 1 RM, seguido de um exercício educativo de corrida conhecido como *skipping* e, posteriormente, era realizado o teste de corrida sem tempo de recuperação entre as atividades. Após seis semanas de treinamento os atletas diminuiram o tempo da corrida de 5 e 15 m em até 9,2%. Confirmando

esse achado, Kotzamanidis et al.⁽¹³⁾ encontraram uma redução de 3,5% no tempo para 30 m de corrida após 13 semanas com ACs (agachamento) de 8 a 3RM. Todavia, nenhum destes estudos investigou qual mecanismo seria o responsável pelas respostas observadas.

Até onde se tem conhecimento, nenhum estudo até o momento investigou as modificações na AM em resposta a uma atividade condicionante. No entanto, sabe-se que rotinas de treinamento contrarresistência convencionais são capazes de causar alterações nas estruturas do músculo⁽¹⁴⁻¹⁷⁾. Blazeovich et al.⁽¹⁴⁾ encontraram um aumento de 22% no comprimento do fascículo do reto femoral e até 11,1% na espessura muscular do vasto lateral de atletas de diversas modalidades que foram submetidos durante cinco semanas, a três séries de seis repetições com altas cargas. Além das alterações nos componentes da AM, observou-se uma redução de 4,1% no tempo para os 10 m de corrida. Em estudo posterior do mesmo grupo⁽¹⁵⁾, exercícios isocinéticos concêntrico ou excêntrico, com velocidade de 30°/s, foram usados durante dez semanas, com ajustes progressivos. Esta estratégia de treinamento proporcionou, surpreendentemente, aumento de 6,3 e 3,1% no CF do vasto lateral para os grupos concêntricos e excêntricos, respectivamente. Além da modificação da arquitetura muscular, ambos os grupos apresentaram aumento de 24,1 e 16,4% na força dos extensores do joelho, respectivamente.

Rotinas de treinamento de curta duração podem ser capazes de ocasionar modificações significativas nos componentes da arquitetura muscular. Seynnes et al.⁽¹⁸⁾ encontraram modificações no comprimento do fascículo (2,4%) com apenas 10 dias de treinamento realizando um exercício de extensão de joelho. Do mesmo modo, o treinamento proposto aumentou a força (38,9%) e a atividade eletromiográfica (38,8%), realizando o treinamento de força três vezes por semana durante 35 dias.

Diante destas informações pode-se especular que mudanças no desempenho podem estar associadas, em parte, a alterações nos componentes da AM. Assim, o objetivo desta investigação foi observar os efeitos de quatro semanas de uma AC sobre o desempenho num teste de corrida de 30 m (T30) e observar se estas modificações são acompanhadas de alterações nos componentes da AM.

Baseado nas evidências acima, acredita-se que o protocolo de treino será capaz de promover diminuição no tempo de corrida no grupo experimental, assim como modificações na arquitetura muscular.

MÉTODOS

Descrição da amostra

Dezoito jogadores profissionais de futebol (idade: $21 \pm 1,5$ anos; massa corporal: $69,7 \pm 7,24$ kg), foram voluntários do estudo. Antes de qualquer intervenção, os atletas assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, apesar dos procedimentos serem parte de seus programas regulares de treinamento no clube em que jogavam.

Os critérios de inclusão do estudo foram: (1) ausência de lesão ósteomioarticular; (2) ter idade entre 18 e 25 anos; (3) não estar fazendo uso de qualquer recurso ergogênico nutricional e/ou farmacológico e (4) estar realizando o exercício de agachamento por no mínimo seis meses.

Delineamento

O estudo teve um total de onze visitas. Os atletas treinavam duas vezes por semana com o intervalo mínimo de dois dias entre elas, sendo que aquele que não realizasse pelo menos uma sessão de treinamento durante a semana, era excluído do estudo. No entanto, todos os atletas permaneceram até o final do estudo, realizando todo o protocolo de treinamento. As duas visitas iniciais foram destinadas à familiarização dos voluntários aos procedimentos experimentais, coleta de dados para a determinação da confiabilidade das diversas variáveis dependentes usadas (i.e. medidas de AM, carga para três repetições máximas, T30) e a medida pré do T30 e das variáveis da AM. Após a quarta semana de treinamento (visita onze), os procedimentos foram repetidos, com o intuito de verificar o comportamento do desempenho da corrida e da arquitetura muscular.

Na primeira visita, os atletas foram informados de todos os procedimentos do estudo. Em seguida foram alocados de forma randômica nos grupos experimental (EXP) e controle (CON). Logo em seguida, alguns sítios anatômicos de referência no membro inferior direito foram identificados e marcados com tintura de henna, a fim de assegurar a precisa localização dos pontos onde seriam feitas as aquisições das imagens para as medidas de AM. O T30 e a carga de 3RM também foram determinados nesta visita. Na visita 2, foram realizados todos os procedimentos da primeira visita, a fim de determinar a confiabilidade da medida e a medida pré das variáveis dependentes propostas no estudo (3RM, T30 e AM).

A partir da visita 3, o protocolo de treinamento foi iniciado. No EXP, os atletas realizaram 1 série de 3RM de agachamento no *smith machine*, permanecendo sentados sem realizar qualquer tipo de movimento durante 9 minutos. Em seguida, eles realizavam 3

estímulos de T30, com 1 min de intervalo entre eles. Já o CON, realizava apenas os 3 estímulos de T30 (Figura 1).

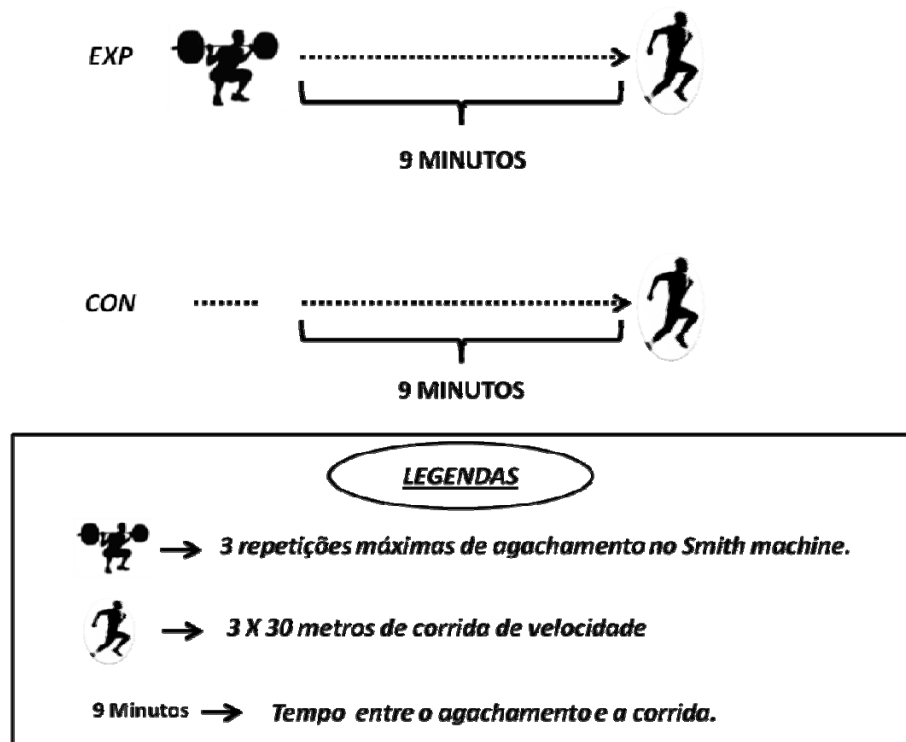


Figura 1. Delineamento experimental do estudo.

Teste de Corrida

Os testes de corrida foram feitos utilizando um sistema de barreira fotoelétrica com sensores ativos de feixe simples (retardo de ± 10 ms) que utilizou um software para aquisição dos tempos para a distância de 30 m com leituras a cada 15 m (Proteksen 1.0, Proteksen, RJ, Brasil). Os atletas começavam a corrida 5 m atrás da linha inicial fazendo um início lançado. A linha de chegada foi marcada 5 m após os 30 m de corrida, para evitar que os mesmos entrassem na fase de desaceleração antes da distância dos 30 m. Os atletas iniciavam a corrida quando estivessem prontos, sem a necessidade de comando por parte do avaliador. No entanto, todos eram estimulados de forma verbal a desempenhar a corrida na velocidade máxima e que iniciassem a fase de desaceleração somente após a linha final (Figura. 2).



Legendas



Figura 2- Procedimentos para coleta de dados da corrida em velocidade.

Atividade Condicionante

A AC foi o agachamento no *smith machine* (Righetto Equipamento para Condicionamento Físico Ltda. Fitness Equipment, Campinas, SP, Brasil). Os atletas iniciavam o exercício de pé com a barra apoiada nas costas na altura da segunda ou terceira vértebra torácica. A fase excêntrica da atividade correspondeu aos movimentos de flexão do quadril, joelho até 90° (limitada por um aparato) e flexão dorsal dos tornozelos. Quando o atleta tocava o aparato, voltava para a fase inicial do exercício (fase concêntrica); nesta fase os movimentos eram de extensão de quadril, joelho e flexão plantar dos tornozelos.

Na primeira visita, a carga máxima para 3 repetições foi medida, utilizando no máximo 5 tentativas com intervalo de 5 min entre as mesmas. A carga para o treinamento era determinada quando o sujeito não conseguia executar a quarta repetição. Durante todo o período de treinamento (quatro semanas), a carga de treinamento era ajustada (semanalmente) com o intuito de verificar a sua progressão.

Medida de arquitetura muscular

As imagens para medição do ângulo de penetração (AP), comprimento do fascículo (CF) e espessura do músculo (EM) vasto lateral (VL) foram adquiridas através de um ultrassonógrafo (GE Logiq, GE Healthcare, EUA), com transdutor linear de 40 mm e frequência de excitação de 10 MHz e 6 cm de profundidade da imagem.

A aquisição das imagens longitudinais iniciou-se na região anterior da coxa a 60% do comprimento entre o ponto anatômico tibial lateral e o trocânter maior do fêmur. O atleta era posicionado em decúbito dorsal com o joelho direito apoiado sobre um aparato promovendo

uma leve flexão, fixando a perna e assegurando que não haveria rotação do quadril. A partir desse ponto o transdutor era deslocado distalmente por aproximadamente 15 cm para aquisição da imagem panorâmica (extended-field-of-view) do vasto lateral. As imagens foram adquiridas através do software específico (GE LogicView™, GE Healthcare, EUA). Para assegurar que o transdutor fosse deslocado sobre o vasto lateral, um trilho foi usado a 15 graus lateralmente entre a espinha ílaca ântero-superior e o centro da patela (Figura 3B). Para o acoplamento acústico na superfície da pele foi usado gel a base de água, disponível comercialmente (Ultrax-gel, Farmativa Indústria e Comércio Ltda, Rio de Janeiro, Brasil).

As imagens registradas pelo ultrassonógrafo foram posteriormente analisadas com software de domínio público (*ImageJ*, National Institute of Health, EUA versão 1.45s), com o intuito de determinar os valores para cada componente da arquitetura muscular. A EM foi determinada entre as aponeuroses superficial e profunda, o AP sendo o ângulo entre a linha de ação de força gerada pelas fibras com a aponeurose profunda do músculo e o CF o tamanho da fibra muscular (Figura 3A).

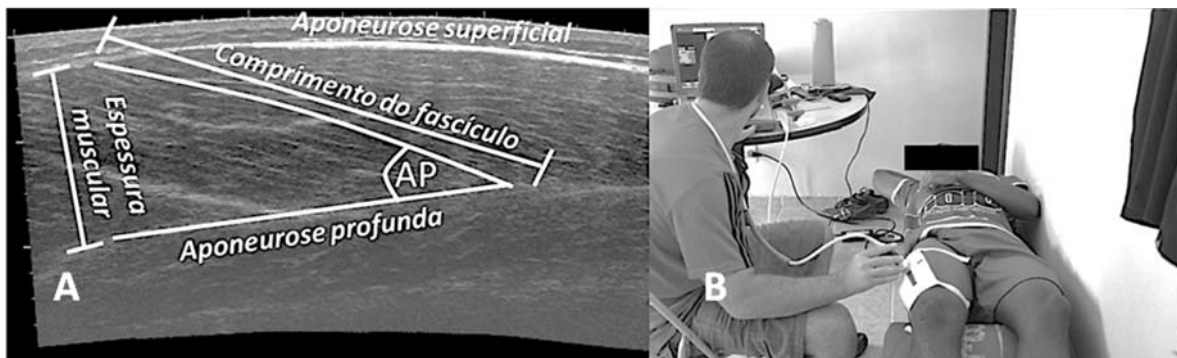


Figura 3. **A-** Imagem de ultrassonografia dos componentes da arquitetura muscular (CF= comprimento do fascículo, AP= ângulo de penação e EM= espessura muscular). **B-** Imagens dos procedimentos de aquisição das imagens da arquitetura muscular.

Confiabilidade das Medidas das Variáveis Dependentes

Os resultados de estudo preliminar, com os mesmos sujeitos, mostraram alta confiabilidade para medidas interdias para o T30 ($R = 0,908$ $P < 0,001$), os componentes da AM (AP: $R = 0,958$ $P < 0,001$, EM: $R = 0,995$ $P < 0,001$ e CF: $R = 0,997$ $P < 0,001$) e carga de trabalho ($R = 0,999$ $P < 0,001$). Os erros típicos das medidas, tanto absolutos como relativos, se mostraram baixos para todas as variáveis estudadas (T30: 0,09s / 2,2%; AP: 0,43° / 2,48%; EM: 0,15mm / 0,55%; CF: 1,29mm / 1,48%; carga de trabalho: 0,70Kg / 1,3%).

Análise Estatística

Para as hipóteses experimentais, interações significativas foram examinadas através da aplicação de uma ANOVA (2X2) com medidas repetidas (Grupo vs Teste) para o T30, para as medidas de AM e a carga de trabalho. Uma análise de *post hoc* de Bonferroni foi conduzida quando um F significativo era observado. A significância estatística adotada foi $P < 0,05$.

As análises foram realizadas utilizando o software disponível comercialmente (SPSS for Windows, Ver. 17, IBM SPSS, IBM Inc., New York, EUA).

RESULTADOS

Carga de treinamento

Não foram encontradas diferenças significativas entre as cargas de treinamento da semana 1 e 4 no CON. No entanto, a ANOVA simples com medidas repetidas feita no EXP encontrou um aumento significativo da carga de trabalho quando comparada as condições pré e após quatro semanas ($P < 0,001$). Além do mais, também foram encontradas diferenças significativas entre as cargas usadas na primeira semana e as semanas 2 e 3 ($P < 0,05$, $P < 0,001$ respectivamente).

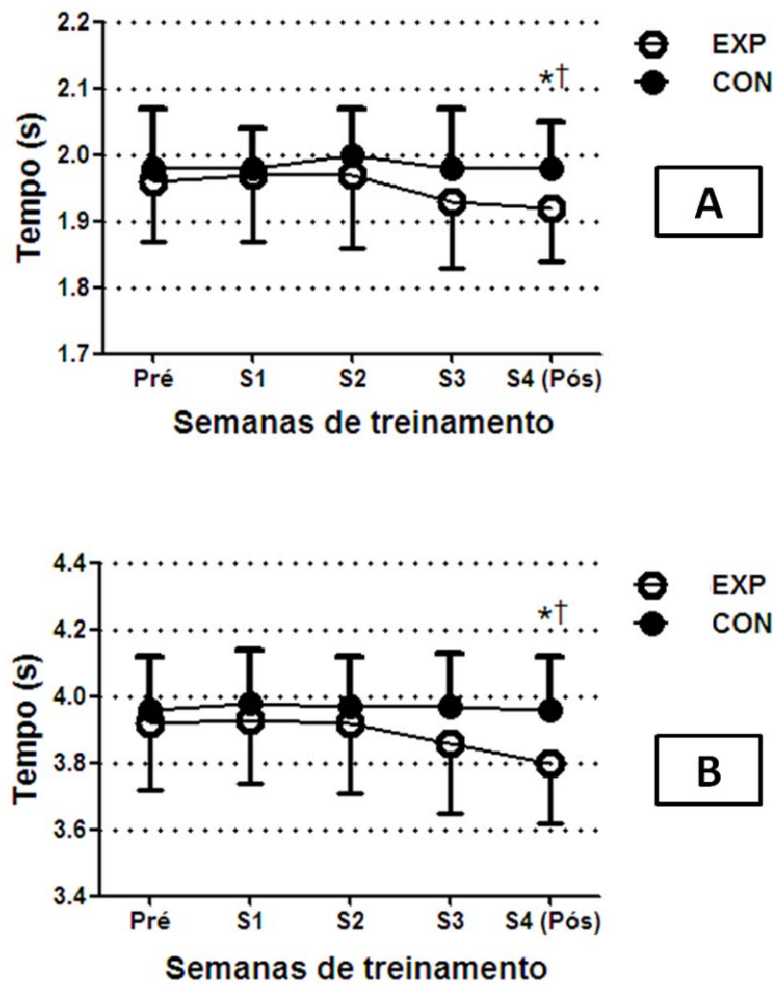
Tabela 1. Valores da carga ao longo das quatro semanas de treinamento

CARGA DE TREINAMENTO (em kg)				
	Semana1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
CON	105,2±10,41	-	-	103,3±9,14
EXP	104,2±31,6	107,3±32,5*	110,2±31,4*	113,8±30,4*

*Diferença significativa entre a carga da semana 1 e a semanas 2 ($P < 0,05$), 3 ($P < 0,001$) e 4 ($P < 0,001$) para o EXP.

Tempo de corrida

Os resultados da anova 2x2 (grupo x tempo) com medidas repetidas no segundo fator, tanto para as distâncias de 15 m como 30 m, mostraram interação significativa grupo/tempo significativa ($P < 0,001$). O teste post hoc de Bonferroni mostrou melhora significativa no tempo do EXP ao final do período de treinamento, assim como menores valores em comparação ao CON (Gráfico 1A). Entretanto, tais resultados devem ser tratados com cautela para a distância de 15m, já que a diferença de 2,1% encontra-se dentro do erro técnico da medida (2,2%).



*Diferença significativa entre as condições pré e pós do EXP ($P < 0,001$);

† Diferença significativa para o efeito principal grupo ($P < 0,001$).

Gráfico 1. Modificações no tempo de corrida ao longo das quatro semanas de treinamento, para a distância de 15m (A) e 30m (B) .

Arquitetura muscular

Não foram encontradas diferenças significativas entre as medidas pré e pós quatro semanas de treinamento para o AP e EM em ambos os grupos (Tabela 2). Porém, o CF aumentou significativamente no EXP ($P < 0,001$).

	PRÉ		APÓS 4 SEMANAS		
	CON	EXP	CON	EXP	%
AP	17,24±2,61	17,07±1,93	16,84±2,87	18,93±2,66	9,8
EM	26,44±5,79	26,31±2,94	26,29±5,76	26,58±3,69	1,0
CF	84,04±16,97	90,49±12,04	84,26±16,74	102,46±13,11*†	14,2

Tabela 2. Valores médios para as variáveis da arquitetura muscular **AP** (ângulo de penação), **EM** (espessura muscular) e **CF** (comprimento do fascículo).

*Diferença significativa entre as condições pré e pós ($P < 0,05$);

† Diferença significativa entre os grupos GCON e GEXP.

DISCUSSÃO

A confiabilidade dos procedimentos utilizados no presente estudo, assim como o erro associado para cada medida, se mostraram bastante satisfatórios. Os testes de velocidade de corrida e todas as medidas de arquitetura muscular, mostraram uma alta e significativa reprodutibilidade.

Até onde se tem conhecimento, Noorkoiv et al.⁽²⁶⁾ foram os únicos a analisar o CF do vasto lateral usando a medida panorâmica e observaram um ICC de 0,95 (IC95% de 0,88 -1,0) com um erro típico de 1,8 mm entre sessões. Resultados do estudo preliminar encontraram valores de ICCs de 0,997, 0,958 e 0,995 e erro típico da medida de 1,29mm (1,48%), 0,43° (2,48%) e 0,15mm (0,55%) para CF, AP e EM, respectivamente. Tais resultados indicam alta reprodutibilidade nos componentes de arquitetura muscular quando a técnica de medida panorâmica é utilizada, já que esta não necessita de ajustes matemáticos para a análise do CF.

Os resultados do presente estudo mostram que atletas profissionais de futebol com experiência em treinamento contrarresistência, que utilizaram o treinamento proposto por um período de quatro semanas, com baixo volume e alta intensidade, com tempo de recuperação de 9 min entre a AC e a atividade principal, obtiveram redução significativa no tempo de corrida (0,13s – 3,2%). Kotzamanidis et al.⁽¹³⁾ encontraram resultados similares aos da presente investigação, com redução de 0,25 s ou 3,5% no tempo para a corrida de 30 m, realizando treinamento periodizado contrarresistência e de velocidade, em jogadores de futebol. Contudo, apesar dos dois estudos terem encontrado valores parecidos de redução no tempo de corrida, a presente investigação obteve tais resultados num período muito menor (4 semanas vs. 13 semanas).

Resultados ainda mais expressivos foram observados por Alves et al.⁽¹²⁾, que num período de apenas seis semanas, encontraram redução significativa nos tempos para a corrida de velocidade. Surpreendentemente, o grupo que treinou apenas uma vez por semana obteve o resultado mais expressivo e significativamente melhor (9,2 e 6,2%), quando comparado ao grupo que treinava duas vezes por semana (7,0 e 3,1%), para as distâncias de 5 e 15 m, respectivamente. Apesar dos autores não informarem uma possível causa para estes resultados, pode-se especular que tais contradições podem estar associadas à variabilidade da fase inicial da corrida (início até 10 m)⁽¹⁹⁾, conhecida como fase de aceleração⁽²⁰⁾, que pode ser influenciada tanto pelo tempo de reação, quanto pela taxa de desenvolvimento da força⁽²¹⁾. Contudo, a ausência de informação inerente aos efeitos de uma AC sobre a corrida, inviabiliza estabelecer uma relação entre os nossos resultados e os encontrados na literatura.

Quando comparado a estudos que investigaram outras estratégias de treinamento sobre o desempenho da corrida, como a vibração⁽²⁰⁾ e o treinamento de corrida⁽²¹⁾, os resultados do presente estudo mostraram-se superiores. Paradisis e Zacharogiannis⁽²⁰⁾, após a realização de 6 semanas de um protocolo de vibração de corpo todo, encontraram uma redução de 2,7% no tempo para 60 m. Já Tonnessen et al.⁽²¹⁾ submetendo jogadores de futebol a um protocolo de corrida, por um período de 10 semanas, observaram uma redução de 1,2%. Além do mais, quando se utiliza uma estratégia de treinamento contrarresistência convencional com o intuito de maximizar o desempenho da corrida, parece ser necessário um aumento de 23% na força para uma redução de 2% no tempo, além de ser necessária uma periodicidade de treinamento entre 2-3 dias por semana por um período de 7-13 semanas⁽²²⁾. Assim, acredita-se que para resultados em períodos curtos de treinamento, a estratégia utilizada na presente investigação mostrou-se mais eficaz.

Dentre os possíveis mecanismos propostos na literatura, as modificações estruturais a partir das alterações na arquitetura muscular ocasionada pelo treinamento de alta intensidade e baixo volume no exercício de agachamento (AC), podem explicar, em parte, a melhora do desempenho⁽²³⁾. O aumento do CF do músculo vasto lateral após quatro semanas de treinamento de força pode ter ocasionado adição de sarcômeros em séries dos músculos responsáveis pelo gesto⁽²⁴⁾. Este fato pode auxiliar no aumento da velocidade de encurtamento das fibras musculares. Como proposto previamente⁽²⁵⁾, fibras musculares longas podem ocasionar modificações importantes nas relações comprimento-tensão e força-velocidade. Além do mais, fibras musculares longas podem gerar a mesma quantidade de força absoluta que fibras curtas. No entanto, elas têm uma capacidade de gerar força para um

alcance de comprimento maior, além de um comprimento ótimo para gerar força. Tais achados podem, em parte, estar ligados ao aumento da força encontrada após as quatro semanas de treinamento.

Levando em consideração estas informações, pode-se afirmar que quanto maior a quantidade de sarcômeros em séries, evidenciada pelo aumento do comprimento do fascículo, maior é a velocidade de encurtamento da fibra muscular, podendo assim ocasionar melhora no desempenho da corrida ^(14,25). Blazevich et al.⁽¹⁴⁾ encontraram uma redução de 4% no tempo de corrida após cinco semanas de treinamento com agachamento. Esta melhora no desempenho pode estar associada a um aumento de 22% encontrado no comprimento do fascículo do reto femoral. Tais achados confirmam os do presente estudo, que encontrou melhora no tempo de corrida (0,13s - 3,2%) e aumento no comprimento do fascículo (14,2%) do vasto lateral. Em estudo posterior, Blazevich et al. ⁽¹⁵⁾, mostraram um aumento significativo na força (16,4-24,1%) e no comprimento do fascículo do vasto lateral (3,1-6,3%), com cinco semanas de treinamento isocinético no comprimento do fascículo do vasto lateral. Além disso, a presente investigação encontrou uma alteração não significativa de 9,8% no AP, tais alterações podem estar ligadas ao período de quatro semanas de treinamento realizado. Provavelmente, se o período de treinamento fosse maior, poderia ocasionar um aumento significativo neste componente da AM, já que segundo Blazevich et al.⁽¹⁴⁾, um período de cinco semanas de treinamento é capaz de gerar um aumento significativo (1,3-1,5%) no AP.

Além do mais, parece que períodos curtos de treinamento de força de alta intensidade são capazes de causar alterações tanto na força como nos componentes da arquitetura muscular. Seynnes et al.⁽¹⁸⁾, observaram aumento na contração voluntária máxima isométrica (38,9%) e atividade eletromiográfica (38,8%) após 35 dias de treinamento de alta intensidade. Além disso, após vinte dias de treinamento, os sujeitos apresentaram aumento de 3,5% e 5,2% na área de secção transversa das regiões central e distal do quadríceps, respectivamente. Já o comprimento do fascículo apresentou aumento de 2,4% após dez dias de treinamento, e estas modificações após o período total do estudo chegaram a 9,9%. Tais resultados fortalecem os achados da presente investigação, que durante um período de quatro semanas de treinamento, que totalizavam apenas 8 sessões de treinamento, foi capaz de produzir reduções significativas no tempo de corrida e no comprimento do fascículo do vasto lateral.

CONCLUSÃO

Concluiu-se que atletas profissionais de futebol, com experiência em treinamento contrarresistência, quando submetidos a uma rotina de treinamento complexo de alta intensidade (3RM) e baixo volume (1 série), por um período de quatro semanas de treinamento com uma periodicidade de duas vezes por semana, foram capazes de melhorar o desempenho na corrida 30 metros, com melhora inclusive na distância parcial de 15 metros. Além do mais, o treinamento proposto ocasionou modificações no comprimento do fascículo, possivelmente devido ao aumento do número de sarcômeros em série. A utilização da ultrassonografia panorâmica parece ser um método apropriado para observar modificações na arquitetura muscular, já que diferente de outras técnicas ultrassonográficas, as medidas são feitas nas estruturas observáveis e não a partir de predição a partir de equações matemáticas. A ultrassonografia convencional (não panorâmica) apenas oferece uma visão limitada dos componentes da estrutura muscular (daí a predição de alguns componentes; ex.: comprimento do fascículo).

A pouca informação disponível na literatura a respeito dos efeitos do treinamento complexo sobre a corrida e, conseqüentemente, a impossibilidade de se tecer comparações, sugere que novos estudos sejam realizados a fim de que sejam comprovados os achados aqui apresentados. É necessário também que os mecanismos subjacentes aos efeitos do treinamento complexo, não apenas os relacionados à arquitetura muscular, sejam estudados usando outras rotinas de treinamento complexo, em grupos de atletas de diferentes modalidades esportivas, idades, sexo e experiência com treinamento contrarresistência.

REFERÊNCIAS

1. Delecluse, C. Influence of strength training on sprint running performance. Current findings and implications for training. *Sports Med* 1997;24:147-156.
2. Slawinski J, Bonnefoy A, Levêque J-M, Ontanon G, Riquet A, Dumas R, Chèze L. Kinematic and Kinetic Comparisons of elite and well-trained sprints during sprint start. *J Strength Cond Res* 2010;24:896-905.
3. Bevan HR, Cunningham DJ, Tooley EP, Owen NJ, Cook CJ and Kiduff LP. Influence of postactivation potentiation on sprinting performance in professional rugby players. *J Strength Cond Res* 2010;24:701-705.
4. Linder E E, Prins JH, Murata N M, Derenne C, Morgan CF and Solomon JR. Effects of preload 4 repetition maximum on 100-m sprint times in collegiate women. *J Strength Cond Res* 2010;24:1184-1190.
5. Okuno NM, Tricoli V, Silva SB, Bertuzzi R, Moreira A and Kiss MA. Postactivation Potentiation on Repeated Sprint Ability in Elite Handball Players. *J Strength Cond Res* 2012.
6. Crewther BT, Kilduff LP, Cook CJ, Middleton MK, Bunce PJ and Yang GZ. The acute potentiating effects of back squats on athlete performance. *J Strength Cond Res* 2011;25:3319-3325.

7. Sweeney HL, Stull JT. Alteration of cross-bridge kinetics by myosin light chain phosphorylation in rabbit skeletal muscle: implications for regulation of actin-myosin interaction. *Proc Natl Acad Sci U S A* 1990;87:414-418.
8. Abe T, Brechue WF, Fujita S, Brown JB. Gender differences in FFM accumulation and architectural characteristics of muscle. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:1066-1070.
9. Maganaris CN, Baltzopoulos V, Sargeant AJ. In vivo measurements of the triceps surae complex architecture in man: implications for muscle function. *J Physiol* 1998;512 (Pt 2):603-614.
10. Narici MV, Binzoni T, Hiltbrand E, Fasel J, Terrier F, Cerretelli P. In vivo human gastrocnemius architecture with changing joint angle at rest and during graded isometric contraction. *J Physiol* 1996;496 (Pt 1):287-297.
11. Lieber RL, Friden J. Functional and clinical significance of skeletal muscle architecture. *Muscle Nerve* 2000;23:1647-1666.
12. Alves JMVM, Rebelo AN, Abrantes C and Sampaio J. Short-term effects of complex and contrast training in soccer players' vertical jump, sprint, and agilities. *J Strength Cond Res* 2010;24:936-994.
13. Kotzamanidis C, Chatzopoulos D, Michailidis C, Papaikovou G and Patikas D. The effect of a combined high-intensity strength and speed training program on the running and jumping ability of soccer players. *J Strength Cond Res* 2005;19:369-375.
14. Blazeovich AJ, Gill ND, Bronks R, Newton RU. Training-specific muscle architecture adaptation after 5-wk training in athletes. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35:2013-2022.
15. Blazeovich AJ, Cannavan D, Coleman DR, Horne S. Influence of concentric and eccentric resistance training on architectural adaptation in human quadriceps muscles. *J Appl Physiol* 2007;103:1565-1575.
16. Aagaard P, Andersen JL, Dyhre-Poulsen P, Leffers AM, Wagner A, Magnusson P, Halkjaer-Kristensen J, Simonsen EB. A mechanism for increased contractile strength of human pennate muscle in response to strength training: changes in muscle architecture. *J Physiol* 2001;534:613-623.
17. Kawakami Y, Abe T, Kuno SY, Fukunaga T. Training-induced changes in muscle architecture and specific tension. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1995;72: 37-43.
18. Seynnes OR, de Boer M, Narici MV. Early skeletal muscle hypertrophy and architectural changes in response to high-intensity resistance training. *J Appl Physiol* 2007;102:368-373.
19. Cronin J, Green JP, Levin GT, Brughelli ME, Frost DM. Effect of starting stance on initial sprint performance. *J Strength Cond Res* 2007;21:990-992.
20. Paradisis G, Zacharogiannis. Effects of whole-body vibration training on sprint running kinematics and explosive strength performance. *J of Sports Science and Medicine* 2007;6:44-49.
21. Tonnessen E, Shalfawi SAI, Haugen T, Enoksen E. The effect of 40-M repeated sprint training on maximum sprinting speed, repeated sprint speed endurance, vertical jump, and aerobic capacity in young elite male soccer players. *J Strength Cond Res* 2011;25:2364-2370.
22. Cronin J, Ogden T, Lawton T, Brughelli M. Does increasing maximal strength improve sprint performance? *National Strength and Conditioning Association* 2007;29: 86-95.
23. Kumagai K, Abe T, Brechue WF, Ryushi T, Takano S, Mizuno M. Sprint performance is related to muscle fascicle length in male 100-m sprinters. *J Appl Physiol* 2000;88:811-816.
24. Lynn R, Morgan DL. Decline running produces more sarcomeres in rat vastus intermedius muscle fibers than does incline running. *J Appl Physiol* 1994;77: 1439-1444.
25. Lieber RL, Friden J. Functional and clinical significance of skeletal muscle architecture. *Muscle Nerve* 2000;23: 1647-1666.

26. Noorkoiv M, Stavnsbo A, Aagaard P, Blazevich. In vivo assessment of muscle fascicle length by extended field-of-view ultrasonography. *J Appl Physiol* 2010;109:1974-1979.

CONCLUSÃO FINAL

Os resultados encontrados nesta dissertação, a partir dos dois estudos realizados, indicam que a realização de uma atividade condicionante, tal qual utilizada tanto no estudo agudo como no crônico, foi capaz de ocasionar melhora significativa no desempenho da corrida de velocidade, tanto aguda, logo após o estímulo condicionante (9 min), como crônica, observada ao fim de quatro semanas de treinamento complexo. Estímulos de 3RMs de agachamento, nove minutos antes da atividade principal, mostraram ser capazes de provocar melhoras no desempenho de corrida de curta duração, realizada em velocidade, da mesma maneira como demonstrado recentemente pelo nosso grupo, em revisão sistemática com metanálise de estudos agudos, em atividades que envolvem salto.

Da mesma maneira, os estímulos condicionantes realizados determinaram modificações em um dos componentes da arquitetura muscular – comprimento do fascículo – tanto após o estímulo no estudo agudo, como ao final de quatro semanas de treinamento. Os outros componentes avaliados – ângulo de penação e espessura muscular – não mostraram modificações significativas, talvez devido à característica dos estímulos utilizados, ou mesmo a duração total do estudo (no caso do estudo crônico). É importante lembrar que as modificações observadas no comprimento do fascículo não mostraram estar associadas às melhoras no desempenho da corrida, levando a crer que modificações na arquitetura muscular talvez expliquem apenas em parte os efeitos da atividade condicionante que aparentemente causou melhora no desempenho.

Tanto o desempenho na corrida como as modificações do comprimento do fascículo aconteceram num período de tempo bastante reduzido, levando-se a supor que períodos mais longos de treinamento com maior frequência semanal de estímulos sejam capazes de mudanças mais acentuadas. Entretanto, estas suposições precisam ser testadas em outros estudos randomizados e controlados com um grupo maior de atletas desta e de outras faixas etárias, diferentes níveis de experiência com treinamento contrarresistência, tanto do sexo feminino como masculino e para diferentes tarefas envolvendo outros grupamentos musculares.

Apesar dos resultados apontarem para ganhos no desempenho com os procedimentos usados, cabe questionar qual a real relação custo benefício dos procedimentos utilizados tanto

no aspecto agudo como crônico. Além disso, é importante saber até que ponto estas melhoras são transferidas para a atividade fim, dentro da modalidade esportiva que se pretende utilizar.

Não menos importante, os estudos aqui realizados confirmaram que métodos de imagem mais sensíveis e com maior resolução como a ultrassonografia panorâmica (extended field-of-view ultrasonography) proporcionada pela renderização de imagens com software especializado, pode ser um importante instrumento para estudar mudanças na arquitetura muscular em estudos de treinamento, proporcionando menor erro que métodos convencionais.

ANEXO A– Termo de consentimento livre e esclarecido



Anexo A
Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
Resolução n.º 196/96 do Conselho Nacional de Saúde

Convido-o a participar do estudo intitulado **Efeito agudo de uma atividade condicionante sobre o desempenho da corrida de velocidade de jogadores de futebol profissional**

O estudo tem o objetivo de determinar os efeitos de uma rotina de treinamento de força sobre o desempenho agudo da corrida de velocidade e alguns componentes musculares. Sendo estes testes não invasivos.

A sua participação no estudo envolverá quatro visitas ao centro de treinamento do Nova Iguaçu F.C, localizado na Av. Governador Roberto Silveira, 1357- Nova Iguaçu, onde você será submetido aos seguintes procedimentos:

Visitas 1-2- Medidas de peso corporal, estatura, tempo de corrida, imagem de ultrassonografia e a carga do agachamento.

Visita 3-4- Uma série de três repetições máximas utilizando o agachamento no *Smith machine*. Depois de um período total de nove minutos de descanso serão realizados três estímulos de 30 metros de corrida separados por um minuto entre eles.

Descrição dos testes:

Atividade Condicionante: O exercício utilizado será o agachamento livre com angulação de 90°. Os sujeitos iniciarão o exercício de pé com a barra posicionada nas costas na altura da segunda ou terceira vértebra torácica.

Testes de Corrida: Os testes de corrida serão feitos utilizando um sistema de barreira fotoelétrica. Os sujeitos iniciarão a corrida 5 metros atrás da linha inicial fazendo um início de corrida lançado. A linha de chegada será marcada 5 metros após os 30 metros de corrida, para evitar que os sujeitos entrem em fase de desaceleração antes da distância correta.

Avaliação muscular: A aquisição das imagens de ultrassonografia iniciará na região anterior da coxa a. O atleta será posicionado deitado de costas com o joelho direito apoiado sobre um aparato gerando uma leve flexão, fixando a perna e assegurando que não haveria movimentação do quadril.

Riscos e Benefícios: Os instrumentos de coletas de dados e procedimentos de testes adotados no presente estudo são baseados em procedimentos rotineiros de treinamento físico. Nenhuma das intervenções utilizadas promoverá risco superior aos inerentes de uma prática de atividades físicas sistemática com supervisão profissional.

Estes resultados poderão proporcionar redução no tempo de corrida de 30 metros. Este fato pode proporcionar melhora no desempenho de uma variável muito importante na prática do jogo de futebol, isto é, maior velocidade de corrida de 30 metros.

Complementares:

1. Em caso de aceite em participar do estudo, você deve rubricar todas as páginas do presente termo de consentimento.

2. Para os testes mencionados, você não deverá realizar qualquer exercício físico vigoroso nas 24 h que antecederem cada dia de teste, estando liberado em seguida para as suas atividades rotineiras;

3. Todos os procedimentos são inteiramente gratuitos e não exigirão vínculo da sua participação até o término das visitas, não prevendo também qualquer tipo de remuneração ou recompensa pela participação no estudo. A qualquer momento você poderá deixar a pesquisa sem a necessidade de aviso prévio.

4. Os resultados dos testes por você realizados serão confidenciais, porém, poderão ser utilizados para fins educacionais e/ou de pesquisa sem que o seu nome seja identificado.

5. A duração máxima de cada visita será de 30 minutos.

Rio de Janeiro, ____ de _____ de 2012

Horário: ____ hs ____ min.

Voluntário

Testemunha

Investigador Responsável

Testemunha

Autorização Para Registro Fotográfico

Autorizo o registro fotográfico da minha pessoa durante a realização de quaisquer procedimentos relacionados a este estudo, sabendo que será utilizado única e exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, incluindo publicação em literatura especializada. A negativa a esta autorização não inviabiliza minha participação neste estudo.

Voluntário

Investigador Responsável

Investigador Responsável

Prof. ESP. Wagner Antonio Barbosa da Silva
Aluno do PPGCEE-UGF (RJ)
Preparador físico do Nova Iguaçu Futebol Clube
(21) 7848-7553 – wagner.fisioex@gmail.com
Nova Iguaçu Futebol Clube
Avenida Governador Roberto Silveira,
1357- Centro de Nova Iguaçu Tel: 2768-6192.



Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
Resolução n.º 196/96 do Conselho Nacional de Saúde

Convido-o a participar do estudo intitulado **Efeito crônico de uma atividade condicionante sobre a corrida de velocidade e na arquitetura muscular de jogadores de futebol profissional.**

O estudo tem o objetivo de determinar os efeitos de uma rotina de treinamento de força sobre o desempenho da corrida de velocidade e alguns componentes musculares. Sendo estes testes não invasivos.

A sua participação no estudo envolverá onze visitas ao centro de treinamento do Nova Iguaçu F.C, localizado na Av. Governador Roberto Silveira, 1357- Nova Iguaçu, onde você será submetido aos seguintes procedimentos:

Visitas 1-2- Medidas de peso corporal, estatura, tempo de corrida, imagem de ultrassonografia e a carga do agachamento.

Visita 3-10- Uma série de três repetições máximas utilizando o agachamento com a barra livre. Depois de um período total de nove minutos de descanso serão realizados três estímulos de 30 metros de corrida separados por um minuto entre eles.

Visita 11- Medida pós (Avaliação do tempo de corrida e das imagens de ultrassonografia).

Descrição dos testes:

Atividade Condicionante: O exercício utilizado será o agachamento livre com angulação de 90°. Os sujeitos iniciarão o exercício de pé com a barra posicionada nas costas na altura da segunda ou terceira vértebra torácica.

Testes de Corrida: Os testes de corrida serão feitos utilizando um sistema de barreira fotoelétrica. Os sujeitos iniciarão a corrida 5 metros atrás da linha inicial fazendo um início de corrida lançado. A linha de chegada será marcada 5 metros após os 30 metros de corrida, para evitar que os sujeitos entrem em fase de desaceleração antes da distância correta.

Avaliação muscular: A aquisição das imagens de ultrassonografia iniciará na região anterior da coxa. O atleta será posicionado deitado de costas com o joelho direito apoiado sobre um aparato gerando uma leve flexão, fixando a perna e assegurando que não haveria movimentação do quadril.

Riscos e Benefícios:

Os instrumentos de coletas de dados e procedimentos de testes adotados no presente estudo são baseados em procedimentos rotineiros de treinamento físico. Nenhuma das intervenções utilizadas promoverá risco superior aos inerentes de uma prática de atividades físicas sistemática com supervisão profissional.

Estes resultados poderão proporcionar redução no tempo de corrida de 30 metros. Este fato pode proporcionar melhora no desempenho de uma variável muito importante na prática do jogo de futebol, isto é, maior velocidade de corrida de 30 metros.

Complementares:

1. Em caso de aceite em participar do estudo, você deve rubricar todas as páginas do presente termo de consentimento.
2. Para os testes mencionados, você não deverá realizar qualquer exercício físico vigoroso nas 24 h que antecederem cada dia de teste, estando liberado em seguida para as suas atividades rotineiras;
3. Todos os procedimentos são inteiramente gratuitos e não exigirão vínculo da sua participação até o término das visitas, não prevendo também qualquer tipo de remuneração ou recompensa pela participação no estudo. A qualquer momento você poderá deixar a pesquisa sem a necessidade de aviso prévio.
4. Os resultados dos testes por você realizados serão confidenciais, porém, poderão ser utilizados para fins educacionais e/ou de pesquisa sem que o seu nome seja identificado.
5. A duração máxima de cada visita será de 30 minutos.

Rio de Janeiro, ____ de _____ de 2012

Horário: ____ hs ____ min.

Voluntário

Testemunha

Investigador Responsável

Testemunha

Autorização Para Registro Fotográfico

Autorizo o registro fotográfico da minha pessoa durante a realização de quaisquer procedimentos relacionados a este estudo, sabendo que será utilizado única e exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, incluindo publicação em literatura especializada. A negativa a esta autorização não inviabiliza minha participação neste estudo.

Voluntário

Investigador Responsável

Investigador Responsável

Prof. ESP. Wagner Antonio Barbosa da Silva
Aluno do PPGEFI-UGF (RJ)
Preparador físico do Nova Iguaçu Futebol Clube
(21) 7848-7553 – wagner.fisioex@gmail.com
Nova Iguaçu Futebol Clube
Avenida Governador Roberto Silveira,
1357- Centro de Nova Iguaçu Tel: 2768-6192.

ANEXO B - Dados Brutos – Estudo 1 – Confiabilidade da Medida da Corrida de Velocidade (Sprint/T30).

Dados brutos do estudo I: Característica física dos sujeitos.

Sujeito	Sexo	Idade (anos)	(MC) Kg	Estatura (cm)
1	M	20	67,9	174
2	M	21	59,2	168
3	M	20	60,4	171
4	M	22	67,5	174
5	M	25	74,5	181
6	M	22	82	188
7	M	21	72,2	183
8	M	19	65,3	172
9	M	19	74,9	181
10	M	21	78,5	180
11	M	22	67	172
12	M	20	66,4	177
13	M	20	73,2	181
14	M	20	54,4	167
15	M	23	68,5	175
16	M	22	72,4	179
17	M	22	70,4	172
18	M	20	80,1	183

Dados brutos estudo I: Confiabilidade da medida de corrida de velocidade.

Sujeitos	1 Dia		2 Dia	
	1 Teste	2 Teste	1 Teste	2 Teste
1	4,30	4,29	4,30	4,32
2	3,90	3,88	3,90	3,87
3	4	3,98	4	3,95
4	3,88	3,81	3,88	3,85
5	3,59	3,54	3,59	3,57
6	3,70	3,69	3,70	3,72
7	3,94	3,93	3,94	3,91
8	4,06	4,06	4,06	3,99
9	3,88	3,85	3,88	3,87
10	4,29	4,28	4,29	4,3
11	4,01	4	4,05	4,02
12	3,96	3,96	3,96	3,98
13	3,78	3,76	3,78	3,75
14	3,75	3,74	3,75	3,73
15	3,96	3,92	3,96	3,97
16	3,98	3,96	3,98	3,97
17	3,9	3,86	3,9	4
18	4,03	4	4,03	4,01

ANEXO C - Dados Brutos – Estudo 1 – Confiabilidade da Medida da dos Componentes da Arquitetura Muscular.

Dados brutos estudo I: Confiabilidade da medida dos componentes da arquitetura muscular.

Sujeitos	<i>AP 1 Dia</i>		<i>AP 2 Teste</i>		<i>EM 1 Dia</i>		<i>EM 2 Dia</i>		<i>CF 1 Dia</i>		<i>CF 2 Dia</i>	
	1 Teste	2 Teste	1 Teste	2 Teste	1 Teste	2 Teste	1 Teste	2 Teste	1 Teste	2 Teste	1 Teste	2 Teste
1	14,3	14,3	14,3	14,9	23,7	23,7	23,7	23,9	95,8	95,6	81,2	80,9
2	20,5	19,6	20,5	19,8	32,9	32,5	32,9	32,1	81,2	81,3	69,1	70,5
3	14	14,4	14	14,8	39,2	38,9	39,2	38,7	69,1	72,7	75,7	77
4	15	15,5	15	15,7	24,2	24	24,2	24,8	75,7	77,6	117	116,5
5	20,3	21,5	20,3	21,2	28,9	28,9	28,9	28	117	114,2	77	77,2
6	18,1	17,5	18,1	17,3	21,2	21,2	21,2	21,7	77	76,1	63,4	60,2
7	19,6	20	19,6	20,3	21,1	21,5	21,1	21,7	63,4	65,8	76,8	77,8
8	18	18,8	18	18,9	24,3	24,1	24,3	24,8	76,8	78,1	100	99,6
9	15,4	16,4	15,4	16	23,5	23,4	23,5	23	100	99,1	86,4	85,7
10	15,4	15	15,4	15,1	27,1	27,3	27,1	27	86,4	86,7	77	78,3
11	16,9	16,9	16,9	17	24,6	24,6	24,6	24,9	77	80,2	88,3	88,4
12	17,7	17,5	17,7	17,9	31,6	31,5	31,6	31,8	88,3	88,2	88	88,3
13	14,6	14,1	14,6	14	26,4	26,6	26,4	26	88	88,5	81	79,4
14	16,1	16,7	16,1	17	24,1	24,3	24,1	24,8	81	80,3	83,3	83,9
15	15,2	14,7	15,2	14,8	26,5	26,5	26,5	26,1	83,3	84,6	108,1	107,3
16	19,8	19,3	19,8	19,9	27,4	27,6	27,4	27,8	108,1	109,3	112,8	112,7
17	19,8	19,6	19,8	19,3	28,1	28	28,1	27,8	112,8	112,7	89,5	91
18	18,1	17,5	18,1	17,4	21	21,3	21	21,5	89,5	92,9	95,8	94,8

AP- Ângulo de penação, EM- Espessura muscular, CF- Comprimento do fascículo.

ANEXO D - Dados Brutos – Estudo 2 – Confiabilidade da Medida da Corrida De Velocidade (Sprint/T30).

Dados brutos estudo II: Confiabilidade da medida de corrida de velocidade.

Sujeitos	1 Dia		2 Dia	
	1 Teste	2 Teste	1 Teste	2 Teste
1	4,30	4,29	4,30	4,32
2	3,90	3,88	3,90	3,87
3	4	3,98	4	3,95
4	3,88	3,81	3,88	3,85
5	3,59	3,54	3,59	3,57
6	3,70	3,69	3,70	3,72
7	3,94	3,93	3,94	3,91
8	4,06	4,06	4,06	3,99
9	3,88	3,85	3,88	3,87
10	4,29	4,28	4,29	4,3
11	4,01	4	4,05	4,02
12	3,96	3,96	3,96	3,98
13	3,78	3,76	3,78	3,75
14	3,75	3,74	3,75	3,73
15	3,96	3,92	3,96	3,97
16	3,98	3,96	3,98	3,97
17	3,9	3,86	3,9	4
18	4,03	4	4,03	4,01

ANEXO E - Dados Brutos – Estudo 2 – Confiabilidade da Medida Da dos Componentes da Arquitetura Muscular

Dados brutos estudo II: Confiabilidade da medida dos componentes da arquitetura muscular.

Sujeitos	<i>AP</i> <i>1 Dia</i>		<i>AP</i> <i>2 Dia</i>		<i>EM</i> <i>1 Dia</i>		<i>EM</i> <i>2 Dia</i>		<i>CF</i> <i>1 Dia</i>		<i>CF</i> <i>2 Dia</i>	
	1 Teste	2 Teste	1 Teste	2 Teste	1 Teste	2 Teste	1 Teste	2 Teste	1 Teste	2 Teste	95,8	94,8
1	14,3	14,3	14,3	14,9	23,7	23,7	23,7	23,9	95,8	95,6	81,2	80,9
2	20,5	19,6	20,5	19,8	32,9	32,5	32,9	32,1	81,2	81,3	69,1	70,5
3	14	14,4	14	14,8	39,2	38,9	39,2	38,7	69,1	72,7	75,7	77
4	15	15,5	15	15,7	24,2	24	24,2	24,8	75,7	77,6	117	116,5
5	20,3	21,5	20,3	21,2	28,9	28,9	28,9	28	117	114,2	77	77,2
6	18,1	17,5	18,1	17,3	21,2	21,2	21,2	21,7	77	76,1	63,4	60,2
7	19,6	20	19,6	20,3	21,1	21,5	21,1	21,7	63,4	65,8	76,8	77,8
8	18	18,8	18	18,9	24,3	24,1	24,3	24,8	76,8	78,1	100	99,6
9	15,4	16,4	15,4	16	23,5	23,4	23,5	23	100	99,1	86,4	85,7
10	15,4	15	15,4	15,1	27,1	27,3	27,1	27	86,4	86,7	77	78,3
11	16,9	16,9	16,9	17	24,6	24,6	24,6	24,9	77	80,2	88,3	88,4
12	17,7	17,5	17,7	17,9	31,6	31,5	31,6	31,8	88,3	88,2	88	88,3
13	14,6	14,1	14,6	14	26,4	26,6	26,4	26	88	88,5	81	79,4
14	16,1	16,7	16,1	17	24,1	24,3	24,1	24,8	81	80,3	83,3	83,9
15	15,2	14,7	15,2	14,8	26,5	26,5	26,5	26,1	83,3	84,6	108,1	107,3
16	19,8	19,3	19,8	19,9	27,4	27,6	27,4	27,8	108,1	109,3	112,8	112,7
17	19,8	19,6	19,8	19,3	28,1	28	28,1	27,8	112,8	112,7	89,5	91
18	18,1	17,5	18,1	17,4	21	21,3	21	21,5	89,5	92,9	95,8	94,8

AP- Ângulo de penação, EM- Espessura muscular, CF- Comprimento do fascículo

ANEXO F - Dados Brutos – Estudo 1 – Efeito Agudo de uma Atividade Condicionante sobre o Desempenho da Corrida de Velocidade de Jogadores de Futebol Profissional

Dados brutos do estudo I: Característica física dos sujeitos

<i>Sujeito</i>	<i>Sexo</i>	<i>Idade (anos)</i>	<i>(MC) Kg</i>	<i>Estatutura (cm)</i>
1	M	20	67,9	174
2	M	21	59,2	168
3	M	20	60,4	171
4	M	22	67,5	174
5	M	25	74,5	181
6	M	22	82	188
7	M	21	72,2	183
8	M	19	65,3	172
9	M	19	74,9	181
10	M	21	78,5	180
11	M	22	67	172
12	M	20	66,4	177
13	M	20	73,2	181
14	M	20	54,4	167
15	M	23	68,5	175
16	M	22	72,4	179
17	M	22	70,4	172
18	M	20	80,1	183

Dados brutos do estudo I: Resultado do tempo da corrida de velocidade para a medida de base e as condições controle e experimental

<i>Sujeito</i>	<i>Medida de base</i>	<i>Controle</i>	<i>Experimental</i>
1	4,30	4,31	4,1
2	3,90	3,90	3,61
3	4,0	4,01	3,79
4	3,88	3,89	3,55
5	3,59	3,58	3,39
6	3,70	3,71	3,51
7	3,94	3,94	3,62
8	4,06	4,05	3,75
9	3,88	3,88	3,60
10	4,29	4,28	3,73
11	4,01	4,00	3,8
12	3,96	3,96	3,79
13	3,78	3,77	3,62
14	3,75	3,74	3,43
15	3,96	3,95	3,55
16	3,98	3,97	3,77
17	3,9	3,89	3,67
18	4,03	4,02	3,85

Dados brutos estudo 1: Resultado fracionado do tempo de corrida de velocidade para a medida de base e as condições controle e experimental.

Sujeitos	<i>Medida de base</i>					<i>Condição controle</i>					<i>Condição experimental</i>				
	B 1	B 2	B 3	B 4	B 5	B 1	B 2	B 3	B 4	B 5	B 1	B 2	B 3	B 4	B 5
1	0,86	0,22	0,35	0,73	2,14	0,85	0,23	0,36	0,71	2,15	0,86	0,22	0,36	0,70	2,04
2	0,8	0,21	0,39	0,56	1,94	0,81	0,21	0,39	0,55	1,95	0,78	0,20	0,32	0,53	1,71
3	0,85	0,16	0,34	0,66	1,99	0,85	0,16	0,34	0,66	1,99	0,80	0,20	0,34	0,67	1,80
4	0,77	0,19	0,35	0,61	1,96	0,77	0,19	0,35	0,61	1,96	0,78	0,19	0,33	0,60	1,62
5	0,78	0,14	0,28	0,62	1,77	0,78	0,12	0,30	0,62	1,77	0,72	0,18	0,29	0,60	1,67
6	0,78	0,13	0,29	0,62	1,88	0,78	0,12	0,30	0,62	1,88	0,74	0,19	0,31	0,62	1,65
7	0,8	0,22	0,32	0,63	1,97	0,8	0,20	0,34	0,63	1,97	0,79	0,20	0,32	0,62	1,65
8	0,82	0,26	0,35	0,62	2,01	0,83	0,26	0,35	0,61	2,01	0,81	0,20	0,34	0,63	1,82
9	0,76	0,25	0,29	0,64	1,94	0,77	0,24	0,30	0,63	1,95	0,78	0,19	0,32	0,63	1,66
10	0,86	0,22	0,35	0,71	2,15	0,86	0,22	0,35	0,71	2,15	0,86	0,21	0,36	0,71	1,59
11	0,8	0,22	0,32	0,66	2,01	0,8	0,20	0,34	0,66	2,01	0,80	0,20	0,33	0,65	1,70
12	0,8	0,21	0,39	0,56	2,00	0,81	0,20	0,40	0,56	1,99	0,79	0,20	0,33	0,66	1,81
13	0,76	0,24	0,30	0,64	1,84	0,76	0,25	0,30	0,63	1,84	0,75	0,19	0,32	0,63	1,73
14	0,75	0,22	0,28	0,63	1,87	0,75	0,19	0,31	0,63	1,87	0,74	0,21	0,30	0,62	1,56
15	0,79	0,21	0,34	0,65	1,97	0,79	0,21	0,34	0,65	1,97	0,79	0,20	0,33	0,66	1,57
16	0,8	0,20	0,33	0,66	1,99	0,81	0,21	0,31	0,65	2,00	0,79	0,20	0,33	0,67	1,78
17	0,78	0,21	0,31	0,65	1,95	0,78	0,20	0,32	0,65	1,95	0,78	0,19	0,33	0,65	1,72
18	0,81	0,19	0,34	0,68	2,01	0,83	0,19	0,31	0,69	2,02	0,81	0,20	0,33	0,67	1,84

B1 =Barreira 1- Distância entre 0-6 metros, B2 =Barreira 2- Distância entre 6-12 metros, B3 =Barreira 3- Distância entre 12-18 metros, B4 =Barreira 4- Distância entre 18-24 metros, B5 =Barreira 5- Distância entre 24-30 metros.

Dados brutos estudo 1: Resultado do componentes da arquitetura muscular da medida de base e as condição controle e experimental.

Sujeitos	<i>AP</i>			<i>EM</i>			<i>CF</i>		
	Medida de base	Controle	Experimental	Medida de base	Controle	Experimental	Medida de base	Controle	Experimental
1	14,3	14,3	16,9	23,7	23,5	29	95,8	97,2	100,9
2	20,5	16,8	17,1	32,9	28,1	25,1	81,2	82,1	89,9
3	14	12,7	16,5	38,2	24,5	21,7	69,1	70,1	90,6
4	15	18,4	15,8	24,2	24,1	22,4	75,7	76,2	90,7
5	20,3	17,8	17	28,9	29,8	28,4	117	116,9	116,2
6	18,1	16,1	15,9	21,2	20	27,8	77	77	104,1
7	19,6	22,9	19,7	21,1	21	29,5	63,4	63,95	104,1
8	18	15,6	19,8	24,3	23,5	21,2	76,8	77,2	84,9
9	15,4	17	15,4	23,5	23,5	24	100	99,34	102,9
10	15,4	12,8	16,2	27,1	29,1	23,5	86,4	87,1	85,8
11	16,9	12,9	15,2	24,6	25,4	23,2	77	76,9	83,8
12	17,7	18,6	18,4	31,6	32,4	32,8	88,3	88,2	111,7
13	14,6	16,3	14,7	26,4	27,3	25,3	88	87,9	112,9
14	16,1	13,4	15,6	24,1	23,7	26,2	81	80,9	118,4
15	15,2	16,3	17	26,5	27,4	28,4	83,3	83,66	95,2
16	19,8	16,3	18,2	27,4	27,3	27,5	108,1	107,4	109
17	19,8	15,4	14,5	28,1	20,8	30,8	112,8	112,7	113,1
18	18,1	18,2	18,4	21	21,5	21,5	89,5	88,99	91

AP- Ângulo de penação, EM- Espessura muscular, CF- Comprimento do fascículo.

ANEXO G - Dados Brutos – Estudo 2 – Efeito Crônico de uma Atividade Condicionante sobre o Desempenho da Corrida de Velocidade e na Arquitetura Muscular Jogadores de Futebol Profissional

Dados brutos do estudo 2: Característica física dos sujeitos.

Grupo controle					Grupo experimental				
Sujeitos	Sexo	Idade (anos)	Massa (Kg)	Altura (Cm)	Sujeitos	Sexo	Idade (anos)	Massa (Kg)	Altura (cm)
1	M	20	60,4	171	1	M	20	67,9	174
2	M	22	67,5	174	2	M	21	59,2	168
3	M	19	65,3	172	3	M	25	74,5	181
4	M	21	78,5	180	4	M	22	82	188
5	M	22	67	172	5	M	21	72,2	183
6	M	23	68,5	175	6	M	19	74,9	181
7	M	22	72,4	179	7	M	20	66,4	177
8	M	22	70,4	172	8	M	20	73,2	181
9	M	20	80,1	183	9	M	20	54,4	167

Dados brutos do estudo 2: Resultados do tempo de corrida fracionado ao longo de quatro semanas de treinamento para o grupo controle.

Grupo controle 15 metros						Grupo controle 30 metros					
Sujeitos	Pré	S1	S2	S3	S4 (pós)	Sujeitos	Pré	S1	S2	S3	S4 (pós)
1	2,16	2,1	2,13	2,15	2,14	1	4,29	4,3	4,29	4,28	4,28
2	2,02	2	2,03	2,02	2	2	4,01	4	4	3,99	4,02
3	1,98	2	2	1,9	1,97	3	3,96	4	3,95	4	3,99
4	1,9	1,9	1,92	1,88	1,9	4	3,78	3,79	3,78	3,77	3,77
5	1,86	1,89	1,89	1,88	1,88	5	3,75	3,75	3,75	3,73	3,74
6	1,96	2	2	2	1,98	6	3,96	3,96	3,97	3,98	3,96
7	1,99	2	2,02	1,99	1,99	7	3,98	4	3,97	3,96	3,96
8	1,96	1,99	2,01	2	1,98	8	3,9	4	4	4	3,93
9	2,03	1,98	2,04	2	2	9	4,03	4	4,01	4,02	4

S- Semanas de treinamento, pós- Após quatro semanas de treinamento.

Dados brutos do estudo 2: Resultados do tempo de corrida fracionado ao longo de quatro semanas de treinamento para o grupo experimental.

<i>Grupo Experimental 15 metros</i>						<i>Grupo Experimental 30 metros</i>					
Sujeitos	Pré	S1	S2	S3	S4 (pós)	Sujeitos	Pré	S1	S2	S3	S4 (pós)
1	2,10	2,15	2,15	2,11	2,06	1	4,30	4,29	4,31	4,25	4,08
2	1,93	1,94	1,97	1,89	1,87	2	3,90	3,91	3,91	3,76	3,69
3	2,01	2,05	2,02	1,97	2	3	4	4,03	4,02	3,98	3,98
4	1,96	1,96	1,94	1,95	1,92	4	3,88	3,87	3,89	3,88	3,79
5	1,8	1,81	1,78	1,76	1,78	5	3,59	3,59	3,58	3,5	3,51
6	1,88	1,9	1,87	1,82	1,85	6	3,70	3,8	3,71	3,66	3,66
7	1,94	1,96	1,95	1,96	1,93	7	3,94	3,9	3,89	3,87	3,82
8	2,05	2,02	2,06	2,03	1,95	8	4,06	4,06	4,08	4	3,89
9	1,96	1,97	1,95	1,92	1,9	9	3,88	3,88	3,87	3,8	3,68

S- Semanas de treinamento, pós- Após quatro semanas de treinamento.

Dados brutos estudo 2: Resultado dos componentes da arquitetura muscular após quatro semanas de treinamento para os grupos controle e experimental.

Sujeitos	<i>Grupo controle</i>							<i>Grupo experimental</i>						
	Ângulo de penação		Espessura muscular		Comprimento do fascículo			Sujeitos	Ângulo de penação		Espessura muscular		Comprimento do fascículo	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós			Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
1	14,3	14,3	23,7	23,6	95,8	95,9	1	15,4	16,2	27,1	23,5	86,4	87	
2	20,5	16,8	32,9	32,5	81,2	82,3	2	16,9	17,9	24,6	23,2	77	83,8	
3	14	12,7	38,2	38,3	69,1	70	3	17,7	18,4	31,6	32,8	88,3	111,7	
4	15	18,4	24,2	24,1	75,7	75,9	4	14,6	16,9	26,4	25,3	88	112,9	
5	20,3	17,8	28,9	28,5	117	116,9	5	16,1	17,9	24,1	26,2	81	118,4	
6	18,1	16,1	21,2	21,6	77	77	6	15,2	17	26,5	28,4	83,3	95,2	
7	19,6	22,9	21,1	21	63,4	63,54	7	19,8	21,4	27,4	27,5	108,1	109	
8	18	15,6	24,3	23,5	76,8	77,21	8	19,8	24,5	28,1	30,8	112,8	113,1	
9	15,4	17	23,5	23,5	100	99,5	9	18,1	20,2	21	21,5	89,5	91	