
Artigo original

Efeitos do horário do dia no desenvolvimento de força isométrica máxima em adolescentes não treinados

Time of day effects in isometric strength development in untrained adolescents

José Eduardo Lattari Rayol Prati*, Sergio Eduardo de Carvalho Machado**, Edmilson Batista de Carvalho***, Vernon Furtado da Silva****

Mestrando em Saúde Mental - Laboratório de Mapeamento Cerebral e Integração Sensório-Motora – IPUB/UFRJ*, *Doutorando em Saúde Mental - Laboratório de Mapeamento Cerebral e Integração Sensório-Motora – IPUB/UFRJ, Professor da Universidade Castelo Branco - UCB*, ****Universidade Castelo Branco, Rio de Janeiro, RJ*

Resumo

O presente estudo investigou os efeitos do horário do dia no desenvolvimento de força isométrica máxima em adolescentes não treinados. Participaram do estudo 20 adolescentes na faixa etária 15 a 17 anos, gênero masculino. 10 participantes treinaram força isométrica máxima no horário vespertino entre 15:00 h e 18:00 h e os outros 10 treinaram o mesmo em horário diurno entre 7:00 h e 10:00 h. Ambos os grupos foram submetidos a um teste de força isométrica máxima para os músculos flexores de cotovelo para qual foi utilizado um transdutor de força Biopac de modelo TSD130c. O treinamento foi realizado em dias alternados, em horários vespertinos para um grupo e diurno, para o outro. O programa ocorreu em 3 sessões semanais durante 4 semanas, onde 3 séries de 5 contrações máximas com 5 segundos e intervalo de 1 minuto foram executados. Os resultados revelaram uma diferença significativa entre os períodos, sendo $p < 0,05$, favorecendo o grupo treinado no horário vespertino. Conclui-se que o treinamento de força isométrica realizado no horário vespertino produziu maiores ganhos de quando comparados ao horário diurno para esses adolescentes.

Palavras-chave: horário do dia, força isométrica, adolescentes.

Abstract

The present study investigated the time of day effects in maximum isometric strength development in untrained adolescents. 20 male adolescents 15 to 17 years old participated in the study. 10 participants trained maximum isometric strength in the afternoon between 3:00 and 6:00 pm, and 10 trained the same exercise, in the morning between 7:00 and 10:00 am. Both groups were submitted to a test of maximum isometric strength for the elbow flexor muscles where a Biopac force transducer model TSD130c was used. The training was performed in alternate days, in the evening for a group and in the morning for the other. The program was scheduled in 3 sessions/week during 4 weeks, where 3 sets of 5 maximum contractions for 5 seconds and 1 minute interval were performed. The results demonstrated a significant difference among the periods, being $p < 0.05$, favoring the group in the evening schedule. It was concluded that the isometric strength training accomplished in the evening produced better results when compared to the training developed during the morning for those adolescents.

Key-words: time of day, isometric strength, adolescents.

Introdução

Nos últimos anos, muito se têm discutido em relação à influência dos ritmos circadianos (as 24 h do ciclo circadiano completo) em vários índices do desempenho muscular. Sugere-se que os maiores ganhos seriam conseguidos quando o treinamento fosse executado em um horário particular. A especificidade temporal pode significar que, independente do horário do dia, a adaptação ao treinamento será maior se o treinamento for executado em um horário particular [1].

Estudos relatam que o desempenho muscular máximo é melhor geralmente mais para o final da tarde, no pico da curva da temperatura corporal [2-4]. Outros estudos demonstram que ocorre uma influência significativa de um ritmo circadiano na contração voluntária máxima [5] e no pico de torque isocinético [2] caracterizada por uma acrofase (tempo do valor do pico) atrasada pela tarde.

A magnitude da variação diária de força difere de acordo com o grupo muscular testado, a modalidade da contração e da duração do esforço, conforme mostra o estudo de Col-dwells *et al.* [6] no qual se verificou uma variação de pico de 17,9% para a extensão isométrica máxima do joelho. Os achados de Deschenes *et al.* [5] verificaram um efeito significativo do horário do dia no pico do torque concêntrico máximo dos músculos extensores do joelho a uma velocidade angular de 3.14 rad s^{-1} .

Sendo assim, o presente estudo tem como objetivo, verificar os efeitos do horário do dia no desenvolvimento de força isométrica máxima em sujeitos destreinados.

Material e métodos

Amostra

Foram selecionados 20 adolescentes do sexo masculino, idade entre 15 e 17 anos, não treinados e não apresentando qualquer distúrbio físico ou mental. Os sujeitos foram divididos aleatoriamente em dois grupos compostos por dez indivíduos, um grupo referente ao horário matutino (7:00 h e 10:00 h) e o outro grupo referente ao horário vespertino (15:00 h e 18:00 h).

O presente estudo atendeu as Normas para a Realização de Pesquisa em Seres Humanos, Resolução 196/96, do Conselho Nacional de Saúde de 10/10/1996.

Avaliação da força muscular

Cada participante se submeteu a um teste de flexão do cotovelo para se determinar a força isométrica máxima dos músculos envolvidos, antes e depois do programa de treinamento dentro do referido horário estabelecido para o treinamento. Foi utilizado um transdutor de força Biopac de modelo TSD130c (Biopac System Inc., Santa Barbara CA). O

transdutor do equipamento foi usado como elo central de uma corrente de aço. Uma ponta da corrente estava fixada numa base rígida e do outro lado foi posta uma barra reta curta ou uma manopla padrão utilizada em salas de musculação. Para tal foram adotados os seguintes procedimentos:

o indivíduo foi posicionado de pé, com os pés apoiados no solo, joelhos levemente flexionados, estando o comprimento da corrente ajustada para permitir que o cotovelo estivesse numa posição de 90° determinado por meio de um goniômetro pelos pontos anatômicos acromial, epicôndilo lateral do úmero e processo estilóide do rádio;

a pegada utilizada foi a de supinação para evitar possíveis aumentos na co-ativação do tríceps braquial. Ao comando, o indivíduo tinha que realizar a flexão de cotovelo o máximo que pudesse durante 6 segundos, puxando a manopla presa à base fixa, realizando assim, uma contração isométrica voluntária máxima dos flexores de cotovelo.

Programa de treinamento

A carga de treinamento foi determinada através do teste de força dinâmica máxima (1RM) na polia inferior do aparelho pulley. A carga obtida no teste de 1 RM foi adotada durante o treinamento isométrico máximo. O protocolo de treinamento de força isométrica máxima consistiu de três sessões semanais realizadas durante 4 semanas de treinamento. O treinamento foi realizado por um grupo no horário diurno entre 7:00 h e 10:00 h e por outro grupo no horário vespertino entre 15:00 h e 18:00 h, com exercícios de flexão de cotovelo, estando a uma angulação 90° , no aparelho de musculação (pulley baixo). Foram realizadas 3 séries de 5 contrações isométricas máximas de 5 segundos, com intervalo de 1 minuto entre cada uma dentro dos respectivos horários.

Análise estatística

A análise de dados foi realizada através de estatística descritiva, na qual se incluiu a relação de média e desvio padrão das diferenças de ganhos obtidos pelos grupos. Além disto, foi realizado um teste t pareado sobre os valores médios dos grupos, e um Teste t de Student para amostras independentes sobre os ganhos percentuais individuais, tendo como nível de significância ($p \leq 0,05$).

Resultados

Através da análise de dados comparando-se os valores médios, verificou-se que tanto o grupo matutino (GM) quanto o grupo vespertino (GV) apresentaram aumentos significativos de força. Porém o GV foi superior ao grupo diurno GM. Tais resultados puderam ser observados quando foi aplicado o teste t pareado comparando os resultados dos testes com os resultados dos re-testes em cada um dos grupos, conforme mostra a Tabela I.

Tabela I - Teste *t* pareado para o GM e GV.

Testes	Teste GM	Re-teste GM	Teste GV	Re-teste GV
Média (kg)	22,77 ± 0,85	25,43 ± 0,73	26,98 ± 1,15	31,16 ± 0,95
Diferença entre teste e re-teste	2,66 ± 0,12		4,18 ± 0,20	
p	0,000		0,000	

Os percentuais de ganho de cada um dos indivíduos foram calculados aplicando a seguinte fórmula: % de ganho = ((Pós-teste x 100) / pré-teste) - 100. Portanto optou-se pela utilização do teste *t* de Student para amostras independentes presumindo variâncias equivalentes. Dessa maneira, verificou-se que a diferença encontrada nas médias dos ganhos percentuais foi significativa ($p = 0,000$), revelando uma superioridade do grupo vespertino em relação ao grupo diurno, conforme mostra a Tabela II.

Tabela II - Teste *t* para amostras independentes.

	Ganhos % GM	Ganhos % GV
Médias	4,20 ± 0,37	5,73 ± 1,29
Diferença entre as médias de ganhos % do G2 - G1	1,53 ± 0,82	
P	0,000	

Discussão

O presente estudo tem como objetivo verificar os efeitos do horário do dia no desenvolvimento de força isométrica máxima em adolescentes não treinados. Nossos resultados mostraram uma superioridade do grupo que realizou treinamento no horário vespertino em relação ao que realizou no horário matutino, apresentando valores mais significativos de força isométrica máxima. Corroborando com nossos resultados, Gauthier *et al.* [7] verificaram em jovens saudáveis uma maior eficiência neuromuscular (pico) às 18:00 h, juntamente com uma maior ativação muscular também às 18:00 h em contrações isométricas máximas e sub-máximas de flexão do cotovelo. De maneira bastante semelhante, Gauthier *et al.* [3] também observaram um pico de torque por volta das 17:55h.

A temperatura tem sido indicada como uma possível variável influenciadora nessa resposta da força. Muitos estudos mostram que as diversas manifestações da força muscular atingem seu ápice no período vespertino entre 14 e 19 horas [8,10,11]. Partindo desse mesmo princípio, Cappaert [9] verificou que o horário vespertino propiciou melhores resultados na realização de testes de força isocinético e isotônica de flexão e extensão de joelho e isotônica de preensão manual. Porém, independentemente da temperatura, os aumentos de força são superiores no horário vespertino em relação ao matutino, conforme indica o estudo de Racinais *et al.* [12]. Nesse estudo foram demonstrados que quando os sujeitos eram expostos em ambientes aquecidos ocorria aumento da potência muscular, porém esse aumento era superior no horário vespertino em relação ao matutino. Talvez esse aumento da temperatura

corporal, possa ser o desencadeador de um comando central enviando informações adicionais vias cortico-espinais, aumentando assim, a frequência de disparos das unidades motoras [13]. Entretanto, há de se ressaltar, que a temperatura parece não ser a justificativa principal para o aumento da força muscular, já que no estudo realizado por Racinais *et al.* [14] foi verificado que uma exposição em ambiente quente, tanto no horário vespertino quanto no matutino, não promoveu efeitos passivos de aquecimento.

Diversas evidências levam a crer que as diferenças na força muscular em diferentes horários do dia não ocorrem somente por alterações na temperatura corporal [13]. Tais diferenças também podem ser atribuídas a alterações de parâmetros como níveis intracelulares do Pi, liberação de Ca²⁺ e sensibilidade da fibra do músculo ao Ca²⁺¹⁴, além de diferenças hormonais durante o dia, como observado através de concentrações de cortisol plasmático, beta-endorfina e de catecolaminas na urina [15].

O ritmo circadiano hormonal possui importantes flutuações durante o dia podendo influenciar diretamente nesse processo. A relação testosterona/cortisol se dá de forma diferente no horário vespertino (18:00 h) quando comparado ao horário diurno (6:00 h). Tais resultados foram demonstrados pelo estudo de Bird e Tarpenning [16] onde as concentrações de cortisol no pré-exercício foram significativamente mais baixas na sessão vespertina (18:00 h). Isto resultou em um valor de pico mais baixo, acompanhado por um aumento da testosterona, sugerindo um ambiente catabólico reduzido.

Conclusão

Conclui-se que o horário vespertino foi o mais apropriado para desenvolver maiores níveis de força isométrica máxima. Com isso, atividades que necessitam desempenhar força isométrica máxima, como, por exemplo, a ginástica olímpica, há necessidade de realizar exercícios estáticos específicos em determinados ângulos. Partindo desses princípios, o horário mais adequado para realização de treinamentos seria o vespertino.

Recomenda-se, portanto, que sejam realizados novos estudos relacionados à força, em outros horários, como o noturno, utilizando outros tipos de ação muscular, tais como a concêntrica e excêntrica, e também a isocinética. Além disso, sugerimos a utilização de diferentes equipamentos, como a Eletroencefalografia quantitativa (EEGq), na busca de melhor compreender a influencia dos horários do dia nos mecanismos centrais relacionados à força muscular.

Referências

1. Hill DW, Leiferman JA, Lynch NA, Dangelmaier BS, Burt SE. Temporal specificity in adaptations to high intensity exercise training. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:450-5.
2. Deschenes MR, Kraemer WJ, Bush JA, Doughty TA, Kim D, Mullen KM et al. Biorhythmic influences on functional capacity of human muscle and physiological responses. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:1399-407.
3. Gauthier A, Davenne D, Gentil C, Van Hoecke J. Circadian rhythm in the torque developed by elbow flexors during isometric contraction: effect of sampling schedules. *Chronobiol Int* 1997;14:287-94.
4. Gauthier A, Davenne D, Martin A, Van Hoecke J. Time of day effects on isometric and isokinetic torque developed during elbow flexion in humans. *Eur J Appl Physiol* 2001;84:249-52.
5. Callard D, Davenne D, Gauthier A, Lagarde D, Van Hoecke J. Circadian rhythms in human muscular efficiency: continuous physical exercise versus continuous rest. A crossover study. *Chronobiol Int* 2000;17:693-704.
6. Coldwells A, Atkinson G, Reilly T. Sources of variation in back and leg dynamometry. *Ergonomics* 1994;37:79-86.
7. Gauthier A, Davenne D, Martin A, Cometti G, Van Hoecke J. Diurnal rhythm of the muscular performance of elbow flexors during isometric contractions. *Chronobiol Int* 1996;13:135-46.
8. Martin A, Carpentier A, Guissard N, van Hoecke J, Duchateau J. Effect of time of day on force variation in a human muscle. *Muscle Nerve* 1999;22:1380-7.
9. Cappaert TA. Time of day effect on athletic performance: an update. *J Strength Cond Res* 1999;13:412-21.
10. Souissi N, Gauthier A, Sesboué B, Larue J, Davenne D. Effects of regular training at the same time of day on diurnal fluctuations in muscular performance. *J Sports Sci* 2002;20:929-37.
11. Wyse JP, Mercer TH, Gleeson NP. Time of day dependence of isokinetic leg strength and associated interday variability. *Br J Sports Med* 1994;28:167-70.
12. Racinais S, Blanc S, Hue O. Effects of active warm-up and diurnal increase in temperature on muscular power. *Med Sci Sports Exerc* 2005;37:2134-9.
13. De Mello MT, Tufik S. Atividade física, exercício físico e aspectos psicobiológicos. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2004.
14. Racinais S, Chamari K, Hachana Y, Bartagi Z, Blanc S, Hue O. Effect of an acute hot and dry exposure in moderate warm and humid environment on muscle performance at different times of day. *Int J Sports Med* 2006;27:49-54.
15. Garret JR WE, Kirkendall DT. A ciência do exercício e dos esportes. Porto Alegre: Artmed; 2003.
16. Bird SP, Tarpenning KM. Influence of circadian time structure on acute hormonal responses to a single bout of heavy-resistance exercise in weight-trained men. *Chronobiol Int* 2004;21:131-46.