

VARIAÇÕES CIRCADIANAS DO PICO DE FORÇA DE EXTENSÃO DE JOELHO E DA TEMPERATURA CORPORAL.

Rafael Pereira^{1,2}; Marco Machado², Felipe Sampaio-Jorge^{1,3}; Luciano G. Pereira^{1,2}; Alderico de Paula¹; Rodrigo A. Lazo-Osório¹

¹ Universidade do Vale do Paraíba – UNIVAP (São José dos Campos, SP - Brasil) ralo@univap.br

² Laboratório de Fisiologia e Biocinética – UNIG (Itapeuna, RJ - Brasil) rafaelpereira@brjb.com.br

³ Laboratório de Análise do Movimento – ISECNSA (Campos dos Goytacazes, RJ – Brasil)

Resumo- Diversas atividades esportivas dependem da produção de grandes quantidades de força em curtos espaços de tempo, existindo um grande número de variáveis que podem influenciar neste desempenho de força. O objetivo deste trabalho é verificar se há variação na capacidade de produção de força máxima, através da identificação do Pico de força de extensão de joelho, em 3 horários distintos do dia (manhã, tarde e noite). Observou-se que Pico de força variou de modo significativo, sendo maior no período da noite em relação à manhã e tarde, a variável temperatura corporal, usada como controle de variações circadianas apresentou-se significativamente menor no período da manhã em relação aos períodos da tarde e noite. A variação circadiana no Pico de força, sendo maior no período da noite, poderia justificar o melhor desempenho em diversas atividades esportivas nos períodos mais tardes do dia (após as 18:00h), o que está relacionado ao maior número de recordes em diversas atividades esportivas nestes períodos.

Palavras-chave: Pico de força, temperatura corporal, ciclo circadiano.

Área do Conhecimento: Fisiologia do Exercício

Introdução

É descrito na literatura que a realização de exercícios pode influenciar o ritmo biológico e que respostas fisiológicas diferentes são observadas após realização de exercícios em diferentes horários do dia (DIMITRIOU, SHARP & DOHERTY, 2002).

Por outro lado, estudos indicam que o ciclo circadiano, que corresponde a variações fisiológicas cíclicas decorridas em um período completo de 24 horas, possa influenciar o desempenho físico, devido às modificações cíclicas na secreção hormonal e na temperatura corporal, no entanto, resultados contraditórios são encontrados em relação ao desempenho muscular nos diferentes horários do dia (DESCHENES et al 1998; RACINAIS et al, 2005).

Estudos envolvendo análise da performance física em atividades aeróbicas, e de resistência são amplamente encontradas na literatura (BERNARD et al, 1998; ŞEKIR; ÖZYENER & GÜR, 2002; KLINE et al, 2007), no entanto, a variação da força muscular tem sido pouco citada, não sendo encontrados estudos que analisem a capacidade de gerar força explosiva nos diferentes horários do dia. (DESCHENES et al 1998; RACINAIS et al, 2005).

Postula-se que a capacidade de gerar força muscular também seja influenciada pelo ciclo circadiano, sendo maior no período noturno (Racianis et al, 2005; Deschenes et al, 1998), não sendo encontrado trabalhos que analisem a

produção de força explosiva, manifestada nos primeiros 200ms de contração isométrica voluntária máxima.

Metodologia

AMOSTRA: Participaram 30 indivíduos, adultos jovens saudáveis com idade entre 18-30 anos, sedentários e do gênero masculino que não apresentavam doenças osteomioarticulares.

INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS: Todos os participantes foram inicialmente esclarecidos sobre os procedimentos do experimento e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, em seguida foram mensuradas a estatura e massa corporal total dos indivíduos (Tabela 1).

Tabela 1- Características dos sujeitos. Média ± desvio padrão da idade e das características antropométricas.

	Idade (anos)	Estatura (cm)	MCT (Kg)	IMC
Média	22	175.9	76.9	25
EP	0.5	1.1	2.0	0.6

Foi realizada distribuição randômica dos horários para cada indivíduo, de modo que os mesmos realizassem os procedimentos experimentais em três horários diferentes (manhã, tarde e noite) e em dias diferentes, sendo o

intervalo entre os dias de coleta referentes a 48 horas, conforme exposto na Figura 1.

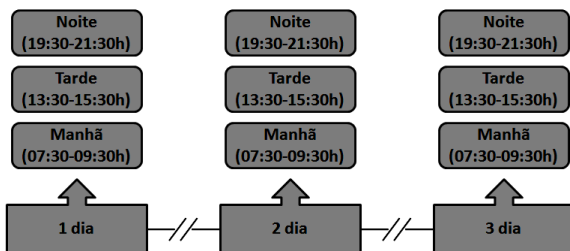


Figura 1 – Organização das coletas (intervalo de 48 horas entre os dias de coleta).

Em cada dia o indivíduo era submetido a 5 min de adaptação ao ambiente do laboratório, o qual teve a temperatura controlada entre 23° e 25°, sendo a temperatura corporal aferida após período de adaptação, através de termômetro axilar com sensibilidade de 0.1°C (BD® - Germany), em seguida realizou-se 5 minutos de aquecimento em bicicleta ergométrica, sem carga e com velocidade constante de 60 rpm, sendo então submetidos a um teste de contração isométrica voluntária máxima (CIVM) de extensão de joelho a 110° de extensão, com duração de 6 segundos, o procedimento de CIVM era realizado novamente com intervalo de 2 minutos, sendo analisado o melhor desempenho entre as duas tentativas.

Para coleta da CIVM foi utilizado um transdutor de força de tração-compressão (EMG System Brasil) para quantificação da força, que foi simultaneamente registrada através do sistema de aquisição de dados modelo EMG800C (EMG System Brasil), sendo a frequência de amostragem de 2 KHz. A análise do pico de força foi realizada através da identificação do ponto de maior valor na curva momento/tempo nos primeiros 200ms de contração muscular.

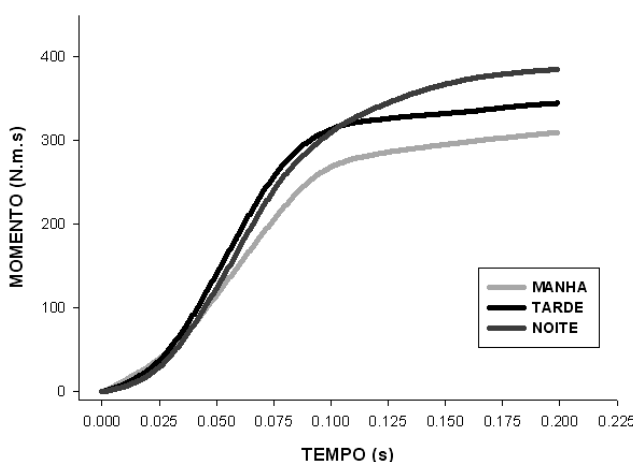


Figura 2 - Desempenho de força nos primeiros 200ms de extensão de joelho nos diferentes horários do dia.

ANÁLISE ESTATÍSTICA: Para testar a normalidade ou não da amostra foi utilizado o teste Shapiro-Wilk, com nível de significância de $p \leq 0.05$. Como as variáveis estudadas apresentaram distribuição normal, foi utilizado ANOVA - Oneway, com nível de significância de $p \leq 0.05$ para comparação da igualdade ou não das médias das variáveis Pico de força e temperatura corporal nos períodos do dia estudados. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados em Software SPSS 13.0 for Windows (LEAD Technologies, 2004).

Os resultados são apresentados como média±erro padrão (EP) da idade, características antropométricas, temperatura corporal e Pico de força isométrico.

O trabalho teve aprovação no comitê de ética e pesquisa da UNIVAP, protocolo nº H194/CEP/2007 e os participantes assinaram voluntariamente um termo de participação no qual havia a descrição dos procedimentos a que seriam submetidos conforme a resolução nº 251, de 07/08/1997 do CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE e na resolução números 196, de 10/10/1996 que são as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos.

Resultados

A tabela 2 apresenta o desempenho da força muscular através do pico de força alcançado durante o período de contração estudado (200ms), sendo a temperatura menor na manhã em relação à tarde e noite e o Pico de força maior no período da noite em relação à manhã ($p < 0.05$).

Tabela 2- Média±EP Pico de força (N) e temperatura corporal (°C) nos três períodos estudados (manhã, tarde e noite).

	Pico de Força (N)	Temperatura Corporal (°C)
Manhã	313±20	35.8±0.1**
Tarde	345±22	36.2±0.1
Noite	388±18*	36.2±0.1

(*) Maior Pico de força em relação à manhã ($p < 0.05$).

(**) Menor temperatura em relação à tarde e noite ($p < 0.05$).

Discussão

Os resultados obtidos neste estudo demonstram haver variação da temperatura corporal durante o dia. A diferença da temperatura corporal observada neste trabalho corrobora com os de outros estudos (DALTON, MCNAUGHTON, DAVOREN, 1997; DESCHENES et al, 1998; RACIANIS et al, 2005; GUETTE, GONDIN, MARTIN, 2005), sendo a temperatura na manhã

menor que no período da tarde, o mesmo se aplica à temperatura da noite se comparada com a manhã. A variação na temperatura corporal é indicada como um bom marcador de mudanças fisiológicas mediadas pelo ciclo circadiano (HANNEMAN, 2001).

A capacidade de gerar força em um curto espaço de tempo representa uma capacidade física denominada força explosiva, a qual é uma importante variável em situações esportivas, como artes marciais, futebol, vôlei, beisebol (PAAVOLAINEN et al, 1999), e também para evitar quedas em idosos (SKELTON, KENNEDY, RUTHERFORD, 2002). A análise da curva de força nos primeiros 200ms fornece um parâmetro para análise da força explosiva (BAKER, WILSON, e CARLYON, 1994; Aagaard et al, 2002). Segundo Aagaard et al (2002) Movimentos rápidos e que demandam produção do máximo de força possível podem envolver um tempo de 50-200ms. Diversas metodologias são empregadas para a mensuração da capacidade de produção de força neste intervalo de até 200ms, sendo a análise do Pico de força isométrico uma importante variável.

Postula-se que a capacidade de gerar força muscular também seja influenciada pelo ciclo circadiano. Racionis et al (2005) constataram diferença nas medidas de força isométrica e na ativação eletromiográfica de indivíduos saudáveis em diferentes horários do dia e em circunstâncias de temperatura e umidade diferentes, já Deschenes et al (1998) só observaram variação no desempenho muscular de força em velocidades angulares altas através da dinamometria isocinética. Nota-se, então divergência nos estudos relacionados à performance muscular nos diferentes horários do dia, não sendo encontrado trabalhos que analisem a produção de força explosiva, manifestada nos primeiros 200ms de contração isométrica voluntária máxima.

O presente estudo demonstra que a capacidade de gerar força explosiva varia durante o dia, sendo maior durante os períodos mais tardios do dia, denominado neste estudo como período da noite (19:30-21:30h). A maior produção de força no período da noite corrobora com estudos anteriores (BERNARD et al, 1998; DESCHENES et al, 1998; RACIANIS et al, 2005).

As variações na temperatura corporal e na secreção de hormônios durante o dia podem justificar a diferença no Pico de força isométrico. A temperatura corporal é indicada como um fator que influencia a capacidade de produzir força, sendo relatado aumento da capacidade de produção de força com o aumento da temperatura (FARINA et al 2005; PETROFSKY & LAYMON, 2005), o que corrobora com o resultado obtido, onde as maiores temperaturas são observadas no período da noite, coincidindo com o aumento do pico de força.

A disponibilidade de nutrientes também pode influenciar a capacidade de produção de força explosiva, já que esta está relacionada grandes gastos de ATP em curtos espaços de tempo (MCARDLE, KATCH e KATCH, 2003).

A maior secreção de glicocorticóides no período da manhã também pode influenciar o transporte de glicose, conforme citado na literatura (HABER & WEINSTEIN, 1992; SINGLETON, BAKER, THORBURN, 2000), o que poderia ser um fator limitante na produção de força.

O resultado obtido neste estudo corrobora com o relato de que recordes mundiais em diversas atividades esportivas são usualmente quebrados no início da noite (early evening), coincidindo com os picos de temperatura corporal (ATKINSON & REILLY, 1996; GUETTE, GONDIN, MARTIN, 2005).

Conclusão

A temperatura corporal e o pico de força isométrico apresentam variação circadiana, sendo maiores em períodos no período da noite, o que pode justificar o melhor desempenho atlético e maior número de Record nestes períodos.

Referências

- ATKINSON, G. & REILLY, T. Circadian variation in sports performance. *Sports Med.* 21: 292-312, 1996.
- BAKER D, WILSON G, AND CARLYON B. Generality versus specificity: a comparison of dynamic and isometric measures of strength and speed-strength. *Eur J Appl Physiol.* 68: 350-355, 1994.
- BERNARD, T.; GIACOMONI, M.; GAVARRY, O.; SEYMAT, M.; FALGAIRETTE, G. Time-of-day effects in maximal anaerobic leg exercise. *Eur J Appl Physiol.* 77: 133-138, 1998.
- DALTON, B.; MCNAUGHTON, L.; DAVOREN, B. Circadian rhythms have no effect on cycling performance. *Int. J. Sports Med.* 18: 538-542, 1997.
- DESCHENES, M. R.; KRAEMER, W. J.; BUSH, J. A.; DOUGHTY, T. A.; KIM, D.; MULLEN, K. M.; RAMSEY, K. Biorhythmic influences on functional capacity of human muscle and physiological responses. *Med. Sci. Sports Exerc.* 30: 1399-1407, 1998.
- DIMITRIOU, L.; SHARP, N. C. C.; DOHERTY, M. Circadian effects on the acute responses of salivary cortisol and IgA in well trained swimmers. *Br. J. Sports Med.* 36: 260-264, 2002.

- FARINA D., FATTORINI L., FELICI F., FILLIGOI G. Nonlinear surface EMG analysis to detect changes of motor unit conduction velocity and synchronization. *J Appl Physiol.* 93: 1753–1763, 2002.
- GUETTE M, GONDIN J, MARTIN A. Time-of-day effect on the torque and neuromuscular properties of dominant and non-dominant quadriceps femoris. *Chronobiol Int.* 22: 541–58, 2005.
- HABER, R.S.; WEINSTEIN, S.P. Role of glucose transporters in glucocorticoid-induced insulin resistance. GLUT4 isoform in rat skeletal muscle is not decreased by dexamethasone. *Diabetes.* 41: 728-735, 1992.
- HANNEMAN, S.K. Measuring Circadian Temperature Rhythm. *Biological Research for Nursing.* 2: 236-248, 2001.
- KLINE, C.E.; DURSTINE, J.L.; DAVIS, J.M.; MOORE, T.A.; DEVLIN, T.M.; ZIELINSKI, M.R.; YOUNGSTEDT, S.D. Circadian variation in swim performance. *J Appl Physiol.* 102: 641–649, 2007.
- MCARDLE, W.D.; KATCH, F. I.; KATCH, V.L. *Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano.* 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.
- PAAVOLAINEN, L; HÄKKINEN, K; HÄMÄLÄINEN, I; NUMMELA, A; RUSKO, H. Explosive-strength training improves 5-km running time by improving running economy and muscle power. *J. Appl. Physiol.* 86: 1527–1533, 1999.
- PETROFSKY J., LAYMON M. The Relationship between Muscle Temperature, MUAP Conduction Velocity and the Amplitude and Frequency Components of the Surface EMG During Isometric Contractions. *Basic Appl Myol.* 15: 61-74, 2005.
- RACINAIS, S.; BLONC, S.; JONVILLE, S.; HUE, O. Time of Day Influences the Environmental Effects on Muscle Force and Contractility. *Med. Sci. Sports Exerc.* 37: 256–261, 2005.
- ŞEKIR, U.; ÖZYENER, F.; GÜR, H. Effect of time of day on the relationship between lactate and ventilatory thresholds: a brief report. *Journal of Sports Science and Medicine.* 1: 136-140, 2002.
- SINGLETON, J. R.; BAKER, B. L.; THORBURN, A. Dexamethasone Inhibits Insulin-Like Growth Factor Signaling and Potentiates Myoblast Apoptosis. *Endocrinology.* 141: 2945–2950, 2000.
- SKELTON, D.A; KENNEDY, J; RUTHERFORD, O.M. Explosive power and asymmetry in leg muscle function in frequent fallers and non-fallers aged over 65. *Age Ageing.* 31: 119 – 125, 2002.