



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA  
CURSO DE LICENCIATURA EM EDUCAÇÃO FÍSICA  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**INFLUÊNCIA DA HORA DO DIA SOBRE O DESEMPENHO E  
FADIGA EM SALTOS VERTICAIS**

**Acadêmico: Matheus Dotto Pereira**

**Orientador: Felipe P Carpes**

**Co orientador: Marcos R Kunzler**

**Uruguaiana, 2017**

**Artigo Original****INFLUÊNCIA DA HORA DO DIA SOBRE O DESEMPENHO E  
FADIGA EM SALTOS VERTICAIS****Matheus D Pereira<sup>1</sup>, Marcos R Kunzler<sup>1</sup>, Caetano Lazzari<sup>2</sup>, Felipe P Carpes<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup> Grupo de Pesquisa em Neuromecânica Aplicada, Universidade Federal do Pampa,  
Uruguaiana, RS, Brasil

<sup>2</sup> Grupo de Pesquisa em Biodinâmica, Universidade Federal de Santa Catarina,  
Florianópolis, SC, Brasil

\* autor correspondente

[carpes@unipampa.edu.br](mailto:carpes@unipampa.edu.br)

## RESUMO

Saltos verticais são parte importante da técnica de diversos esportes coletivos e individuais. O desempenho em saltos verticais é comumente avaliado com base na potência e altura, e o desempenho nos saltos sofre influência da hora do dia. Na execução de saltos, a fadiga limita o desempenho e também pode ser um fator de risco para lesões por alterações na capacidade de controle de movimentos na aterrissagem. A combinação da hora do dia com a fadiga pode acarretar efeitos agudos no desempenho de saltos que não são claramente descritos na literatura. Neste estudo preliminar determinamos se a hora do dia afeta o desempenho e a resistência à fadiga em saltos verticais. Avaliamos 10 homens realizando saltos verticais para exaustão e determinamos a potência e altura dos saltos, índice de fadiga e mudanças termográficas pré e pós exercício. Nestes participantes, encontramos melhor desempenho de saltos no turno da noite e índices de fadiga semelhantes pela manhã e noite. Adicionalmente, a influência da característica de cronotipo de cada participante sobre os resultados deve ser considerada na continuação do estudo.

**Palavras-chave:** ciclo circadiano; potência; treinamento; cronotipo; termografia.

## INTRODUÇÃO

Os seres vivos são submetidos a um ciclo biológico que envolve as 24 horas diárias, chamado de ciclo circadiano, que sofre influência da luz (ciclo sono vigília) (1). Além ciclo sono-vigília, variações hormonais (2) e da temperatura corporal (3) também influenciam o desempenho físico. Dessa forma, a força, velocidade, agilidade e potência são variáveis físicas importantes que definem a performance de um atleta e que sofrem efeitos do ciclo circadiano (4).

Atletas alcançam melhores resultados para determinadas variáveis físicas em diferentes horas do dia. Isso foi demonstrando para a potência anaeróbica máxima (5), e outros marcadores de desempenho físico e esportivo (2, 6, 7). Em alguns casos, o momento em que o exercício é realizado pode não coincidir com o momento de melhor desempenho ao longo do dia, o que pode repercutir negativamente sobre o resultado (8).

O salto vertical é um movimento que faz parte de diferentes modalidades esportivas individuais e coletivas. Existem diferentes técnicas para a execução de saltos verticais, porém o salto vertical com contra movimento é considerado um dos principais e também incluído em várias rotinas de avaliação de atletas (9-11). Isso ocorre porque além de seu uso comum em esportes, o salto vertical com contra movimento é uma tarefa confiável para avaliar a potência dos membros inferiores (12), e a resistência à fadiga (13). Em estudos anteriores foi observado que maior potência e altura de salto são alcançadas no turno da tarde/noite (9-11), mas esses estudos avaliaram apenas condições sem efeito de fadiga. A fadiga muscular, associada ao estudo da hora do dia, está ligada a qualidade na execução do exercício e na queda de desempenho em modalidades esportivas (14), como no basquetebol e voleibol, que envolvem sequência

de saltos, com curtos intervalos, causando um declínio do desempenho pelo efeito aguda da tarefa. Essas variáveis de potência e altura do salto parecem apresentar uma sensibilidade à hora do dia (15) para todos esportes. Embora pareça bastante aplicável, ainda se sabe pouco sobre a relação entre desempenho de salto e hora do dia em condições de fadiga. Em modelos animais investigou-se a influência da hora do dia sobre a locomoção espontânea, que permite inferir sobre níveis de fadiga, e os resultados mostraram que uma influência da hora do dia sobre a fadiga (16).

Embora o efeito da hora do dia sobre o desempenho dos saltos seja descrito na literatura (9-11), sua interação com a fadiga ainda precisa ser considerada dada a relevância que tem no treinamento, competição e avaliação do desempenho. Por isso o presente estudo tem como objetivo determinar se a hora do dia afeta o desempenho e a fadiga em saltos verticais com ou sem a presença de fadiga. Este estudo caracteriza-se como um estudo preliminar da temática apresentada e segue em andamento.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Participantes e desenho experimental**

Participaram do estudo 10 homens adultos com média  $\pm$  desvio padrão idade  $26 \pm 5$  anos, massa corporal  $74 \pm 9$  kg, estatura  $1,74 \pm 0,06$  cm e IMC  $24 \pm 23$  kg/m<sup>2</sup>, sem doença neurológica diagnosticada e que não tinham sofrido qualquer lesão muscular nos membros inferiores nos últimos 6 meses. Eles visitaram o laboratório em dois turnos, com um dia de intervalo entre as visitas, para realizar um protocolo de saltos. Medidas de termografia, potência e altura do salto foram determinadas em cada turno e comparadas entre os turnos. A fadiga foi avaliada considerando a potência e a altura do salto pela determinação do índice de fadiga.

Todas as avaliações foram realizadas em ambiente controlado de laboratório, com iluminação e temperatura controlada em todos os testes realizados no período matutino (entre 8:00 h e 12:00 h) e vespertino (entre 18:00 h e 22:00 h), em dias diferentes (17). O primeiro turno de teste foi alternado entre os participantes de modo que metade dos participantes iniciasse em cada turno. As avaliações envolviam medidas de termografia, potência e altura do salto durante um protocolo de fadiga, em dois horários, conforme ilustra a Figura 1.

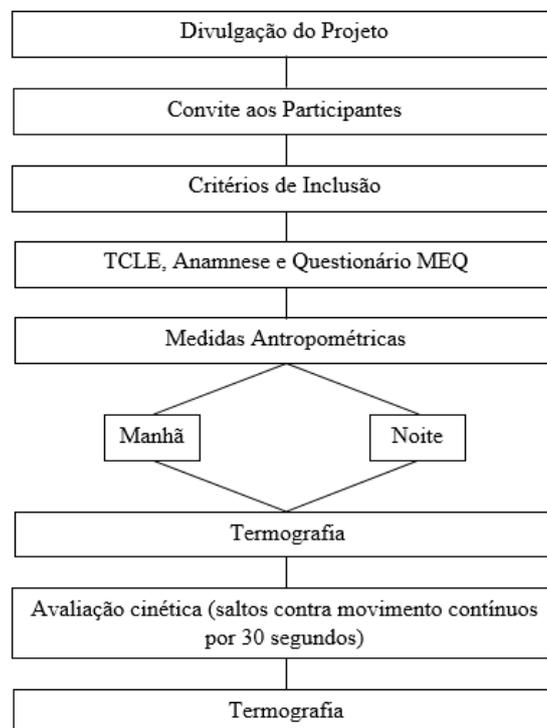


Figura 1. Desenho experimental das fases do projeto. MEQ = *Morning, Evening Questionnaire*, TCLE = Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Todos os participantes foram informados sobre cuidados específicos a serem tomados no dia anterior aos testes (e.g. não realizar exercícios extenuantes 24 horas

antes da avaliação, não ingerir bebida alcoólica, café, ou outros tipos de bebidas estimulantes), afim de interferir minimamente nas variáveis analisadas.

No primeiro dia de avaliação cada participante assinou o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), concordando em participar do estudo. Em seguida respondeu ao *morning evening questionnaire* (MEQ) (18), para definir seu cronotipo (matutino, misto ou vespertino) e um questionário de anamnese, com informações pessoais. Após isso, medidas antropométricas de massa corporal (kg) e estatura (cm) foram realizadas. A seguir foi realizada a avaliação da temperatura da pele, em regiões de interesse definidas com base na tarefa motora investigada (19), através da termografia infravermelha. Na sequência, foi realizada a avaliação cinética dos saltos verticais com contra movimento em um protocolo de saltos máximos em 30 segundos (20). Nesta sequência, o início e final do período de saltos foram considerados como pré fadiga e fadiga. Após o protocolo de saltos, medidas de termografia foram realizadas novamente.

### **Temperatura da pele**

A temperatura média e máxima nas regiões de interesse (quadríceps, isquiotibiais, panturrilha e tibial anterior) foi determinada utilizando um software comercial (Thermacam Pesquisador Pro 2.10 software, FLIR, Wilsonville, Oregon, EUA), utilizando um fator de emissividade de 0,98 (21). As imagens térmicas foram registradas com uma câmera de termografia infravermelha com resolução de  $320 \times 240$  pixels, com sensibilidade térmica  $<0,05^{\circ}\text{C}$ , e precisão de  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  (FLIR modelo E-60, Flir Systems Inc., Wilsonville, Oregon, EUA). A câmera foi posicionada a 1 m de distância do participante e as imagens foram tomadas perpendicularmente ao plano das

regiões de interesse. As condições ambientais foram controladas e um painel antirreflexo foi colocado atrás do participante para minimizar os efeitos da radiação infravermelha refletida pela parede (22).

### **Altura do salto**

Os participantes receberam instruções sobre como realizar os saltos e executaram alguns saltos para aprendizado da tarefa e correções, caso necessário. Os participantes foram orientados a utilizarem roupas leves e seu calçado usual na prática de atividade física para realização do protocolo. Inicialmente o participante ficou sobre uma plataforma de força, em pé, com as mãos fixas na cintura durante todo o teste. Para o salto vertical com contra movimento (Figura 2), partindo da posição em pé, o participante deveria realizar uma flexão dos membros inferiores, uma rápida transição para o movimento de extensão, aproveitando a energia do ciclo alongamento-encurtamento (23), saída do solo em fase de voo e aterrissagem na plataforma. Esse movimento deveria se repetir de maneira contínua, sem interrupção por 30 segundos. O participante era instruído a saltar o mais alto possível em cada salto e que tentasse aterrissar em cima da plataforma de força, e não flexionar os joelhos enquanto estivesse em fase aérea. O avaliador intervia com incentivo verbal durante o teste. Dados de força de reação do solo foram gravados com taxa de amostragem de 500 Hz por uma plataforma de força (OR6-2000 AMTI Inc., Watertown, EUA). A altura do salto foi estimada considerando o tempo de voo e normalizada pela estatura individual dos participantes.

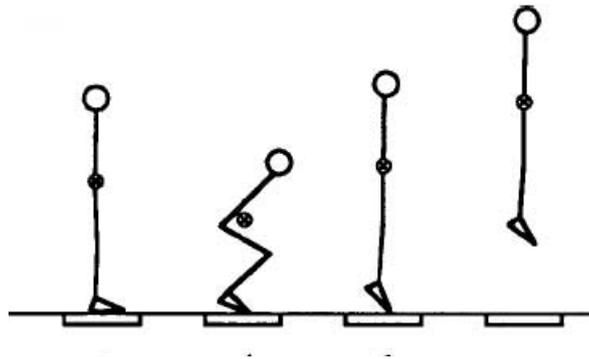


Figura 2: Ilustração das fases do salto contra movimento.

### **Potência do salto**

A potência dos saltos foi calculada de acordo com o proposto por Harman (24). Os dados de potência foram normalizados pela massa corporal de cada participante.

### **Índice de fadiga**

O índice de fadiga foi calculado utilizando a equação  $[(\text{valor inicial} - \text{valor final}) / \text{valor inicial}] \times 100$ . O valor inicial é referente a média da altura dos saltos pré fadiga, e o valor final referente a média dos saltos na fadiga.

### **Análise estatística**

O número total de saltos realizado nos 30 segundos do teste de salto vertical foi dividido em quartis. A média do primeiro quartil e do último quartil foram definidos como pré fadiga e fadiga, respectivamente. As comparações entre os períodos matutino e vespertino foram feitas com teste t dependente. Os dados foram processados com o

uso de uma rotina matemática, e as comparações estatísticas consideraram um nível de significância de 0,05 usando um pacote estatístico comercial.

## RESULTADOS

Potência e altura do salto (Figuras 3 e 4, respectivamente) mostraram melhor desempenho no período vespertino ( $P < 0,05$ ). A temperatura não diferiu entre os períodos matutino e vespertino (Tabela 1). O índice de fadiga não diferiu entre os períodos matutino e vespertino (Tabela 2).

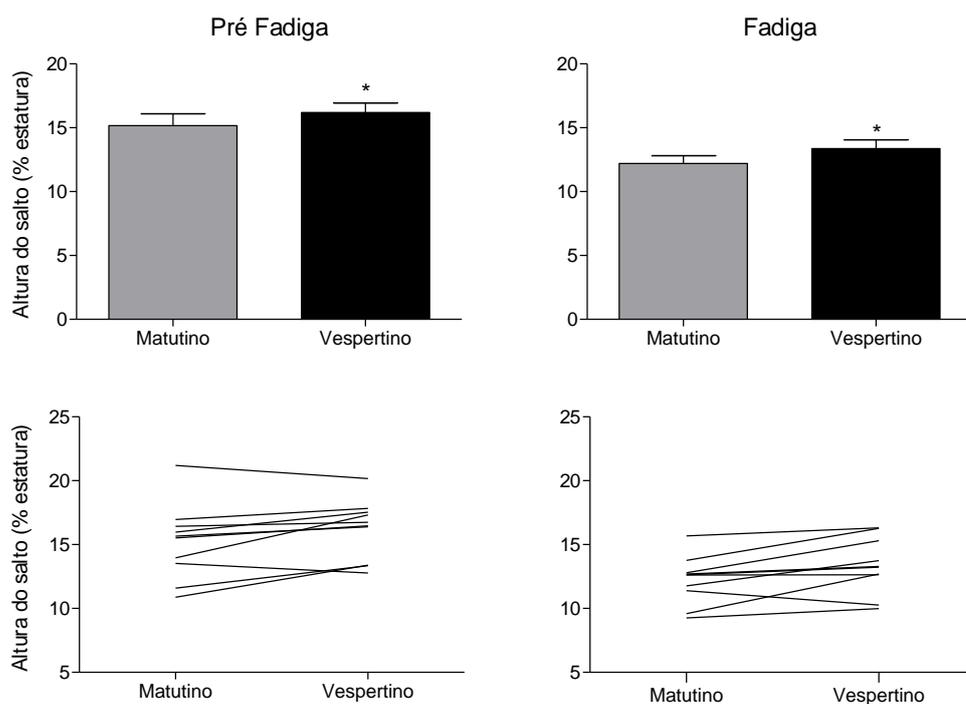


Figura 3: Altura do salto, normalizada pela estatura, nas condições da hora do dia, pré fadiga e fadiga. Acima a média (barras) e desvio padrão (linhas verticais) da altura do salto de todos os participantes, no período matutino e vespertino nos momentos pré-fadiga e fadiga. Abaixo, os espaguetes mostram os resultados individuais. \* diferença entre os períodos do dia ( $P < 0,05$ ).

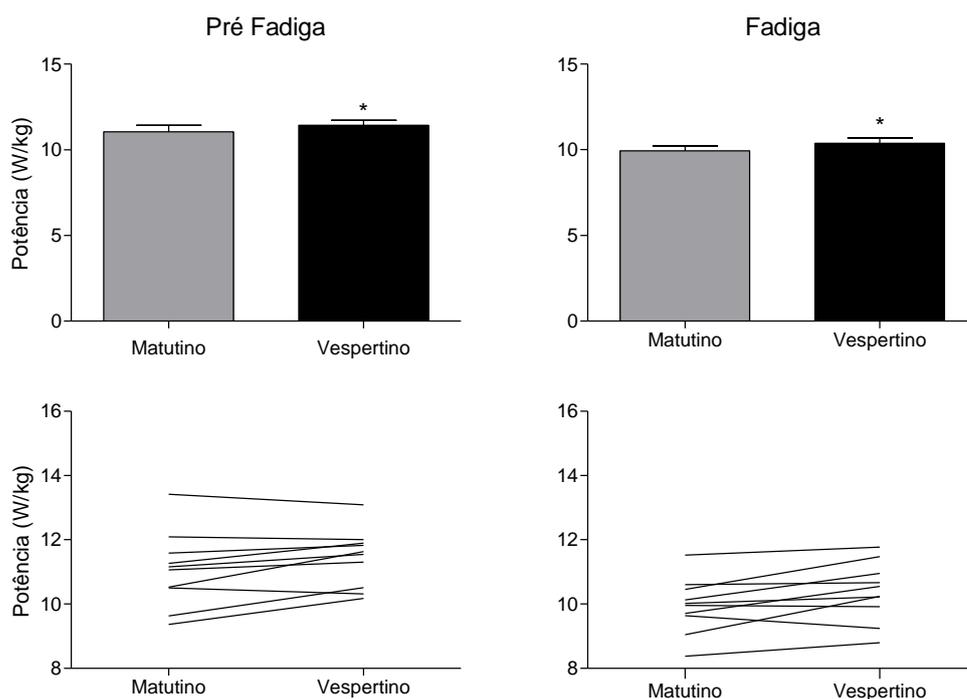


Figura 4. Potência do salto, normalizada pela massa corporal, nas condições da hora do dia, pré fadiga e fadiga. Acima a média (barras) e desvio padrão (linhas verticais) da altura do salto de todos os participantes, no período matutino e vespertino nos momentos pré-fadiga e fadiga. Abaixo, os espaguetes mostram os resultados individuais. \* diferença entre os períodos do dia ( $P < 0,05$ ).

Tabela 1. Média e desvio padrão da temperatura, em graus Celsius, das respectivas regiões de interesse no membro inferior, separadas por pré e pós exercício e pelo período do dia em cada membro inferior.

Região de interesse	Membro inferior esquerdo				Membro inferior direito			
	Matutino		Vespertino		Matutino		Vespertino	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Quadríceps	31,06	30,54	31,35	30,97	30,90	30,64	31,44	31,13
	0,72	0,82	1,14	1,38	0,80	0,81	1,12	1,29
Isquiotibiais	31,82	31,75	32,22	32,09	31,86	31,76	32,29	32,10
	0,66	0,96	0,94	0,82	0,68	0,95	0,94	0,71
Tibial anterior	31,27	30,98	31,48	31,00	31,29	31,14	31,48	31,10

	0,71	0,56	1,03	0,87	0,77	0,58	1,09	0,90
Panturrilha	31,52	31,32	31,82	31,48	31,53	31,34	31,73	31,44
	0,56	0,76	0,75	0,44	0,59	0,74	0,83	0,38

Tabela 2. Índice de fadiga (%) individual, calculado a partir da altura do salto nos diferentes períodos de avaliação, e cronotipo de cada participante.

Participante	Período avaliado		Cronotipo
	Matutino	Vespertino	
01	19,5	23,0	Misto
02	23,1	21,0	Vespertino
03	24,3	16,6	Misto
04	15,8	19,7	Misto
05	13,9	7,3	Matutino
06	25,2	25,4	Vespertino
07	26,1	19,1	Vespertino
08	11,8	5,2	Matutino
09	8,3	11,5	Matutino
10	20,0	25,3	Vespertino
Média	18,8	17,4	-
Desvio-padrão	6,1	7,2	-

## DISCUSSÃO

Considerando que o desempenho esportivo sofre influência de diferentes fatores intrínsecos e extrínsecos aos participantes e muitos desses fatores são determinantes não somente do resultado, mas também risco de lesões, a análise do rendimento esportivo requer uma abordagem ampla. Em estudos anteriores evidencia-se o efeito que a hora do dia tem sobre o desempenho físico. Contudo, esses estudos não são concludentes sobre como esses efeitos se comportam em condições de alteração aguda no funcionamento do

sistema neuromuscular, como no caso de fadiga. Com o objetivo de investigar esse tema, nesse estudo preliminar determinamos se a hora do dia afetada o desempenho em saltos verticais e se a fadiga na execução de saltos pode interferir nessa relação.

Nossos principais achados mostram que os participantes apresentaram um melhor desempenho nas variáveis de altura do salto e potência no período vespertino comparado ao período matutino. Este resultado replica estudos anteriores (9, 10), e entre as possíveis explicações para ele está maior nível de cortisol no período matutino, que possui relação inversa com o desempenho físico (11) e a influência do ciclo circadiano sobre a função neuromuscular (5).

A novidade em nosso estudo foi à comparação dos índices de fadiga nos diferentes períodos do dia. Nós encontramos que os índices de fadiga não diferem entre o período vespertino e matutino. Considerando que nossos participantes não eram treinados, esse resultado possui diferentes aplicações. Podemos considerar que embora o rendimento seja menor pela manhã, a capacidade de sustentar o exercício por estes participantes não treinados independe do período, e por isso pode-se pensar que o efeito sobre o desempenho em uma tarefa sustentada não tenha uma influência tão grande do período, pois a perda com a fadiga não diferiu entre as avaliações no período matutino e vespertino. Contudo, em casos de atletas treinados esse comportamento pode mudar. Por exemplo, em ciclistas treinados a resistência a fadiga em exercício de alta intensidade foi maior no período vespertino (25).

Avaliamos a temperatura em regiões de interesse associadas com a produção de trabalho na tarefa avaliada, uma vez que o nível de esforço muscular pode ter relação com mudanças agudas na temperatura superficial da região exercitada (26), além disso, mudanças na temperatura corporal fazem parte dos fatores que modulam o ciclo

circadiano (3). Nossos resultados mostram que a temperatura das regiões de interesse não mudou diferente do que pode ser observado quando a temperatura corporal é considerada (27). Considerando a relação entre temperatura superficial e recrutamento muscular previamente sugerida (26), um importante passo futuro será avaliar a ativação neuromuscular durante esse protocolo de saltos e fadiga em diferentes períodos do dia.

Finalmente, é importante comentarmos que houve uma variação do cronotipo entre os participantes do estudo, conforme apresentado na tabela 1. Esse não foi um fator incluído em nossas análises estatísticas devido ao limitado número de participantes incluídos nesse estudo preliminar. Contudo, ao observamos os resultados individuais (espaguetes nas figuras 2 e 3), percebe-se que existem participantes com respostas bastante particulares, fato que deve ser considerado na continuação deste estudo.

Como limitações esse estudo pode mencionar a inclusão de somente homens, o que limita a análise a apenas esse sexo, e também o fato de termos estipulado a fadiga como o momento final do teste, sem termos apresentado um marcador neuromuscular que garanta o mesmo nível de fadiga para todos os participantes.

## **CONCLUSÃO**

A hora do dia influencia o desempenho de saltos, mas não a instalação da fadiga em testes máximos realizados no período matutino e vespertino.

## REFERÊNCIAS

1. Reilly T, Waterhouse J. Sports performance: is there evidence that the body clock plays a role? *European journal of applied physiology*. 2009;106(3):321-32. Epub 2009/05/07.
2. Seo DY, Lee S, Kim N, Ko KS, Rhee BD, Park BJ, et al. Morning and evening exercise. *Integrative Medicine Research*. 2013;2(4):139-44.
3. Waterhouse J, Drust B, Weinert D, Edwards B, Gregson W, Atkinson G, et al. The circadian rhythm of core temperature: origin and some implications for exercise performance. *Chronobiology international*. 2005;22(2):207-25. Epub 2005/07/19.
4. Guette M, Gondin J, Martin A. Time-of-day effect on the torque and neuromuscular properties of dominant and non-dominant quadriceps femoris. *Chronobiology international*. 2005;22(3):541-58. Epub 2005/08/04.
5. Lericollais R, Gauthier A, Bessot N, Davenne D. Diurnal evolution of cycling biomechanical parameters during a 60-s Wingate test. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2011;21(6):e106-14. Epub 2010/09/03.
6. Vitale JA, Weydahl A. Chronotype, Physical Activity, and Sport Performance: A Systematic Review. *Sports Med*. 2017. Epub 2017/05/12.
7. Souissi H, Chtourou H, Chaouachi A, Chamari K, Souissi N, Amri M. Time-of-Day Effects on EMG Parameters During the Wingate Test in Boys. *Journal of sports science & medicine*. 2012;11(3):380-6. Epub 2012/01/01.
8. 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). *Chronobiology international*. 2007;24(3):507-19. Epub 2007/07/07.
9. Heishman AD, Curtis MA, Saliba E, Hornett RJ, Malin SK, Weltman AL. Comparing Performance during Morning vs. Afternoon Training Sessions in Intercollegiate Basketball Players. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*. 2017. Epub 2017/03/10.
10. Lopez-Samanes A, Moreno-Perez D, Mate-Munoz JL, Dominguez R, Pallares JG, Mora-Rodriguez R, et al. Circadian rhythm effect on physical tennis performance in trained male players. *Journal of sports sciences*. 2016:1-8. Epub 2016/12/06.
11. Teo W, McGuigan MR, Newton MJ. The effects of circadian rhythmicity of salivary cortisol and testosterone on maximal isometric force, maximal dynamic force, and power output. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*. 2011;25(6):1538-45. Epub 2011/01/29.

12. Dal Pupo J, Detanico D, dos Santos SG. Parâmetros cinéticos determinantes do desempenho nos saltos verticais. *Revista brasileira de cineantropometria e desempenho humano*. 2012;14.
13. Gathercole R, Sporer B, Stellingwerff T, Sleivert G. Alternative countermovement-jump analysis to quantify acute neuromuscular fatigue. *International journal of sports physiology and performance*. 2015;10(1):84-92. Epub 2014/06/10.
14. Lesinski M, Prieske O, Demps M, Granacher U. Effects of fatigue and surface instability on neuromuscular performance during jumping. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2016;26(10):1140-50. Epub 2015/09/16.
15. Rosa JP, Rodrigues DF, Silva A, de Moura Simim MA, Costa VT, Noce F, et al. 2016 Rio Olympic Games: Can the schedule of events compromise athletes' performance? *Chronobiology international*. 2016;33(4):435-40. Epub 2016/03/24.
16. Machado FS, Rodovalho GV, Coimbra CC. The time of day differently influences fatigue and locomotor activity: is body temperature a key factor? *Physiology & behavior*. 2015;140:8-14. Epub 2014/12/06.
17. Thun E, Bjorvatn B, Flo E, Harris A, Pallesen S. Sleep, circadian rhythms, and athletic performance. *Sleep medicine reviews*. 2015;23:1-9. Epub 2015/02/04.
18. Horne JA, Ostberg O. A self-assessment questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythms. *International journal of chronobiology*. 1976;4(2):97-110. Epub 1976/01/01.
19. Quesada JIP. *Application of Infrared Thermography in Sports Science*: Springer International Publishing; 2016.
20. Dal Pupo J, Gheller RG, Dias JA, Rodacki AL, Moro AR, Santos SG. Reliability and validity of the 30-s continuous jump test for anaerobic fitness evaluation. *Journal of science and medicine in sport*. 2014;17(6):650-5. Epub 2014/03/13.
21. Priego Quesada JI, Martínez N, Salvador Palmer R, Psikuta A, Anaheim S, Rossi RM, et al. Effects of the cycling workload on core and local skin temperatures. *Experimental Thermal and Fluid Science*. 2016;77:91-9.
22. Jose Ignacio Priego Quesada. *Application of Infrared Thermography in Sports Science*. In: Springer, editor. 1 ed. *Biological and Medical Physics, Biomedical Engineering*: 2017; 2017. p. 49 - 79.
23. Izquierdo M, Redín MI. *Biomecánica y bases neuromusculares de la actividad física y el deporte*: Editorial Médica Panamericana S.A.; 2008.
24. A. Harman E, T. Rosenstein M, Frykman P, M. Rosenstein R, Kraemer W. Estimation of Human Power Output from Maximal Vertical Jump and Body Mass 1991. 22 p.

25. Hill DW, Borden DO, Darnaby KM, Hendricks DN, Hill CM. Effect of time of day on aerobic and anaerobic responses to high-intensity exercise. *Canadian journal of sport sciences = Journal canadien des sciences du sport*. 1992;17(4):316-9. Epub 1992/12/01.
26. Priego Quesada JI, Carpes FP, Bini RR, Salvador Palmer R, Perez-Soriano P, Cibrian Ortiz de Anda RM. Relationship between skin temperature and muscle activation during incremental cycle exercise. *Journal of thermal biology*. 2015;48:28-35. Epub 2015/02/11.
27. Costa CM, Sillero-Quintana M, Pinonosa Cano S, Moreira DG, Brito CJ, Fernandes AA, et al. Daily oscillations of skin temperature in military personnel using thermography. *Journal of the Royal Army Medical Corps*. 2016;162(5):335-42. Epub 2015/09/20.