ANNALS OF RESEARCH IN SPORT AND PHYSICAL ACTIVITY

Cronobiologia em modalidades individuais (2000-2015): revisão sistemática

Autor(es): Silveira, A.; Rama, L.

Publicado por: Imprensa da Universidade de Coimbra

URL persistente: URI:<http://hdl.handle.net/10316.2/41190>

DOI: DOI:https://doi.org/10.14195/2182-7087_7_3

Accessed : 26-Apr-2023 10:11:18

A navegação consulta e descarregamento dos títulos inseridos nas Bibliotecas Digitais UC Digitalis, UC Pombalina e UC Impactum, pressupõem a aceitação plena e sem reservas dos Termos e Condições de Uso destas Bibliotecas Digitais, disponíveis em <https://digitalis.uc.pt/pt-pt/termos>.

Conforme exposto nos referidos Termos e Condições de Uso, o descarregamento de títulos de acesso restrito requer uma licença válida de autorização devendo o utilizador aceder ao(s) documento(s) a partir de um endereço de IP da instituição detentora da supramencionada licença.

Ao utilizador é apenas permitido o descarregamento para uso pessoal, pelo que o emprego do(s) título(s) descarregado(s) para outro fim, designadamente comercial, carece de autorização do respetivo autor ou editor da obra.

Na medida em que todas as obras da UC Digitalis se encontram protegidas pelo Código do Direito de Autor e Direitos Conexos e demais legislação aplicável, toda a cópia, parcial ou total, deste documento, nos casos em que é legalmente admitida, deverá conter ou fazer-se acompanhar por este aviso.

ANNALS OF RESEARCH IN SPORT AND PHYSICAL ACTIVITY

FACULDADE DE
CIÊNCIAS DO
DESPORTO E
EDUCAÇÃO FÍSICA
DA UNIVERSIDADE
DE COIMBRA

IMPRENSA
DA UNIVERSIDADE
DE COIMBRA

2 • TREINO DESPORTIVO / SPORT TRAINING

CRONOBIOLOGIA EM MODALIDADES INDIVIDUAIS (2000-2015): REVISÃO SISTEMÁTICA

Cronobiological effects over performance in individual
sports. A systematic review (2000-2015)

Correspondência para autor: silveira4@gmail.com; luisrama@fcdef.uc.pt

Artigo recebido a 28/07/2016 e aprovado a 28/09/2016

RESUMO

Objetivo: o objetivo deste artigo é realizar uma revisão sistemática da literatura científica sobre cronobiologia publicada entre 2000 e 2015, em estudos centrados na relação entre as capacidades físicas e o desempenho em modalidades individuais.

Fontes e critérios de seleção: realizaram-se pesquisas em 3 bases de dados: Web of Science, PubMed e Sportdiscus, utilizando-se as palavras-chave circadian rhythms and sports (Web of Science e PubMed) e circadian rhythms and training (Sportdiscus). O período de tempo pesquisado enquadrou-se entre 1 de janeiro de 2000 e 31 de dezembro de 2015. Após aplicação dos critérios de elegibilidade e exclusão foram selecionados 34 artigos.

Principais resultados: os estudos observaram uma adaptação do organismo à hora de treino, o que origina uma melhoria do desempenho quando as horas dos testes e as horas dos treinos são coincidentes. Por outro lado, testes de duração inferior a 5 minutos obtiveram valores de potência superiores no período da tarde. Em testes superiores a 5 minutos essas diferenças não se verificaram para a maioria dos autores. Finalmente, os estudos concluem quase unanimemente que um aquecimento prévio afeta positivamente o desempenho desportivo.

Conclusões: os resultados apresentados não são consensuais relativamente a diversas matérias. No entanto, algumas conclusões reúnem elevada consensualidade: em exercícios de curta duração os valores mais elevados de potência são obtidos de tarde e tendem a coincidir com o pico de temperatura corporal; quanto maior for o tempo de duração do exercício, menor a influência dos ritmos circadianos nos valores de potência; é importante a realização de um aquecimento prévio à competição; importa fazer coincidir as horas de treino com as horas das competições, considerando-se o cronotipo do atleta.

PALAVRAS-CHAVE: ritmo circadiano, relógio biológico, desempenho desportivo, modalidades cíclicas

¹ 1Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física – Universidade de Coimbra

ABSTRACT

Objective: the aim of this article is to do a systematic review of the scientific literature on the chronobiology published between 2000 and 2015, in studies focused in the relation between the physical abilities and the performance in individual sports.

Database and selection criteria: they were performed researches in three databases: Web of Science, PubMed and Sportdiscus, using the keywords Circadian Rhythms and Sports (Web of Science and PubMed) and Circadian Rhythms and Training (Sportdiscus). The time period researched was between the 1st of January, 2000 and the 31st of December, 2015. After the application of the eligibility and exclusion criteria, 34 articles were chosen.

Main results: the studies found an adaptation of the organism to the time of the training session, which causes an improvement of the performance when tests and training time are the same. On the other hand, tests shorter than 5 minutes got higher power output in the afternoon period. In tests longer than 5 minutes those differences were not evident for the majority of the authors. Finally, the studies have concluded in a consensual way that a before warming-up affects positively the sportive performance.

Conclusions: the presented results are not consensual in all the issues. However, some findings gather higher accordance: in shorter exercises the higher power output values are obtained in the afternoon period and tend to coincide with body temperature peak; the greater the exercise duration is, the lower the influence of the circadian values of power output is; it is important to warm up before competition; it does matter to make coincide the time period of training with the time of competition periods having in mind the athlete's chronotype.

KEYWORDS: circadian rhythm, biological clock, sportive performance, cyclical sports

Este artigo constitui uma revisão sistemática da literatura científica sobre cronobiologia entre 2000 e 2015, em estudos publicados centrados na relação entre as capacidades físicas e o desempenho em modalidades cíclicas individuais.

INTRODUÇÃO

Atkinson et al. (1996) definem cronobiologia como a ciência que se dedica à investigação das alterações dependentes do tempo com impacto nas variáveis fisiológicas do organismo. Os mesmos autores entendem por ritmo biológico as variações fisiológicas que se repetem regularmente num mesmo tempo, ordem e intervalo.

Os ritmos biológicos dividem-se em circadianos, ultradianos e infradianos. Os ritmos biológicos mais importantes são os relacionados com o ciclo sono/vigília e com a temperatura corporal interna.

Os ritmos biológicos são controlados pelo núcleo supraquiasmático, que é constituído por um grupo de células localizadas no hipotálamo e é altamente influenciado pelo ciclo claro/escuro. O núcleo supraquiasmático recebe através da retina informações relacionadas com o ciclo do sol. Após processadas e associadas a outros componentes exógenos (consumo alimentar, ciclo sono/vigília e ingestão de água) o núcleo supraquiasmático coordena os ritmos do relógio biológico através da secreção de hormonas (insulina, melatonina, adrenalina e hormona antidiurética), alteração da frequência cardíaca, da temperatura corporal e ativação neural (Waterhouse et al., 2005; Minati et al., 2006; Pedroso et al., 2010; Teo et al., 2011; Buijs et al., 2003 citado por Teo et al., 2011).

Estas alterações adaptativas do corpo humano não têm a duração de, exatamente, 24 horas. Por uma questão de facilitar e delimitar esta temática, adotou-se a designação de ritmo circadiano, que delimita nas 24 horas de um dia os mecanismos adaptativos do corpo humano às condições envolventes.

Os ritmos circadianos estão diretamente relacionados com os ritmos biológicos do organismo e suas flutuações ao longo do dia. As condições envolventes, a idade e os hábitos de treino e de vida são fatores que influenciam os ritmos circadianos dos atletas. O seu conhecimento é fundamental para a otimização do desempenho desportivo (Atkinson et al., 1996; Carandente et al., 2006; Minati et al., 2006; Okamoto et al., 2013).

De uma forma muito sucinta, pode-se afirmar que a capacidade de rentabilização das capacidades físicas varia ao longo do dia e está dependente de fatores endógenos e exógenos, mais ou menos passíveis de serem controlados.

A maioria dos estudos sobre a influência dos ritmos circadianos em esforços de curta duração são unânimes em considerar que os melhores resultados são obtidos no período da tarde, coincidindo os melhores desempenhos com o pico de temperatura corporal (Atkinson et al., 1996; Reilly et al., 1998; Drust et al., 2005; Waterhouse et al., 2005;

Minati et al., 2006; Teo et al., 2011; Pedroso et al. 2013). Contrariamente ao que sucede com os desempenhos de curta duração, pensa-se que à medida que o tempo de exercício aumenta vão-se dissipando as diferenças de resultados em exercícios realizados a diferentes horas do dia.

Autores como Minati et al. (2006) alertam para a necessidade de realizar estudos que venham ampliar os conhecimentos já adquiridos sobre as relações entre o relógio biológico e o desempenho desportivo, considerando sempre as características individuais dos atletas. Com efeito, o aprofundamento do tema revela-nos um panorama muito mais complexo e vasto. No que concerne à rentabilização das capacidades físicas não existe ainda um conhecimento concreto da influência dos ritmos circadianos no treino desportivo, visto os estudos existentes não mostrarem unanimidade em relação a vários temas estudados (Drust et al., 2005).

Este trabalho visa lançar mais alguma luz sobre este campo do conhecimento, especificamente no que concerne a modalidades individuais cíclicas.

2- MÉTODOS

Os ritmos circadianos influenciam as capacidades físicas e o consequente desempenho competitivo dos atletas de modalidades individuais? Para responder à questão utilizámos os seguintes métodos de trabalho:

2-1- Pesquisa bibliográfica

A pesquisa bibliográfica foi realizada até 29 de maio de 2016. As bases de dados utilizadas foram a Web of Science, PubMed e Sportdiscus. O período de tempo pesquisado enquadrou-se entre 1 de janeiro de 2000 e 31 de dezembro de 2015.

Na Web of Science utilizaram-se as palavras circadian rhythms and sports. Seguiu-se o refinamento da pesquisa por: domínios de pesquisa (science technology) e áreas de pesquisa (physiology or sport science) e tipos de documento (artigo ou review). O resultado final constou de 154 artigos.

Na PubMed utilizaram-se as palavras circadian rhythms and sports. O refinamento da pesquisa realizou-se no domínio species (humans). Foram encontrados 364 resultados.

Na base de dados Sportdiscus utilizaram-se as palavras circadian rhythms and training. Como resultado encontraram-se 165 artigos.

A pesquisa efetuada nas bases de dados referidas foi completada com alguns artigos relevantes encontrados em outras fontes bibliográficas. Para a seleção dos artigos reunidos utilizámos os critérios de elegibilidade e de exclusão descritos, pela sua precisão na identificação e seleção dos trabalhos que se enquadravam nesta temática. Também se ponderou a

utilização da escala de PEDro. No entanto, deparámo-nos com dificuldades na aplicação da mesma aos trabalhos reunidos, por estes se encontrarem num domínio de estudo diferente daquele para o qual a escala foi criada, pelo que desistimos da sua aplicação.

2-2- Critérios de elegibilidade

Os artigos obtidos foram sujeitos a uma análise pormenorizada, utilizando-se os seguintes critérios de elegibilidade: estudos no campo desportivo, com sujeitos saudáveis ou atletas; estudos com realização de testes físicos; estudos em modalidades individuais; artigos publicados em revistas científicas e páginas on-line de referência internacional; artigos com data de publicação entre 1 de janeiro de 2000 e 31 de dezembro de 2015.

2-3- Critérios de exclusão

Como critérios de exclusão utilizaram-se os seguintes: estudos de revisão sistemática, artigos sobre alterações do sono e Jet Lag, estudos com doentes e pessoas sedentárias, estudos em psicologia do desporto, estudos com menores de 18 anos de idade, estudos em desportos coletivos ou cuja amostra são atletas praticantes de modalidades coletivas, estudos com atletas com deficiência motora, artigos com data de publicação anterior a 1 de janeiro de 2000 ou posterior a 31 de dezembro de 2015.

3- RESULTADOS

Com base nos métodos utilizados obtivemos um total de 34 artigos sobre cronobiologia em modalidades individuais.

• 49

Tabela 1. Resultados finais da pesquisa

Artigos	Número
força e outras variáveis físicas	6
exercícios de curta duração (0 a 60 segundos)	9
exercícios de média duração (1 a 5 minutos)	3
exercícios de longa duração (superiores a 5 minutos)	16

Para uma melhor organização e análise, dividimos os artigos em quatro grupos: força e outras variáveis físicas; exercícios de curta duração (0 a 60 segundos); exercícios de média duração (1 a 5 minutos) e exercícios de longa duração (superiores a 5 minutos).

Figura 1 – Etapas de pesquisa e seleção de artigos

3-1- Força e outras variáveis físicas

Nesta temática obtivemos seis estudos que abordam a influência da hora do dia na produção de força/potência (4), flexibilidade, salto, equilíbrio e tempo de reação (1). Um outro estudo debruça-se sobre a influência do exercício intensivo no ritmo circadiano.

A amostra total destes estudos é constituída por 96 indivíduos, sendo 92 homens e 4 mulheres. Foram aplicados testes variados: Wingate, saltos, contrações isométricas, sprints, entre outros. Dos parâmetros analisados destacamos os seguintes: potência, altura de salto, torque, temperatura, frequência cardíaca e análise eletromiográfica.

No que respeita à influência da hora do dia na produção de força e potência os resultados divergem: dois estudos observaram valores superiores de tarde (Souissi et al., 2002; Pedroso et

al., 2013), um estudo conclui que os valores mais elevados se obtêm à noite (Pereira et al., 2011) e um outro não encontrou diferenças significativas ao longo do dia (Blonc et al., 2010). Por outro lado, um estudo defende que a coincidência entre as horas de treino e dos testes/competições melhora os resultados obtidos; no entanto, um dos trabalhos conclui que estes resultados não estão dependentes dos ritmos circadianos (Souissi et al., 2002; Blonc et al., 2010). Saliente-se que dois estudos verificaram uma associação entre o aumento dos valores da força/potência e o aumento da temperatura corporal (Pereira et al., 2011; Pedroso et al., 2013).

O estudo de Unver et al. (2015) defende que nos saltos e exercícios de flexibilidade os valores mais elevados são obtidos de tarde. Pelo contrário, no que concerne ao tempo de reação obtiveram-se melhores resultados de manhã. Finalmente, não se observaram diferenças significativas ao longo do dia na realização de tarefas que solicitavam equilíbrios estático e dinâmico.

Finalmente, referir que Okamoto (2013) concluiu no seu trabalho de estudo de caso, realizado com um atleta de luta, que o exercício físico intenso (treino) influencia o relógio biológico.

Tabela 2. Força e outras variáveis físicas

Autor/Ano	objetivos	n	Tipo/sexo	Horas	Testes/Parâmetros analisados	Resultados/Evidências
Souissi et al. (2002)	influência da hora do dia no treino de força	14	Estudantes/ homens	7-8 e 17-18	Wingate, testes isocinéticos/torque, potência	Há diferenças significativas nos picos de potência anaeróbia e torque, obtendo-se valores superiores de tarde. Quando a hora dos testes de potência anaeróbia e torque coincide com a hora habitual de treino os valores são mais elevados
Blonc et al. (2010)	influência da hora do dia na potência muscular	16	Atletas estudantes/12 homens e 4 mulheres	7-9 e 17-19	Saltos e salto com contra-movimento, sprints curtos em cicloergómetro/ potência, altura de salto	Não há diferenças entre o grupo que treinou de manhã e o que treinou de tarde. Os valores são mais elevados após treino, mas a hora da sua realização não parece influenciar o resultado dos testes
Pereira et al. (2011)	Variação da força explosiva ao longo do dia	30	Voluntários/ homens	7,30-9,30 13,30 15,30 e 19,30 21,30	Contração isométrica/ temperatura corporal, força, eletromiografia	A temperatura corporal e a força explosiva são menores no período da manhã. A força explosiva é superior no período da noite, seguida do período da tarde

Okamoto (2013)	Influência do exercício intenso no ritmo circadiano	1	Atleta de luta/homem	20-22	Treino de luta/folículos de cabelo	O exercício físico intenso afeta o relógio biológico
Pedroso et al. (2013)	Efeitos da variação dos ritmos circadianos na capacidade de produção de força máxima	10	Desportistas/homens	4, 8, 12, 16, 20 e 24	Testes isocinéticos/frequência cardíaca, torque e temperatura corporal	Frequência cardíaca, temperatura e força máxima (melhor de tarde que à noite)
Unver et al. (2015)	Influência da hora do dia nos tempos de reação, flexibilidade, salto e equilíbrio	25	Atletas universitários/homens	9, 14 e 19	Testes de flexibilidade, salto vertical, tempo de reação, equilíbrio estático e dinâmico	Melhores resultados às 9h para os tempos de reação. Nos saltos e flexibilidade verificou-se um incremento dos resultados da manhã para a tarde, em simultâneo com o aumento da temperatura corporal. Na generalidade, nos equilíbrios estáticos e dinâmicos não houve diferenças significativas ao longo do dia

3-2- Exercícios de curta duração (0 a 60 segundos)

Foram selecionados 9 estudos que se debruçam sobre a influência dos ritmos circadianos nos exercícios de curta duração. A amostra total é de 164 indivíduos, sendo 158 homens e 6 mulheres. A maioria dos estudos (7) utiliza o teste de Wingate ou Wingate adaptado (30/60 segundos em cicloergómetro a intensidade máxima). Três estudos completam o teste de Wingate com outros testes (vários tipos de saltos, contração voluntária máxima, agachamentos, contração e extensão de pernas). Um estudo realizou testes em cicloergómetro e piscina (50 metros livres a velocidade máxima) e um outro utilizou um teste em cicloergómetro, que constou de 10 sprints de 6 segundos, com 30 segundos de recuperação, seguido de um teste de força. Essencialmente, os parâmetros analisados foram a capacidade e potência anaeróbias, força, peso, VO_2 , temperatura e lactatemia.

Os resultados dos testes apontam, na generalidade, para a obtenção de valores superiores de força e potência no período da tarde. Com efeito, oito dos nove estudos obtiveram valores mais elevados de potência no período da tarde (Deschodt et al., 2004; Souissi et al., 2004; Kin-Isler, A., 2006; Souissi et al., 2007; Lericollais et al., 2009; Lericollais et al., 2011; Chtourou et al., 2012a; Chtourou et al., 2012b). No entanto, quando se comparam testes realizados antes e após um período de treino realizado a horas específicas, verifica-se uma adaptação dos atletas à hora de treino, o que origina que o grupo que treina de manhã esbata as diferenças de resultados manhã/tarde nos testes realizados. De um ponto de vista prático, estes resultados aconselham atletas e treinadores a coincidirem as horas de treino com as horas das competições mais importantes (Chtourou et al., 2012a; Chtourou et al., 2012b).

O único estudo que não obteve diferenças significativas ao longo do dia ao nível da força e potência coincide com o trabalho que optou por um teste mais curto: sprints de 6 segundos (Giacomoni et al., 2006). O resultado deste estudo indicia que a influência da hora do dia no desempenho atlético diminui proporcionalmente à duração dos testes.

No que concerne à relação entre a variação diurna da temperatura corporal e o desempenho os resultados divergem. Três estudos relacionam os dois (Souissi et al., 2004; Souissi et al., 2007; Chtourou et al., 2012b), enquanto que dois outros (Giacomoni et al., 2006; Kin-Isler, A., 2006) defendem o contrário. No entanto, ressalve-se que o estudo de Giacomoni et al. (2006), como foi referido, é o que realizou o teste mais curto, enquanto que o trabalho de Kin-Isler (2006) merece uma observação mais atenta. Com efeito, neste estudo verifica-se uma relação entre o desempenho (potência) e a variação diurna da temperatura entre os testes realizados às 9 e 13 horas. A quebra existe quando se comparam os resultados das 13 com os das 17 horas. Com efeito, neste intervalo de tempo, verifica-se um aumento da temperatura e uma diminuição dos valores médios e máximos de potência debitada, quebrando-se assim a relação entre as duas variáveis.

Tabela 3. Exercícios de curta duração (0 a 60 segundos)

Autor/ ano	objetivos	n	Tipo/sexo	Horas	Testes/parâmetros analisados	Resultados/Evidências
Deschodt & Arsac (2004)	Oscilação da potência e técnica ao longo do dia, em natação	11	Nadadores/ 5 homens e 6 mulheres	8, 13 e 18	Cicloergómetro e 50 metros livres em piscina a velocidade máxima/ análise do comprimento e frequência de braçada, colocação da mão	Valores superiores de tarde ao nível da potência e técnica
Souissi et al. (2004)	Efeitos da hora do dia em exercícios anaeróbios	19	Voluntários	2, 6, 10, 14, 18 e 22	Teste de força-velocidade em cicloergómetro, Wingate/potência, temperatura, peso	Valores superiores de tarde: temperatura oral, potência máxima, pico de potência e potência média. O peso não varia significativamente ao longo do dia. A oscilação da temperatura relaciona-se com a das várias potências
Giacomoni et al. (2006)	Efeito da hora do dia em sprints com curto tempo de recuperação entre eles	12	Desportistas/ homens	8-10 e 17-19	10 sprints de 6 segundos em cicloergómetro, com recuperação de 30 segundos, teste de força/picos de potência, de torque e de frequência de pedalada, trabalho total, temperatura, contração voluntária máxima	Valores de temperatura superiores de tarde. Não há diferenças estatisticamente significativas da manhã para a tarde nos resultados dos sprints

Kin-Isler, A. (2006)	Influência da hora do dia na capacidade e potência anaeróbia e lactatemia	14	Estudantes/homens	9, 13 e 17	Wingate/lactato, temperatura, potência, peso	Verificam-se diferenças significativas na capacidade e potência anaeróbias (valor mais elevado às 13h e mais baixo às 9h) e na temperatura. Não se observaram diferenças na lactatemia, peso e frequência cardíaca de repouso. O aumento da potência não é paralelo ao aumento da temperatura a partir das 13 horas
Souissi et al. (2007)	Efeito da hora do dia na componente aeróbia no teste de Wingate	11	Estudantes/homens	6 e 18	Wingate/VO2max, temperatura, lactato	A temperatura é mais elevada às 18 horas. A potência máxima, potência média e VO2 têm valores superiores de tarde (devido a uma maior participação da componente aeróbia). Não se verificaram diferenças no lactato da manhã para a tarde
Lericolais et al. (2009)	Influência da hora do dia na fadiga em exercícios anaeróbios	16	Ciclistas/homens	6 e 18	Wingate de 60 segundos/pico de potência, potências 30 e 60 segundos, índice de fadiga	Melhores resultados de potência às 18 horas (pico de potência, potência média nos primeiros 30 segundos de teste e na potência média total)
Lericolais et al. (2011)	Variação diurna nos parâmetros biomecânicos em ciclismo	20	Desportistas/homens	6 e 18	Wingate de 60 segundos/potência, índice de fadiga, padrões de pedalada	Valores mais elevados de potência de tarde nos primeiros 20 segundos de teste. Maior índice de fadiga de tarde. A variação diurna do desempenho e fadiga estão associados à alteração dos padrões de pedalada
Chtourou et al. (2012)	Influência da hora do dia em exercícios de curta duração e no tapering	31	Desportistas/homens	7-8 e 17-18	Wingate, saltos verticais, teste de força/temperatura, potência, contração voluntária máxima	Valores superiores de tarde em todos os parâmetros, em testes realizados sem treino. Após treino, as diferenças desaparecem no grupo que treinou de manhã. Sugere-se que o treino se realize à mesma hora das competições mais importantes
Chtourou et al. (2012a)	Influência do treino da força e da hora do dia no desempenho anaeróbio	30	Voluntários	7-8 e 17-18	Saltos verticais, Wingate, testes de força/potência, 1 RM de extensão de pernas, flexão de pernas e agachamentos	Valores superiores de tarde em todos os parâmetros, em testes realizados sem treino. Após treino, as diferenças desaparecem no grupo que treinou de manhã; os grupos de controlo e o que treinou de tarde mantêm o aumento do desempenho anaeróbio da manhã para a tarde

3-3- Exercícios de média duração (1 a 5 minutos)

Dispomos de 3 estudos que se debruçam sobre a influência circadiana na realização de exercícios de média duração. A amostra total é de 48 indivíduos, sendo 40 homens e 8 mulheres. Um estudo realiza testes em cicloergómetro, um outro em ergómetro (remo) e o terceiro estudo utiliza um teste de natação, em piscina (200 metros a intensidade máxima). Basicamente os parâmetros analisados foram a frequência cardíaca, percepção do esforço, cadência de pedalada, torque e tempo.

Os resultados dos testes divergem. Dois estudos concluem que a hora do dia tem efeito nos resultados obtidos (Bessot et al., 2007; Faull et al., 2015), mas num outro estudo não se verificaram alterações ao longo do dia nas variáveis analisadas (Rae et al., 2015). Este trabalho observou ainda que existe uma relação positiva entre a hora de treino e a hora dos testes, concluindo que o cronotipo e a hora de treino afetam a variação diurna do desempenho.

Tabela 4. Exercícios de média duração (1 a 5 minutos)

Autor/data	objetivos	n	Tipo/sexo	Horas	Testes/parâmetros analisados	Resultados/Evidências
Bessot et al. (2007)	Efeitos da hora do dia nos padrões da atividade muscular e força propulsiva, assim como na frequência de pedalada	10	Ciclistas/homens	6 e 18	4 exercícios submáximos de 5 minutos, em cicloergómetro, a diferentes frequências de pedalada (livre, 70, 90 e 120 rpm) e a 50% da potência máxima/eletromiografia, cadência pedalada, torque	A hora do dia influencia a variação do torque e a frequência de pedalada (de manhã observam-se maiores valores de frequência de pedalada e menores de torque)
Faull et al. (2015)	Efeito da hora do dia no desempenho e respostas cerebrovasculares	12	Remadores/homens	7 e 16	Teste incremental e 2000 metros, em ergómetro/oxigenação dos tecidos, hemoglobina, velocidade arterial, frequência cardíaca	Valores superiores de tarde ao nível do desempenho
Rae et al. (2015)	Influência do cronotipo e da hora de treino no desempenho dos atletas	26	Nadadores/ 18 homens e 8 mulheres	6,30 e 18,30	200 metros ao máximo/tempo, percepção do esforço	Não há diferenças no desempenho durante o dia. No entanto, os atletas obtêm melhores resultados nos testes que coincidem com a hora de treino. Conclui-se que o cronotipo e a hora de treino afetam a variação diurna do desempenho

3-4- Exercícios de longa duração (superiores a 5 minutos)

Encontrámos 16 estudos que se debruçam sobre a influência dos ritmos circadianos nos exercícios de longa duração. O estudo de Cruz et al. (2011) abarca um teste de média e dois

testes de longa duração. Pelo facto, optámos pela sua inclusão neste capítulo. Um outro estudo (Otani et al., 2015) inclui um teste de curta duração e um outro de longa duração. Embora pudesse ter sido inserido no ponto deste nosso trabalho referente a estudos de curta duração, optámos por o inserir neste capítulo.

A amostra total é de 167 indivíduos, todos do sexo masculino. Três estudos realizam testes de corrida e treze em cicloergómetro. Na generalidade, analisaram-se os seguintes parâmetros: temperatura corporal, frequência cardíaca, lactatemia, VO_{2max} , quociente respiratório, tempo, percepção do esforço, frequência de pedalada e potência.

Na análise global aos trabalhos apresentados verificamos que em cinco deles não se verificou a influência dos ritmos circadianos nas variáveis analisadas (Bardis et al., 2008; Santana et al., 2008; Cruz et al., 2011; Cruz et al., 2014a; Cruz et al., 2014b). Noutros cinco estudos verifica-se a interferência dos ritmos circadianos em algumas das variáveis estudadas, mas não em todas elas (Martin et al., 2001; Atkinson et al., 2005; Bessot et al., 2006; Hobson et al., 2009, Kunorozva et al., 2014).

No que concerne à influência dos ritmos circadianos na variável temperatura corporal os estudos divergem. Três estudos observaram diferenças significativas na temperatura corporal ao longo do dia, sempre com valores superiores no período da tarde (Martin et al., 2001; Atkinson et al., 2005; Hobson et al., 2009). No entanto, outros três trabalhos verificaram o contrário (Bessot et al., 2006; Bardis et al., 2008; Cruz et al., 2014a). Interessa salientar que alguns trabalhos recolheram a temperatura corporal interna, enquanto outros recolheram a externa. Alertamos para o facto destas diferenças no que respeita ao local de recolha da temperatura corporal poderem influenciar os resultados obtidos.

Em quatro artigos não se verificaram alterações significativas na frequência cardíaca ao longo do dia (Atkinson et al., 2005; Cruz et al., 2011; Cruz et al., 2014a; Cruz et al., 2014b). Pelo contrário, dois estudos concluíram que os ritmos circadianos afetam esta variável (Carandente et al., 2006; Hobson et al., 2009).

No que respeita à percepção do esforço os resultados também são divergentes. Um estudo não verificou alterações ao longo do dia (Atkinson et al., 2005), um trabalho encontrou valores superiores de manhã (Martin et al., 2001) e um outro observou valores superiores de tarde, mas em atletas de cronotipo matutino (Kunorozva et al., 2014), o que poderá justificar este resultado.

Dois estudos debruçaram-se sobre a frequência de pedalada, com resultados divergentes: um não verificou alterações ao longo do dia (Kunorozva et al., 2014) mas um outro registou valores superiores de tarde (Moussay et al., 2003).

Quatro estudos não verificaram influências dos ritmos circadianos nos valores de potência (Bardis et al., 2008; Cruz et al., 2014a; Kunorozva et al., 2014; Cruz et al., 2014b).

Relativamente à cinética do VO_2 , um trabalho obteve valores superiores no período da manhã (Brisswalter et al., 2007), enquanto que Santana et al. (2008) não observaram diferenças ao longo do dia.

Saliente-se ainda o facto de vários estudos concluírem que o aquecimento afeta positivamente os resultados dos testes, mesmo quando realizado de véspera. Por outro lado, os estudos apontam para uma adaptação do organismo à hora habitual de treino, conseguindo-se melhores prestações quando as horas de treino e de competição são coincidentes (Martin et al., 2001; Atkinson et al., 2005; Edwards et al., 2005; Carandente et al., 2006).

Tabela 5. Exercícios de longa duração (superiores a 5 minutos)

Martin et al. (2001)	Variação diurna das respostas fisiológicas em corrida a intensidade submáxima	9	Atletas/ homens	7-9 e 18-21	30 minutos à velocidade correspondente ao limiar anaeróbio/ temperatura interna, frequência cardíaca, ventilação minuto, lactato, quociente respiratório e percepção do esforço	A temperatura interna é menor de manhã. A percepção do esforço é menor no período da tarde. Não se verificam diferenças significativas nas outras variáveis entre o período da manhã e o da tarde. Sugere-se que a corrida realizada de manhã deve ser antecedida de um bom aquecimento
Sekir et al. (2002)	Efeitos da hora do dia nos limiares de lactato e ventilatórios, assim como na cinética do VO_2	7	Desportistas/ homens	9, 14 e 19	Teste progressivo em cicloergómetro/ lactato, ventilação, VO_{2max} , quociente respiratório, frequência cardíaca	A hora do dia não influencia os valores dos limiares de lactato e ventilatório
Moussay et al. (2003)	Efeitos dos ritmos circadianos no padrão de movimento e na frequência de pedalada	12	Ciclistas/ homens	6 e 18	15 minutos em cicloergómetro a 50% da potência máxima/cadência de pedalada, velocidade e ângulo do tornozelo	A média da frequência de pedalada é superior no período da tarde, diferindo também o padrão de movimento
Atkinson et al. (2005)	Efeitos da hora do dia num contrarrelógio com e sem aquecimento prévio, em ciclistas madrugadores	8	Ciclistas/ homens	7,30 e 17,30	16,1 km de contrarrelógio em cicloergómetro/ potência, frequência cardíaca, temperatura, percepção do esforço, lactato, tempo	Melhores tempos obtidos de tarde, com aquecimento prévio. Valores de lactato e temperatura corporal obtidos às 17,30 horas são superiores aos obtidos às 7,30 horas. Não há diferenças na frequência cardíaca e percepção do esforço
Edwards et al. (2005)	Efeito de um exercício submáximo num contrarrelógio realizado no dia seguinte	8	Ciclistas/ homens	7 e 12 (exercício), 7 (contrarrelógio)	Exercício submáximo em cicloergómetro seguido de contrarrelógio de 16,1 km realizado no dia seguinte/frequência cardíaca, temperatura, percepção do esforço, lactato	Um exercício submáximo realizado na véspera afeta positivamente os resultados do contrarrelógio, sobretudo quando ambos se realizam a horas coincidentes

Bessot et al. (2006)	Influência da frequência de pedalada e da hora do dia no tempo de exaustão em exercícios de alta intensidade	11	Ciclistas/ homens	6 e 18	3 testes até à exaustão realizados a diferentes frequências de pedalada (livre, 80% e 120% relativas à cadência livre registada) e a 95% da potência máxima/tempo, temperatura, VO_2 , eletromiografia, lactato	O tempo médio de exaustão é superior no período da tarde e quando a cadência de pedalada é de 80% (comparativamente com a cadência de 120%). No entanto, a cadência de pedalada não influencia o tempo de exaustão. Não se verificaram diferenças ao longo do dia ao nível da temperatura corporal interna, VO_2 e dados eletromiográficos
Carandente et al. (2006)	variação do ritmo circadiano da frequência cardíaca	20	Atletas resistência/ homens	9-11, 11-13, 16-18 e 18-20	2 horas de corrida aeróbia/frequência cardíaca	Diferença nas médias da frequência cardíaca ao longo do dia e das 4 semanas de treino. Verifica-se uma sincronização dos ritmos circadianos com a hora de treino
Brisswalter et al. (2007)	Variações diurnas na cinética do VO_2 em exercícios de ciclismo de curta duração	14	Desportistas/ homens	7-8,30 e 19-20,30	5 minutos a 45W, seguidos de 5 minutos de recuperação, seguidos de 10 minutos a 80% da potência no limiar ventilatório/ limiar ventilatório, VO_2 , cadência de pedalada	A resposta do VO_2 é afetada pela hora do dia (amplitude da cinética do VO_2 maior de manhã que de tarde)
Bardis & Atkinson (2008)	Influência da hora do dia num contrarrelógio realizado em ambiente com temperatura elevada	8	Desportistas/ homens	8 e 17	Teste progressivo em cicloergómetro e contrarrelógio de 27 km em simulador de treino/ potência, tempo e temperatura	Não há diferenças estatisticamente significativas na potência, tempo e temperatura
Santana et al. (2008)	Influência da hora do dia nos parâmetros da cinética do consumo de oxigénio em exercícios de grande intensidade	9	Ciclistas/ homens	8, 13 e 18	Exercício progressivo até à exaustão, teste de 10 minutos, ambos em cicloergómetro/ lactato, VO_{2max} , ventilação, frequência cardíaca, temperatura	A hora do dia não influencia os resultados da cinética do VO_2 em exercícios muito intensos
Hobson et al. (2009)	Efeito da hora do dia em exercícios de resistência realizados em ambientes quentes e húmidos	9	Atletas/ homens	6,45 e 18,45	Exercício em cicloergómetro até à exaustão a 65% do VO_{2max} , a 35°C e 60% de humidade relativa/temperatura, frequência cardíaca, ar expirado, sangue, tempo	Em ambientes com elevada temperatura e humidade relativa, a capacidade de resistência é superior de manhã. A temperatura e frequência cardíaca são menores de manhã, comparativamente com o período da tarde. No entanto, no ponto de exaustão, não se verificam diferenças nos dois períodos do dia

Cruz & Silva (2011)	Influência dos ritmos circadianos em diversos parâmetros de treino	8	Desportistas/homens	8-10, 14-16 e 18-20	Corrida de 1500, 3000 e 5000 metros, em pista de atletismo/velocidade crítica, VO_{2max} predito, frequência cardíaca	Não há diferenças estatisticamente significativas nas variáveis velocidade crítica, frequência cardíaca e velocidade ao VO_{2max} nas diferentes horas do dia
Cruz et al. (2014)	Influência da hora do dia na potência máxima aeróbia	8	Ciclistas de BTT	7-10 e 19-22	Teste progressivo em cicloergômetro, até à exaustão/glucose, frequência cardíaca, potência	Não há diferenças estatisticamente significativas (tendência para a obtenção de melhores resultados de tarde)
Cruz et al. (2014a)	influência da hora do dia nas frequências cardíacas máxima e de recuperação	8	Ciclistas de BTT	6-8 e 18-20	Teste progressivo em cicloergômetro, até à exaustão ou quando baixa de 80-90 rpm/temperatura, frequência cardíaca, potência	Não há diferenças estatisticamente significativas entre os períodos da manhã e da tarde na potência, frequência cardíaca e temperatura. A hora do dia não tem influência nas frequências cardíacas máxima e de recuperação
Kunoroza et al. (2014)	Percepção do esforço em ciclistas de cronotipo matutino	20	Ciclistas/homens (cronotipo matutino)	6, 10, 14, 18 e 22	Teste de 15 minutos a 60, 80 e 90% da frequência cardíaca máxima, em cicloergômetro/potência, frequência cardíaca, velocidade, frequência de pedalada, percepção do esforço	Não há diferenças nas potência, velocidade e cadência ao longo do dia. Há diferenças significativas ao nível da percepção do esforço (os exercícios realizados de tarde são mais cansativos), provavelmente devido ao cronotipo matutino dos atletas
Otani et al. (2015)	Efeito das temperaturas elevadas e dos ritmos circadianos em exercícios aeróbios e anaeróbios e nas funções cognitivas	8	Ciclistas/homens	8 e 17	10 segundos ao máximo e exercício a 60% do VO_{2max} até à exaustão. Ambos em cicloergômetro dentro de uma câmara climática (30°C e 50% de humidade relativa)/potência, temperatura, frequência cardíaca, corrente e pressão sanguíneas	A hipertermia antes do exercício afeta negativamente os resultados obtidos em exercícios aeróbios realizados de manhã, embora não tenha influência nos realizados de tarde. Por outro lado, a hipertermia não tem influência nos resultados obtidos em exercícios anaeróbios

4- DISCUSSÃO

A quase totalidade dos estudos que realizaram testes de duração inferior a 5 minutos obtiveram valores de potência superiores no período da tarde (Souissi et al., 2002; Deschodt et al., 2004; Souissi et al., 2004; Kin-Isler, A., 2006; Souissi et al., 2007; Lericollais et al., 2009; Lericollais et al., 2011; Chtourou et al., 2012a; Chtourou et al., 2012b; Pedroso et al., 2013). Apenas um estudo não encontrou diferenças significativas ao longo do dia

(Blonc et al., 2010). No entanto, em testes superiores a 5 minutos essas diferenças não se verificaram para a maioria dos autores (Bardis et al., 2008; Cruz et al., 2014a; Cruz et al., 2014b; Kunorozva et al., 2014).

A relação entre o aumento da temperatura corporal e o desempenho não é consensual. No entanto, verifica-se uma maior relação entre ambos em testes de força e de curta duração (Souissi et al., 2004; Souissi et al., 2007; Pereira et al., 2011; Chtourou et al., 2012a; Pedroso et al., 2013). À medida que a duração dos testes aumenta a relação entre estas variáveis vai-se esbatendo (Giacomoni et al., 2006; Kin-Isler, A., 2006; Bardis et al., 2008; Cruz et al., 2014a).

Os resultados dos estudos concluem quase unanimemente que um aquecimento prévio afeta positivamente os valores dos testes (Martin et al., 2001; Atkinson et al., 2005; Edwards et al., 2005). Por outro lado, verificaram uma adaptação do organismo à hora de treino, o que originou uma melhoria dos resultados quando as horas dos testes e as horas dos treinos são coincidentes (Souissi et al., 2002; Carandente et al., 2006; Chtourou et al., 2012a; Chtourou et al., 2012b; Rae et al., 2015).

5- CONCLUSÃO

Em primeiro lugar interessa salientar a diversidade dos resultados obtidos nos diversos estudos. Suficientemente diversos para, pelo menos aparentemente, muitos apresentarem resultados contraditórios. No entanto, importa referir os aspetos que reúnem alguma consensualidade:

- existe uma grande tendência para os valores mais elevados de força, em exercícios de curta duração, serem obtidos de tarde. Julgamos que esta evidência se relaciona com o facto de os valores de força reportados se encontrarem muito próximos da força máxima, o que exige condições ideais para a produção de força associadas ao pico de temperatura corporal;
- o cronotipo do atleta e a hora de treinos prévios ao exercício pode alterar os valores da força ao longo do dia: atletas de cronotipo matutino que treinem de manhã podem obter valores máximos e médios de força no período da manhã;
- quanto maior for o tempo de duração do exercício, menor a influência dos ritmos circadianos nos valores de potência. Por outras palavras, quanto mais baixo o valor de potência média produzida, menos sofre a influência dos ritmos circadianos;
- é muito importante a realização de um aquecimento antes das competições;
- por último vale a pena referenciar que dada a adaptação do organismo aos horários de treino, importa que estes e as competições coincidam, com vista a uma otimização dos resultados.

BIBLIOGRAFIA

- Atkinson, G., & Reilly, T. (1996). Circadian variation in sports performance. *Sports Medicine*, 21 (4): 292 – 312
- Atkinson, G.; Todd, C., Reilly, T., & Waterhouse, J. (2005). Diurnal variation in cycling performance: influence of warm-up. *Journal Sports Science*, 23 (3): 321-329
- Bardis, K., & Atkinson, G. (2008). Effects of time of day on power output and thermoregulation responses during cycling. *Biology of Exercise*, 4: 17-27
- Bessot, N., Nicolas, A., Moussay, S., Gauthier, A., Sesboué, B., & Davenne, D. (2006). The effect of pedal rate and time of day on the time to exhaustion from high-intensity exercise. *Chronobiology International*, 23 (5): 1009 – 1024
- Bessot, N., Moussay, S., Clarys, J., Gauthier, A., Sesboué, B., & Davenne, D. (2007). The influence of circadian rhythm on muscle activity and efficient force production during cycling at different pedal rates. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 17 (2): 176-183
- Blonc, S., Perrot, S., Racinais, S., Aussepe, S., & Hue, O. (2010). Effects of 5 weeks of training at the same time of day on the diurnal variations of maximal muscle power performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24 (1): 23 – 29
- Brisswalter, J., Bieuzen, F., Giacomoni, M., Tricot, V., & Falgairette, G. (2007). Morning-to-evening differences in oxygen uptake kinetics in short- duration cycling exercise. *Chronobiology International*, 24 (3): 495 – 506
- Carandente, F., Montaruli, A., Roveda, E., Calogiuri, G., Michielon, G., & La Torre, A. (2006). Morning or evening training: effect on heart rate circadian rhythm. *Sports Science Health*, 1: 113 – 117
- Chtourou, H., Driss, T., Souissi, S., Gam, A., Chaouachi, A., & Souissi, N. (2012a). The effect of strength training at the same time of the day on diurnal fluctuations of muscular anaerobic performances. *Journal Strength and Conditioning Research*, 26 (1): 217 – 225
- Chtourou, H., & Souissi, N. (2012b). The effect of training at a specific time of day: a review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26 (7): 1984- 2005
- Cruz, R., & Silva, S. (2011). Indicadores de parâmetros de controle de treinamento e ciclo circadiano. *Revista Acta Brasileira do Movimento Humano*, 1 (1): 33-41
- Cruz, R., et al. (2014a). Are maximum heart rate and recovery heart rate of cyclists influenced by the time of the day?. *Journal of Exercise Physiologyonline*, 17 (2): 19-26
- Cruz, R., Manoel, F., Melo, B., & Silva, S. (2014b). Circadian cycle and its influence on parameters of aerobic training. *American Journal of Sports Science and Medicine*, 2 (2): 65-69
- Deschodt, V., & Arzac, L. (2004). Morning vs. evening maximal cycle power and technical swimming ability. *Journal Strength Condition Research*, 18 (1): 149-154
- Drust, B., Waterhouse, J., Atkinson, G., Edwards, B., & Reilly, T. (2005). Circadian rhythms in sports performance - an update. *Chronobiology International*, 22 (1): 21 – 44
- Edwards, B., Edwards, W., Waterhouse, J., Atkinson, G., & Reilly, T. (2005). Can cycling performance in an early morning, laboratory-based cycle time- trial be improved by morning exercise the day before?. *International Journal Sports Medicine*, 26 (8): 651 - 656
- Faull, O., Cotter, J., & Lucas, S. (2015). Cerebrovascular responses during rowing: do circadian rhythms explain morning and afternoon performance differences?. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 25 (4): 467 - 475

- Giacomoni, M., Billaut, F., & Falgairette, G. (2006). Effects of the time of day. on repeated all-out cycle performance and short-term recovery patterns *International Journal of Sports Medicine*, 27: 468 – 474
- Hobson, R., Clapp, E., Watson, P., & Maughan, R. (2009). Exercise capacity in the heat is greater in the morning than in the evening in man. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41 (1): 174-180
- Kin-Isler, A. (2006). Time-of-day effects in maximal anaerobic performance and blood lactate concentration during and after a supramaximal exercise. *Isokinetics and Exercise Science*, 14: 1 – 6
- Kunorozva, L., Roden, L., & Rae, D. (2014). Perception of effort in morning- type cyclists is lower when exercising in the morning. *Journal Sports Science*, 32 (10): 917-925
- Lericollais, R., Gauthier, A., Bessot, N., Sesboué, B., & Davenne, D. (2009). Time-of-day effects on fatigue during a sustained anaerobic test in well- trained cyclists. *Chronobiology International*, 26 (8): 1622-1635
- Lericollais, R., Gauthier, A., Bessot, N., & Davenne, D. (2011). Diurnal evolution of cycling biomechanical parameters during a 60-s Wingate test. *Scand J Med Sci Sports*, 21 (6): e106-114
- Martin, L., Doggart, A., & Whyte, G. (2001). Comparison of physiological responses to morning and evening submaximal running. *Journal Sports Science*, 19 (12): 969-976
- Minati, A., Santana, M., & Mello, M. (2006). A influência dos ritmos circadianos no desempenho físico. *Revista Brasileira Ciência e Movimento*, 14 (1): 75- 86
- Moussay, S., Bessot, N., Gauthier, A., Larue, J., Sesboue, B., & Davenne, D. (2003). Diurnal variations in cycling kinematics. *Chronobiology International*, 20 (5): 879-892
- Okamoto, A., Yamamoto, T., Matsumura, R., Node, K., & Akashi, M. (2013). An out-of-lab trial: a case example for the effect of intense exercise on rhythms of human clock gene expression. *Journal of Circadian Rhythms*, 11: 10
- Otani, H., Kaya, M., Tamaki, A., Goto, H., & Tsujita, J. (2015). Influence of passive hyperthermia and diurnal variation on exercise performance and cognitive function in the heat. *Extreme Physiology & Medicine*, 4 (suppl.1): A155
- Pedroso, C., & Silva, E. (2010). Possíveis efeitos do ritmo circadiano sobre o desempenho da força muscular. <http://www.efdeportes.com>, revista digital (146). Acedido Junho 23, 2016, em <http://www.efdeportes.com/efd146/efeitos-do-ritmo-circadiano-sobre-o-desempenho-da-forca.html>
- Pedroso C., Tairova O., Gobetti T., Saldanha R., & Silva E. (2013). Análise da produção máxima de força muscular em 24 horas: efeitos circadianos. *Revista Saúde e Desenvolvimento Humano*, 1(1): 39 – 48
- Pereira, R., Machado, M., Ribeiro, W., Russo, A., de Paula, A., & Lazo- Osório, R. (2011). Variation of explosive force at different times of day. *Biology of Sport*, 28 (1): 3 – 9
- Rae, D., Stephenson, J., & Roden, L. (2015). Factors to consider when and assessing diurnal variation in sports performance: the influence of chronotype habitual training time-of-day. *European Journal of Applied Physiology*, 115 (6): 1339-1349
- Reilly, T., & Garrett, R. (1998). Investigation of diurnal variation in sustained exercise performance. *Ergonomics*, 41 (8): 1085-1094
- Santana, M., Tufik, S., Passos, G., Santee, D., Denadai, B., & Mello, M. (2008). Variação diurna e resposta da cinética do VO₂ de ciclistas durante exercício muito intenso. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 14 (3): 227 – 230
- Sekir, U., Ozyener, F., & Gur, H. (2002). Effect of time of day on the of Sports relationship between lactate and ventilatory thresholds: a brief report. *Journal Science & Medicine*, 1: 136 - 140
- Souissi, N., Gauthier, A., Sesboué, B., Larue, J., & Davenne, D. (2002). Effects of regular training at the same time of day on diurnal fluctuations in muscular performance. *Journal of Sports Sciences*, 20: 929 – 937

- Souissi, N., Gauthier, A., Sesboüé, B., Larue, J., & Davenne, D. (2004). Circadian rhythms in two types of anaerobic cycle leg exercise: force- velocity and 30-s Wingate tests. *International Journal Sports and Medicine*, 25: 14-19
- Souissi, N., Bessot, N., Chamari, K., Gauthier, A., Sesboüé, B., & Davenne, D. (2007). Effect of time of day on aerobic contribution to the 30-s Wingate test performance. *Chronobiology International*, 24 (4): 739 - 748
- Teo, W., Newton, M., & McGuigan, M. (2011). Circadian rhythms in exercise performance: implications for hormonal and muscular adaptation. *Journal of Sports Science & Medicine*, 10: 600 – 606.
- Unver, S., & Atan, T. (2015). Investigation of the changes in performance measurements based on circadian rhythm. *Anthropologist*, 19 (2): 423 - 430.
- Waterhouse, J., et al. (2005). The circadian rhythm of core temperature: origin and some implications for exercise performance. *Chronobiology International*, 22 (2): 207 – 225