

INFLUÊNCIA DOS RITMOS CIRCADIANOS NO DESEMPENHO FISIOLÓGICO, PSICOMOTOR E FÍSICO DE UNIVERSITÁRIOS

Vanderson Luis Moro¹

Silvana Corrêa Matheus^{1,2}

Leandro dos Santos¹

Júlio Francisco Kleinpaul³

Mauri Schwanck Behenck⁴

¹Laboratório de Cineantropometria, Centro de Educação Física e Desportes, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul.

²Departamento de Métodos e Técnicas Desportivas, Centro de Educação Física e Desportes, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul.

³Laboratório de Biomecânica, Centro de Desportos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina.

⁴Departamento de Clínica Médica, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

Endereço para correspondência:

Prof. Dr^a. Silvana Corrêa Matheus

Departamento de Técnicas e Métodos

Centro de Educação Física e Desportos

Universidade Federal de Santa Maria

Av. João Machado Soares, 1240 B3/313, Bairro Camobi, Santa Maria, RS

CEP 97110-000, E-mail: vandersonmoro@hotmail.com

Resumo

O ritmo circadiano consiste nas mudanças cíclicas que ocorrem no período de 24 h, podendo interferir no desempenho humano. O objetivo do presente estudo foi comparar os resultados das variáveis fisiológicas, do tempo de reação e das variáveis funcionais obtidas em diferentes horários do dia. Os 30 universitários voluntários (15 homens e 15 mulheres) realizaram uma bateria de testes no turno da manhã (10 h), tarde (16 h) e noite (20 h). As variáveis analisadas foram a temperatura corporal (temperatura oral), a frequência cardíaca, a pressão arterial (sistólica e diastólica), o tempo de reação (simples e escolha), a flexibilidade (sentar-e-alcançar), a agilidade (*shuttle run*), a velocidade (corrida 30 m parado), a potência muscular (arremesso da *medicine ball*, impulsão horizontal e vertical) e a força muscular (dinamometria). Os resultados foram submetidos à análise de variância em um modelo linear misto (3 turnos) com correções de *Bonferroni* para comparações múltiplas, utilizando 5% como nível de significância. Na maioria das variáveis estudadas não foi constatada variação circadiana. Apenas a temperatura corporal e a agilidade para o grupo masculino e a pressão arterial sistólica e a impulsão vertical para o grupo feminino apresentaram diferença estatisticamente significativa. Os dados sugerem que a resposta da maioria das variáveis estudadas, inseridas em uma bateria de testes, não sofre influência da hora do dia (10, 16 e 20 h).

Palavras-chave: Periodicidade; exercício, aptidão física, homens, mulheres

Abstract

The circadian rhythm consists on the cyclic changes that occur in the 24 h period, which might interfere in the human performance. The purpose of this study was to compare the results of the physiologic variables, of the reaction time and of the functional variables obtained in different times of the day. The 30 volunteers (15 men and 15 women) performed a battery of tests in the morning (10 h), in the afternoon (16h) and at night (20h). The analyzed variables were the body temperature (oral temperature), the heart rate, the blood pressure (systolic and diastolic), the reaction time (simple and choice), the flexibility (sit-and-reach), the agility (*shuttle run*), the velocity (30 m sprint), the muscle power (medicine ball throw, long and sargent jump) and muscle strength (dynamometry). The results were submitted to a variance analysis in a linear mixed model (3 shifts) with Bonferroni corrections for multiple comparisons, with a 5 % significance level. In the majority of the studied variables there was no circadian variation. Only the body temperature and the agility for the male group and the systolic blood pressure and the vertical jump for the female group presented statistically significant differences. The data suggest that the response of the majority of the studied variables, inserted in a battery of tests, do not suffer influence of the time of day (10, 16 and 20 h).

Keywords: Periodicity, Exercise, Physical Fitness, Men, Women

INTRODUÇÃO

Os estudos dos ritmos biológicos são importantes para a saúde e bem estar das pessoas, por permitirem uma melhor utilização do tempo no desenvolvimento de atividades biológicas cotidianas, como a hora de acordar, alimentar-se, trabalhar, entre outras^(1,2). As mudanças cíclicas que se repetem em um intervalo de tempo em torno das 24 h são chamadas de ritmos circadianos⁽³⁾.

Tais ritmos mantêm-se ajustados com o meio ambiente devido aos sincronizadores de tempo. Entre os quais, pode-se citar a alternância claro/escuro, o regime social, entre outros⁽³⁾.

Os ritmos nictomerais influenciam as variáveis fisiológicas e funcionais do desempenho humano tanto para atletas de alto nível quanto para pessoas que praticam exercício físico visando à saúde^(1,4). Vários estudos relatam a influência circadiana sobre a frequência cardíaca^(5,6), a pressão sanguínea⁽⁶⁾, a flexibilidade⁽⁷⁻⁹⁾, a força muscular⁽⁹⁻¹¹⁾, a potência muscular^(9,12) (REILLY et al., 2007; RAHNAMA et al. 2009), a velocidade⁽¹²⁾, entre outras.

A verificação desses ritmos tem sido cada vez mais discutida pelos profissionais da área da saúde, seja para identificar o período do dia em que ocorrem as maiores incidências de morte em decorrência dos problemas coronarianos⁽¹³⁾, seja para instrumentalizar os técnicos e preparadores físicos quanto a melhor hora do dia em que se deva realizar tarefas específicas dos esportes⁽⁹⁾ ou simplesmente para evitar a interpretação equivocada da condição física de pessoas que praticam exercícios físicos visando à saúde⁽¹⁴⁾.

Entretanto, a maioria das investigações científicas que apresentam variação circadiana delimita-se a verificar o comportamento das variáveis isoladamente ou em vários horários do ciclo de 24 h, sendo que, em muitas vezes, os horários empregados não correspondem a real rotina de avaliação.

Por isso, o objetivo do presente estudo foi comparar os resultados das variáveis fisiológicas, do tempo de reação e das variáveis funcionais obtidas em diferentes horários do dia.

MÉTODOS

Foram investigados 30 universitários, voluntários, fisicamente ativos, de ambos os sexos, divididos em dois grupos distintos: Grupo Masculino, constituído de 15 homens (idade média de $23,47 \pm 2,23$ anos; massa corporal média de $70,8 \pm 7,93$ kg e estatura média de $177,57 \pm 7,25$ cm) e Grupo Feminino, com 15 mulheres (idade média de $22,67 \pm 1,8$ anos; massa corporal média de $54,91 \pm 6,6$ kg e estatura média de $162,81 \pm 7,64$ cm). Os avaliados não apresentavam nenhum histórico de lesão muscular, óssea ou articular e eram praticantes de exercícios físicos pelo menos duas vezes por semana há, no mínimo, seis meses.

Inicialmente os participantes foram informados a respeito dos propósitos e dos procedimentos a serem adotados durante a investigação. Os sujeitos que atenderam aos critérios estabelecidos leram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, no qual concordaram a submeter-se aos procedimentos inerentes à investigação. Tal pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética em pesquisa para seres humanos da Universidade Federal de Santa Maria (CAAE nº 0236.0.243.000-08).

Posteriormente, os avaliados tiveram que comparecer nos dias, horários e local pré-determinados para realizar as baterias de testes. Eles foram submetidos à mesma bateria de testes realizada em três dias distintos (intervalo de 24-48 h), em turnos diferentes (Manhã: 10 h; Tarde: 16 h e Noite: 20 h) e em ordem aleatória, a fim de diminuir a possibilidade do efeito do aprendizado com o transcorrer do estudo⁽¹⁵⁾. Os horários escolhidos correspondem “a metade da manhã”, “a metade da tarde” e “ao início da noite”, tal como sugeridos por Reilly e Waterhouse⁽¹⁶⁾. A temperatura do ambiente foi controlada apresentando uma variação entre 21-25 °C. Também foram reajustadas as datas da realização da bateria de teste de acordo com a fase menstrual de cada mulher. Tais informações foram obtidas em uma anamnese prévia com a finalidade de evitar a possível interferência da menstruação no desempenho das participantes.

Antes da realização da primeira testagem, os indivíduos preencheram o questionário de identificação de matutividade-vespertividade desenvolvido por Horne e Ostberg⁽¹⁷⁾ e adaptado para o Brasil por Benedito-Silva *et al.*⁽¹⁸⁾ para identificação do cronotipo. Conforme a interpretação do questionário, todos os participantes foram registrados com cronotipo de nível intermediário. Em seguida foi realizada a medida da massa corporal utilizando uma balança de travessão (Arja, São Paulo) com resolução de 0,1 kg e da estatura (estadiômetro de madeira *Cardiomed*, Paraná) com resolução de 0,5 cm, somente com a finalidade de caracterizar o grupo investigado.

As variáveis foram mensuradas conforme a seqüência descrita a seguir.

Variáveis fisiológicas: foi colocado no tórax do avaliado, um frequencímetro (*Polar FS1™*, EUA) para controlar a Frequência Cardíaca de repouso (FC_{rep}). A temperatura corporal foi mensurada com um termômetro clínico de mercúrio colocado na boca durante o período de cinco minutos. Após o uso do termômetro, foram removidos os resíduos utilizando uma escova dental de cerdas macias e o mesmo foi higienizado com uma solução de álcool 70%, durante 15 min, a uma temperatura de 20 °C⁽¹⁹⁾. Já a pressão arterial sistólica e diastólica foi verificada com o uso de um esfigmomanômetro aneróide (*Premium*, Japan). Foram seguidos os procedimentos descritos pelo Colégio Americano de Medicina do Esporte⁽²⁰⁾.

Tempo de reação: tal avaliação realizou-se através de um teste computadorizado (teste de tempo de reação - versão 1.1) desenvolvido e validado por Corazza e Pereira⁽²¹⁾ (2007), o qual possui duas opções para verificação da variável, ou seja, tempo de reação simples e tempo de reação de escolha. O tempo de reação simples foi registrado pela resposta (ms) entre o aparecimento do sinal luminoso (luz verde) e a descompressão do botão esquerdo do *mouse*. Tal resposta ocorre em um total de 20 vezes consecutivas com intervalos de tempo diferentes e é registrada a média das 10 tentativas intermediárias. O tempo de reação de

escolha é verificado com base no mesmo princípio do teste anterior, no entanto, o sujeito deve segurar o *mouse*, pressionando os botões (o direito com o indicador da mão direita e o esquerdo com o indicador da mão esquerda). O dedo esquerdo correspondia à luz verde e o dedo direito à luz azul. No momento em que a luz aparecia no monitor o sujeito erguia o dedo correspondente a respectiva cor.

Variáveis funcionais: os testes utilizados seguiram os procedimentos descritos por Marins e Giannichi⁽²²⁾. A ordem para a realização dos testes físicos foi intencional, intercalando os testes de maior com os de menor intensidade e/ou por grupos musculares. Os testes foram realizados conforme a seqüência descrita a seguir.

1º Sentar-e-alcançar (flexibilidade). Tal teste consiste na avaliação da flexibilidade da coluna vertebral e dos músculos isquiotibiais. O resultado registrado foi o melhor das três tentativas obtidas a partir da maior distância alcançada entre o início (0 cm) e o final da régua (53 cm) do banco de Wells e Dillon.

2º *Shuttle run* (agilidade): Foram demarcadas duas linhas dispostas a uma distância de 9,14 m entre elas. Ao sinal sonoro emitido pelo avaliador, o avaliado teve que correr o mais rápido possível em direção à outra linha, pegar um bloco de madeira que estava a 10 cm além da mesma e retornar ao ponto inicial depositando o bloco atrás da linha de partida, percorrer novamente o trajeto e apanhar o outro bloco que estava na mesma distância da anterior e retornar a linha de partida, depositando-o atrás da linha de partida. O resultado foi registrado através do tempo necessário para percorrer este trajeto.

3º Arremesso da *medicine ball* (Potência muscular de membros superiores): O avaliado ficou sentado, com as costas recostada à cadeira, segurando a *medicine ball* (3 kg para os homens e 2 kg para as mulheres) com as duas mãos contra o peito e logo abaixo do queixo, com os cotovelos o mais próximo possível do tronco. Foi registrada a maior distância alcançada nas três tentativas.

4º Impulsão Horizontal (Potência muscular de membros inferiores): Foi demarcada uma linha de partida. Perpendicularmente foi presa, junto ao solo, uma fita métrica. Os avaliados com os pés paralelos, no ponto de partida, tiveram que saltar no sentido horizontal, tentando alcançar o ponto mais distante. Era permitido utilizarem os movimentos dos braços, pernas e tronco livremente. Para a obtenção do resultado registrou-se a distância entre a linha de partida e a parte posterior do pé que estava mais próximo desta. Foram realizadas três tentativas, considerando-se a melhor marca como resultado final.

5º Corrida de 30 m parado (Velocidade): Para a realização deste teste foram utilizados dois avaliadores, um posicionado na linha de partida para comandar o início do teste e outro na linha de chegada, distante 30 m da linha inicial, com a finalidade de registrar o tempo gasto pelo avaliado para percorrer esta distância.

6º Dinamometria (Força muscular): Os avaliados ficaram com o corpo ereto, com o braço em extensão e segurando o dinamômetro (*Grip Strenght Dynamometer*, Japan) com a mão dominante. Os mesmos foram instruídos a realizar uma pressão máxima no equipamento, obtendo-se como resultado final o melhor registro de três tentativas realizadas pelo testado. Em seguida, realizaram o mesmo procedimento com a mão não-dominante.

7º Impulsão Vertical (Potência muscular de membros inferiores): Os sujeitos ficaram na posição em pé, de lado para a superfície graduada, e com o braço estendido acima da cabeça, o mais alto possível. Em seguida, com a flexão das pernas e balanço dos braços, os indivíduos saltaram o mais alto possível, tocando os dedos da mão na parede. Para facilitar a leitura, os dedos dos sujeitos continham pó de giz. Foram dadas três tentativas, sendo anotada a melhor. A impulsão vertical foi registrada através da distância entre a marcação inicial e final, feita pelos dedos.

Análise estatística

Utilizou-se o pacote estatístico *SPSS for Windows* versão 15.0 (SPSS Inc., Chicago IL, EUA). A normalidade dos dados foi confirmada por meio do teste de *Shapiro Wilk*. A comparação entre os turnos foi feita por Análise de Variância em um modelo linear misto (três turnos) com correções de *Bonferroni* para comparações múltiplas, tanto para o sexo masculino, quanto para o feminino. O nível de significância adotado foi de 5%.

RESULTADOS

Os resultados apresentados neste estudo foram separados por sexo, visto que a maioria das tabelas normativas do desempenho humano considera as diferenças entre homens e mulheres.

Na Tabela 1 são apresentadas as diferenças entre os três turnos do dia para as variáveis correspondentes ao desempenho físico, fisiológico e psicomotor do sexo masculino.

Tabela 1 – Média e desvio-padrão das variáveis estudadas nos três diferentes turnos do dia para o sexo masculino.

Variáveis	Manhã	Tarde	Noite
Temperatura corporal (°C)	35,9±0,5 ^a	36,3±0,4 ^b	36,4±0,3 ^b
Frequência cardíaca rep. (bpm)	68,8±10,7	69,1±9,7	67,9±11,8
Pressão arterial sistólica rep. (mmHg)	117,3±11	116,0±10,7	116,3±8,9
Pressão arterial diastólica rep. (mmHg)	74,6±7,2	77,3±6,5	76,7±6,7
Tempo de reação simples (ms)	273,0±61,3	268,6±84,1	260,1±54,5
Tempo de reação escolha (ms)	405,1±61,8	441,7±79,1	439,4±70,3
Flexibilidade (cm)	22,1±11,6	23,5±10,8	22,9±11,3
Agilidade (seg.)	11,4±0,8 ^a	10,9±0,8 ^b	11,1±0,8 ^{ab}
Velocidade (seg.)	4,8±0,3	4,7±0,3	4,8±0,3
Potência muscular I (cm)	439,3±69,7	439,1±69,3	427,2±58,5
Potência muscular II (cm)	204,4±28,4	206,1±28,4	205,0±29,9
Potência muscular III (cm)	52,1±7,8	52,4±7,6	53,2±8,2
Força de preensão manual - direita (Kg)	53,2±9,1	53,1±9,6	54,2±11
Força de preensão manual - esquerda (Kg)	47,8±8,5	49,0±7,7	49,6±9,2

Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa ($p < 5\%$)

Potência muscular I (arremesso da *medicine ball*); potência muscular II (impulsão horizontal); potência muscular III (impulsão vertical)

Na Tabela 2 são apresentados os melhores valores, as diferenças e a significância das variáveis correspondentes ao desempenho físico, fisiológico e psicomotor do sexo masculino.

Tabela 2 – Horários do pico, diferenças (valor de F) e significância (*p*) entre os três turnos do dia para o sexo masculino.

Variáveis	Horário do pico	F	<i>p</i>
Temperatura corporal (°C)	20 h	8,585	0,001
Frequência cardíaca (bpm)	16 h	0,203	0,817
Pressão arterial sistólica (mmHg)	10 h	0,097	0,908
Pressão arterial diastólica (mmHg)	16 h	2,191	0,131
Tempo de reação simples (ms)	20 ha	0,307	0,738
Tempo de reação escolha (ms)	10 ha	2,794	0,078
Flexibilidade (cm)	16 h	2,313	0,119
Agilidade (seg.)	16 ha	8,446	0,001
Velocidade (seg.)	16 ha	0,998	0,381
Potência muscular I (cm)	10 h	0,946	0,400
Potência muscular II (cm)	16 h	0,317	0,731
Potência muscular III (cm)	20 h	0,720	0,496
Força de preensão manual - direita (Kg)	20 h	1,437	0,255
Força de preensão manual - esquerda (Kg)	20 h	1,762	0,190

a menores tempos correspondem a melhores resultados.

Potência muscular I (arremesso da *medicine ball*); Potência muscular II (impulsão horizontal); Potência muscular III (impulsão vertical)

As Tabelas 1 e 2 mostram que não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os diferentes turnos do dia na maioria das variáveis para o sexo masculino. Houve diferença estatisticamente significativa apenas na temperatura corporal ($F=8,585$; $p=0,001$) ao comparar o turno manhã com os turnos tarde e noite e na agilidade ($F=8,446$; $p=0,001$) entre o turno manhã e o turno tarde. No entanto, pode-se observar que a maioria das variáveis estudadas (71,4%) apresentaram os picos a tarde e a noite. As exceções foram a pressão arterial sistólica, o tempo de reação de escolha e a potência de membros superiores, sendo que esta última apresentou valores muito semelhantes no turno da manhã e da tarde.

Na Tabela 3 são apresentadas as diferenças entre os três turnos do dia para as variáveis correspondentes ao desempenho físico, fisiológico e psicomotor do sexo feminino.

Tabela 3 – Média e desvio-padrão das variáveis estudadas nas três diferentes turnos do dia para o sexo feminino.

Variáveis	Manhã	Tarde	Noite
Temperatura corporal (°C)	36,05±0,5	36,42±0,4	36,29±0,4
Frequência cardíaca (bpm)	74,4±9,6	71,47±10,4	74,2±6,5
Pressão arterial sistólica (mmHg)	111,67±7 ^a	107,67±7 ^b	110,53±8 ^{ab}
Pressão arterial diastólica (mmHg)	70,33±5,7	73,33±7	71,87±7,3
Tempo de reação simples (ms)	270,13±51,5	263,35±29,7	294,83±71
Tempo de reação escolha (ms)	443,11±60	431,79±97,2	427,63±71,8
Flexibilidade (cm)	28,91±9,6	30,31±8,8	30,26±7,6
Agilidade (seg.)	12,52±0,9	12,47±0,9	12,18±0,9
Velocidade (seg.)	5,81±0,6	5,66±0,6	5,65±0,6
Potência muscular I (cm)	292,87±60,6	294,53±41,8	290,93±36,2
Potência muscular II (cm)	147,73±22,7	151,13±18,5	147,80±22,6
Potência muscular III (cm)	35,27±7,1 ^a	37,27±6,5 ^b	36,27±6,9 ^{ab}
Força de preensão manual - direita (Kg)	30,90±3,6	31,33±3,9	31,73±4,4
Força de preensão manual - esquerda (Kg)	28,97±3,5	29,53±3,7	29,87±3,6

Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa ($p < 5\%$)

Potência muscular I (arremesso da *medicine ball*); Potência muscular II (impulsão horizontal);

Potência muscular III (impulsão vertical)

Na Tabela 4 são apresentados os picos, as diferenças e a significância das variáveis correspondentes ao desempenho físico, fisiológico e psicomotor do sexo feminino.

Tabela 4 – Horários do pico, diferenças (valor de F) e significância (p) entre os três turnos do dia para o sexo feminino.

Variáveis	Horário do pico	F	p
Temperatura Corporal (°C)	16 h	3,296	0,051
Frequência Cardíaca (bpm)	10 h	1,079	0,353
Pressão Arterial Sistólica (mmHg)	10 h	4,117	0,027
Pressão Arterial Diastólica (mmHg)	16 h	1,483	0,244
Tempo de reação simples (ms)	16 ha	1,539	0,235
Tempo de reação escolha (ms)	20 ha	0,229	0,797
Flexibilidade (cm)	16 h	2,078	0,144

Agilidade (seg.)	20 ha	1,941	0,163
Velocidade (seg.)	20 ha	1,550	0,230
Potência muscular I (cm)	16 h	0,091	0,913
Potência muscular II (cm)	16 h	0,899	0,419
Potência muscular III (cm)	16 h	5,037	0,014
Força de preensão manual - direita (Kg)	20 h	0,470	0,630
Força de preensão manual - esquerda (Kg)	20 h	0,755	0,479

a menores tempos correspondem a melhores resultados.

Potência muscular I (arremesso da *medicine ball*); Potência muscular II (impulsão horizontal); Potência muscular III (impulsão vertical)

As Tabelas 3 e 4 mostram que houve diferenças estatisticamente significativas na pressão arterial sistólica ($F=4,117$; $p=0,027$) e na impulsão vertical ($F=5,037$; $p=0,014$) ao comparar o turno manhã com o turno tarde para o sexo feminino. As demais variáveis não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os diferentes turnos do dia, embora a temperatura corporal ($F=3,296$; $p=0,051$) tenha apresentado tendência à variação circadiana. Observa-se que a maioria das variáveis investigadas (85,7%) apresentou os picos a tarde e a noite, assim como foi verificado no grupo masculino. Apenas a pressão arterial sistólica e a frequência cardíaca em repouso apresentaram o pico pela manhã.

DISCUSSÃO

Em geral, as variáveis analisadas no presente estudo apresentaram o pico de desempenho às 16 h ou 20 h para ambos os sexos. Achados semelhantes foram encontrado por Reilly *et al.*⁽⁹⁾ investigando diversas variáveis relacionadas às habilidades esportivas, ao desempenho físico e mental de jogadores universitários de futebol. Esses autores mencionam que o pico de desempenho também foi relacionado intimamente com o pico dos ritmos da temperatura corporal.

A associação entre a variação diurna da temperatura e a capacidade de desempenho já foi encontrada em diversos estudos anteriores^(1,8,23,24). O pico da temperatura corporal encontrada no presente estudo pode explicar a maioria dos picos das variáveis encontradas no turno da tarde e início da noite. Conforme Reilly e Brooks⁽²⁵⁾ a temperatura corporal alcança seu pico por volta das 18 h, sendo que essa acrofase corresponde ao meio entre o horário da tarde e noite empregados no presente estudo. Isso justifica a semelhança dos resultados e a não significância estatística das variáveis investigadas entre esses turnos em ambos os sexos.

Em contrapartida, foram encontradas diferenças estatisticamente significativas do turno da manhã com os turnos da tarde ($p=0,006$) e da noite ($p=0,001$) para o sexo masculino e uma tendência a variação circadiana do turno da manhã com o turno da tarde ($p=0,051$) para o sexo feminino. Isso demonstra que as maiores variações da temperatura corporal podem ser notadas ao comparar o turno da manhã com os outros turnos. Waterhouse *et al.*⁽²⁶⁾ confirmam estes achados, dizendo que o mínimo da temperatura central ocorre às 5 h e no período entre as 14 e 20 h não ocorrem grandes mudanças circadianas e ainda, que tal ritmo reflete os efeitos combinados do relógio biológico, sono, atividade física e mental.

Quanto às variáveis fisiológicas, não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre os três turnos do dia para a frequência cardíaca de repouso e a pressão arterial diastólica. Já para a pressão arterial sistólica foi encontrada diferença estatisticamente

significativa entre o turno da manhã e da tarde ($p=0,027$) apenas para o grupo feminino. Entretanto, o pico da frequência cardíaca de repouso foi encontrado pela manhã e à tarde, para as mulheres e homens, respectivamente. Tais resultados são semelhantes aos encontrados por Jones *et al.*⁽⁶⁾ investigando a variação circadiana da frequência cardíaca, pressão arterial sistólica e diastólica em 440 pacientes hipertensos. No estudo deste mesmo autor o pico da pressão arterial sistólica e diastólica foi encontrado entre as 8 h e 10 h. A frequência cardíaca apresentou dois picos entre as 8 h e 10 h e entre 16 h e 18 h. A identificação dos picos das variáveis fisiológicas, principalmente da pressão arterial, deve ser considerada ao prescrever um treinamento para pessoas hipertensas, por exemplo, uma vez que o infarto do miocárdio, a morte cardíaca súbita, entre outras doenças apresentam o pico de incidência entre as 6 h e 12 h⁽¹³⁾.

O desempenho psicomotor foi investigado no presente estudo através da avaliação do tempo de reação. Essa variável não apresentou diferença estatisticamente significativa entre os três turnos do dia. Em geral, o pico do desempenho psicomotor foi encontrado no turno da tarde e início da noite. Conforme Reilly *et al.*⁽⁹⁾ o pico do tempo de reação ocorre às 16 h. Reilly, Atkinson e Waterhouse⁽³⁾ complementam dizendo que há um incremento de 2,4 m/s na velocidade da condução neural para cada 1 °C do aumento da temperatura. Essa associação mostra que a maioria dos picos do desempenho psicomotor encontrados no presente estudo comportou-se de acordo com as oscilações da temperatura corporal.

Ao analisar-se o comportamento da flexibilidade durante os três turnos verifica-se que não houve diferença estatisticamente significativa para ambos os sexos. Em controvérsia com os achados do presente estudo, Gifford⁽⁷⁾ analisou as respostas da flexibilidade em diferentes horários do dia e encontrou amplitudes significativas dentro das 24 h na flexão e extensão da região lombar, na rotação lateral glenoumeral e na flexão do tronco. O autor complementa que há grandes diferenças interindividuais em relação ao horário do pico,

podendo variar entre as 12 h e às 24 h. Embora não tenham sido encontradas diferenças significativas entre os turnos na atual investigação, o pico foi encontrado à tarde, indo ao encontro de outros estudos^(9,27).

As respostas da velocidade e da agilidade apresentaram os picos à tarde e à noite coincidindo com as demais variáveis estudadas no presente estudo. Não foi encontrada variação circadiana na resposta da velocidade em ambos os grupos. Esses resultados discordam dos encontrados por Rahnama *et al.*⁽¹²⁾ analisando a velocidade de 12 jogadores de futebol no período da manhã (7-9 h) e da noite (17-21 h). Entretanto, apesar de divergirem quanto à significância estatística, ambos os estudos coincidiram com o pico do desempenho desta variável. Já o comportamento da agilidade apresentou diferença estatisticamente significativa entre o turno da manhã e da tarde, somente no sexo masculino. No que diz respeito à influência dos ritmos circadianos na agilidade, não foram encontrados estudos comprobatórios. No entanto, Reilly⁽¹⁾ afirma que ela também pode apresentar variação circadiana, assim como a maioria das variáveis funcionais.

Em relação à potência de membros superiores, analisada através do teste de arremesso da *medicine ball*, não foram encontrados estudos comprobatórios a respeito da ritmicidade circadiana. Na atual investigação não foi comprovada a variação circadiana nessa variável, mas o pico foi encontrado às 16 h para o sexo feminino e às 10 h para o sexo masculino, apesar dos homens terem apresentado valores elevados também à tarde. Outra variável que não apresentou variação circadiana foi a impulsão horizontal independente do sexo investigado. Resultados semelhantes foram encontrados por Rahnama *et al.*⁽¹²⁾, os quais não verificaram variação circadiana para tal variável. No grupo masculino também não foi constatada ritmicidade circadiana na impulsão vertical. Já no grupo feminino houve diferença estatisticamente significativa ($p=0,014$) entre os turnos da manhã e da tarde. Alguns estudos prévios realizados com jogadores de futebol^(9,12) confirmam o efeito das 24 h do dia sobre o

desempenho da impulsão vertical. No entanto, Racionais *et al.*⁽¹⁴⁾ investigando um grupo de universitários (15 homens e 8 mulheres) não encontraram diferença estatisticamente significativa entre os diferentes horários (8 h, 13 h e 17 h) para tal variável. Essa contradição entre investigadores pode ser explicada pelas diferentes amostras e horas do dia empregadas em seus respectivos estudos, uma vez que o pico da potência muscular foi evidenciado entre o período da tarde e da noite, independente do estudo investigado.

Ao comparar os resultados do presente estudo com outras investigações percebe-se que independente do grupo muscular testado (membros superiores ou inferiores) as principais modificações no desempenho da potência muscular são percebidas durante o transcorrer da manhã para a tarde e entre a manhã e a noite, sendo que nos últimos dois turnos do dia ocorre o melhor desempenho da potência muscular.

A última variável investigada foi a força muscular que, embora não tenha apresentado grandes variações no decorrer dos turnos, foi constante entre os gêneros, sendo o pico registrado as 20 h. Picos semelhantes foram encontrados por outros investigadores^(9,10). Atkinson e Reilly⁽¹¹⁾ ressaltam que a força muscular, independente do grupo muscular medido ou da velocidade da contração, atinge o pico no início da noite.

Cabe ressaltar que a intenção do presente estudo foi investigar as variáveis fisiológicas, psicomotoras e físicas inseridas em uma bateria de testes e em horários que se aproximassem mais da real rotina de avaliação. Tais horários empregados no presente estudo podem explicar a não significância estatística encontrada entre os três turnos do dia na maioria das variáveis investigadas. Possivelmente se fossem empregados horários mais próximos do início da manhã e ao final da noite poderiam ser encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os três turnos do dia.

Em conclusão, os dados sugerem que a resposta da maioria das variáveis estudadas, inseridas em uma bateria de testes, não sofre influência da hora do dia (10 h, 16 h e 20 h),

tanto para o sexo masculino quanto para o sexo feminino de adultos jovens saudáveis. Esses achados, apesar de serem discretos, devem ser considerados na avaliação e prescrição de exercícios físicos, pois ampliam a disponibilidade de horários para realizar a avaliação das variáveis fisiológicas, do tempo de reação e das variáveis funcionais, sem provocar o erro sistemático das medidas.

REFERÊNCIAS

1. Reilly T. Circadian rhythms. In: Harries M, William C, William DS, Lyle JM, editors. Oxford Textbooks of sports medicine. New York: Oxford University press, 1994;238-254.
2. Waterhouse J, Edwards B, Nevill A, Carvalho S, Atkinson G, Buckley P. Identifying some determinants of "jet lag" and its symptoms: a study of athletes and other travellers. *Br J Sports Med.* 2002;36:54-60.
3. Reilly T, Atkinson G, Waterhouse J. Cronobiologia e desempenho físico. In: Garrett Jr, William E, Kirkendal DT, editores. A ciência do exercício e dos esportes. Porto Alegre: Artmed, 2003;378-400.
4. Drust B, Waterhouse J, Atkinson G, Edwards B, Reilly T. Circadian rhythms in sports performance – An update. *Chronobiol Int.* 2005;22:21-44.
5. Afonso LS, Santos JFB, Lopes JR, Tambelli R, Santos EHR, Back FA, et al. Frequência cardíaca máxima em esteira ergométrica em diferentes horários. *Rev Bras Med Esporte* 2006;12:318-322.
6. Jones H, Atkinson G, Leary A, George K, Murphy M, Waterhouse J. Reactivity of ambulatory blood pressure to physical activity varies with time of day. *Hypertension* 2006;47:778-84.
7. Gifford LS. Circadian variation in human flexibility and grip strength. *Aust J Phys.* 1987;33:3-9.
8. Edwards B, Waterhouse J, Reilly T, Atkinson G. A comparison of the suitabilities of rectal, gut and insulated axilla temperatures for measurement of the circadian rhythm of core temperature in field studies. *Chronobiol Int.* 2002;19: 579-597.
9. Reilly T, Atkinson G, Edwards B, Waterhouse J, Farrelly K, Fairhurst E. Diurnal variation in temperature, mental and physical performance, and tasks specifically related to football (soccer) *Chronobiol Int.* 2007;24:507-519.
10. Baxter C, Reilly T. Influence of time of day on all-out swimming. *Br J Sports Med.* 1983;17:122-7.
11. Atkinson G, Reilly T. Circadian variation in sports performance. *Sports Med.* 1996; 21: 292-312.
12. Rahnama N, Sajjadi N, Bambaiechi E, Sadeghipour HR, Daneshjoo H, Nazary B. Diurnal Variation on the Performance of Soccer-Specific Skills, *World J Sport Sci.* 2009;2: 27-30.
13. Muller JE. Circadian variation in cardiovascular events. *Am J Hypertens.* 1999;12:35-42S.

14. Racinais S, Hue O, Hertogh C, Damiani M, Blonc S. Time-of-day effects in maximal anaerobic leg exercise in tropical environment: A first approach. *Int J Sports Med.* 2004;25:186-90.
15. Atkinson G, Nevill AM. Selected issues in the design and analysis of sport performance research. *J Sports Sci.* 2001;19:811-27.
16. Reilly T, Waterhouse J. Sports performance: is there evidence that the body clock plays a role? *Eur J Appl Physiol.* 2009;106:321-332.
17. Horne JA, Ostberg CO. A self assessment questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythms. *Int J Chronobiol.* 1976;4:97-110.
18. Benedito-Silva AA, Menna-Barreto L, Marques N, Tenreiro S. Self-assessment questionnaire for the determination of morningness-eveningness types in Brazil. *Prog Clin Biol Res.* 1990;314:89-98.
19. Wright ES, Mundy A. *Studies on Disinfection of Clinical Thermometers*, Lehn & Fink Products Corporation, Bloomfield, New Jersey, March 21, 1958.
20. ACSM. *Manual do ACSM para Teste de Esforço e Prescrição de Exercício*. 5 ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2000.
21. Corazza ST, Pereira EF. Creation, Development and Analysis of Reproduciveness of Test to Evaluate Simple and Choice Reaction Times. *The FIEP Bulletin* 2007;77:613-615.
22. Marins JCB, Giannichi RS. *Avaliação e Prescrição da Atividade Física: guia prático*. 3^a ed. Rio de Janeiro: Sharp, 2003.
23. Winget CM, DeRoshia CW, Holley DC. Circadian rhythms and athletic performance. *Med Sci Sports Exerc.* 1985;17:498-516.
24. Carter H, Jones AM, Maxwell NS, Doust JH. The effect of interdiurnal and diurnal variation on oxygen uptake kinetics during treadmill running. *J Sports Sci.* 2002;20:901-909.
25. Reilly T, Brooks GA. Exercise and the circadian variation in body temperature. *Int J Sports Med.* 1986;6:358-362.
26. Waterhouse J, Drust D, Weinert D, Edwards B, Gregson W, Atkinson G, et al. The circadian rhythm of core temperature: origin and some implications for exercise performance. *Chronobiol Int.* 2005;22:207-225.
27. Edwards BJ, Atkinson G, Reilly T, Waterhouse J, Budgett R. Use of melatonin in recovery from jet-lag following an easterly flight across 10 time-zones. *Ergonomics* 2000;43:1501-1513.