

# Padrões do sono e atividade autonómica cardíaca noturna após treinos e jogos realizados a diferentes horas do dia em futebolistas femininas

## Autores

Júlio Costa<sup>1</sup>; João Brito<sup>2</sup>; Fábio Nakamura<sup>3,4</sup>; Pedro Figueiredo<sup>2,5</sup>; Eduardo Oliveira<sup>1</sup>; António Natal<sup>1</sup>

[200902677@fade.up.pt](mailto:200902677@fade.up.pt) | [jahdc@hotmail.com](mailto:jahdc@hotmail.com)

## Resumo

Objetivo: analisar a influência do treino realizado à noite e da localização dos jogos no padrão de sono e na atividade autonómica cardíaca noturna em futebolistas femininas.

Métodos: 17 atletas do sexo feminino (idade:  $21,6 \pm 2,3$  anos; média  $\pm$  DP) utilizaram acelerómetros de pulso e monitores de frequência cardíaca (FC) durante o sono, ao longo de 18 dias de treino (DT), 18 dias de repouso (DR), 6 dias de jogo (DJ), incluindo 3 jogos fora (JF) e 3 jogos em casa (JC), durante o período competitivo. As cargas de treino e de jogo, bem como os seus efeitos, foram quantificadas pela perceção subjetiva de esforço, impulso de treino, média da FC durante o exercício e questionário de bem-estar.

Resultados: nos DT, as jogadoras deitaram-se mais tarde e reduziram o tempo total de sono em comparação com os DJ ( $+88 \pm 16$  min e  $-81 \pm 19$  min, respetivamente;  $p < 0,001$ ; médias das diferenças  $\pm$  95% IC) e com os DR ( $+79 \pm 7$  min e  $-76 \pm 14$  min, respetivamente;  $p < 0,001$ ). Nos JF, a hora de deitar foi mais tarde em comparação com os JC ( $+22 \pm 8$  min;  $p < 0,001$ ). A latência do sono aumentou nos DT e DJ em comparação com os DR ( $+4 \pm 1,43$  min e  $+7 \pm 1,42$  min, respetivamente;  $p < 0,001$ ), assim como após os JF em comparação com os JC ( $+5 \pm 2,68$  min;  $p < 0,001$ ). A FC durante o sono aumentou após os DT e DJ em comparação com os DR ( $+4 \pm 1$  b.p.m and  $+3 \pm 2$  b.p.m, respetivamente;  $p < 0,001$ ).

Além disso, a variabilidade da FC diminuiu após os DT e DJ em comparação com os DR (ex. lnRMSSD,  $-0,09 \pm 0,12$  ln[ms] e  $-0,17 \pm 0,21$  ln[ms], respetivamente;  $p < 0,001$ ).

<sup>1</sup> Centro de Investigação, Educação, Inovação e Intervenção no Desporto, Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Porto, Portugal

<sup>2</sup> Portugal Football School, Federação Portuguesa de Futebol, Oeiras, Portugal

<sup>3</sup> Department of Medicine and Aging Sciences, "G. d'Annunzio" University of Chieti-Pescara, Italy

<sup>4</sup> The College of Healthcare Sciences, James Cook University, Queensland, Austrália

<sup>5</sup> Centro de Investigação em Ciências do Desporto, Ciências da Saúde e Desenvolvimento Humano, CIDESD, Instituto Universitário da Maia, ISMAI, Maia, Portugal

Conclusão: os padrões de sono de atletas de futebol feminino parecem ser influenciados pelo esforço e pela localização dos jogos. O exercício parece ainda afetar a atividade autonómica cardíaca noturna em atletas femininos.

*Palavras-chave:* actigrafia; higiene do sono; monitorização noturna; ritmo circadiário; sistema nervoso autónomo

## Introdução

No futebol feminino, as atletas estão constantemente expostas a programas de treino e jogos muito congestionados, principalmente com sessões de treino próximos da hora de deitar (Costa et al., 2018).

O exercício, quando realizado antes de deitar, pode alterar a fase circadiana (Buman et al., 2014) e os padrões do sono (ex. reduzir o tempo total de sono) (Fowler et al., 2015). O sono é constantemente postulado como componente essencial à recuperação dos atletas (Halsen, 2008). Contudo, os efeitos das cargas do exercício que precedem ao sono permanecem controversos na literatura (Juliff et al., 2015). Além disso, a redução do tempo do sono após diferentes cenários de jogos (ou seja, jogos jogados em casa ou fora) é uma constante preocupação, uma vez que a recuperação após o jogo poderá ficar comprometida (Skein et al., 2013). Por isso, é necessário investigar métodos que sejam sensíveis e não invasivos para monitorizar os padrões de sono em atletas, a fim de promover uma melhor higiene do sono e, conseqüentemente, uma melhor recuperação.

Além da influência do exercício no sono, o exercício físico pode alterar a atividade do sistema autónomo (SNA). A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) tem sido extensivamente usada como um método não invasivo e eficiente para monitorizar não apenas o *status* do treino, mas também as adaptações fisiológicas em atletas (Bellenger et al., 2016; Buchheit et al., 2014). Recentemente, tem surgido um crescente interesse no uso dos índices da VFC durante o sono, para avaliar as mudanças induzidas pelas cargas dos exercícios (Costa et al., 2018; Hynynen et al., 2010).

As *slow-wave sleep* (SWS), correspondente ao estágio mais profundo do sono, livre de eventos disruptivos externos e envolvidos nos processos de recuperação (Buchheit et al., 2004), apresentam condições recomendáveis para a análise da VFC noturna (Brandenberger et al., 2005). Possíveis alterações na VFC durante SWS pode depender do tipo das cargas de treino e do jogo (Costa et al., 2018), além dos níveis de condição física (Boullosa et al., 2013). Mais se acrescenta que a localização dos jogos pode, também, influenciar a atividade do SNA (Egan-Shuttler et al., 2018).

Assim, é de destacar que estudos prospetivos que analisem variáveis do sono e índices da VFC entre dias de treino realizados à noite (DT), dias de repouso (DR), dias de jogo (DJ) assim como entre a localização dos jogos (ou seja, jogos realizados fora [JF] e em casa [JC]) em atletas femininas de futebol, é escasso na literatura. Desta forma, o objetivo do presente estudo foi: (1) avaliar os padrões do sono e da atividade autonómica cardíaca entre DT vs. DR vs. DJ durante o período competitivo, e (2) entre localização dos jogos (JF vs. JC) em atletas do futebol feminino.

## **Materiais e métodos**

### **Participantes**

Dezassete atletas de futebol feminino (idade:  $21,6 \pm 2,3$  anos; altura:  $161,5 \pm 5,4$  cm; massa corporal:  $57,0 \pm 6,4$  kg; média  $\pm$  DP) da 1<sup>o</sup> divisão da liga portuguesa de futebol feminino participaram no estudo. Todas as atletas apresentaram horários académicos e trabalhos similares. Após a aprovação da Comissão de Ética da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto (CEFADE 03.2017) e de acordo com a declaração de Helsínquia, os participantes foram informados acerca dos procedimentos experimentais e assinaram o termo de consentimento.

### **Desenho do estudo**

Foi utilizado um estudo observacional prospetivo. As cargas internas de treino e de jogo e os seus efeitos foram quantificadas utilizando o impulso de treino e de jogo (TRIMP); à média da FC durante o exercício ( $FC_{ex}$ ) como percentagem relativa do pico da FC individual ( $\%FC_{pico}$ ); a perceção subjetiva de esforço (sRPE); questionário de bem-estar; índices do sono e da atividade autonómica cardíaca noturna, durante 6

semanas (42 dias de recolhas), com os jogos realizados aos domingos, durante o período competitivo. Dezoito sessões de treino (DT), 18 DR e 6 DJ, dos quais 3 JF e 3 JC, foram analisados. Todas as sessões de treino (Segundas, Quartas e Sextas feiras) iniciaram às 21:00 (21:10 ± 00:21 horas; média ± DP) com duração de 1:26 ± 00:10 horas. As sessões de treino planeadas pelo treinador estão descritas na Tabela 1. Os jogos foram realizados sempre à mesma hora, pelas 15:00 (15:02 ± 00:09 horas) com duração de 1:33 ± 00:03 horas. Cada atleta realizou as recolhas da VFC (intervalo RR) e acelerometria de pulso em casa, durante o sono, após o término das sessões de treino e dos jogos. Houve alguma variação nas horas em que as atletas se deitaram para dormir (DT, entre 00:15 e 00:30 horas, aproximadamente; e DR, DJ, JC e JF, entre 22:30 e 23:30 horas, aproximadamente), para que os hábitos de sono não fossem limitados pelos procedimentos do estudo, e assim conferir uma maior validade ecológica à investigação. Durante 5 semanas antes do estudo, as atletas foram submetidas à familiarização dos dispositivos usados durante a investigação, para evitar alterações nos resultados dos padrões de sono e dos índices da VFC. Durante os 90 min das sessões de treino, as atletas foram expostas a >1200 lux (iluminação horizontal; 28 compact quartz lâmpadas de iodeto metálico com duplo aperto [modelo: MASTER MHN-LA 2000W/956 400V] com uma eficácia de luminosidade de 93 lm/W e 5600K temperatura de cor [Tk]).

**Tabela 1.** Semanas de treino durante 6 semanas em atletas de futebol feminino.

	DJ	DJ+1	DJ+2	DJ+3	DJ-3	DJ-2	DJ-1
Sem. 1	Oficial JF <sub>1</sub>	TR (30 min) Pr (60 min)	Repouso	TR (20 min) Scrm (70 min)	Scrm (90 min)	Repouso	Repouso
Sem. 2	Oficial JC <sub>1</sub>	TR (30 min) Pr (60 min)	Repouso	Pr (30 min) Scrm (60 min)	TR (10 min) Scrm (80 min)	Repouso	Repouso
Sem. 3	Oficial JC <sub>2</sub>	TR (30 min) Pr (60 min)	Repouso	TR (20 min) Scrm (70 min)	Scrm (90 min)	Repouso	Repouso

Sem. 4	Oficial JF <sub>2</sub>	TR (30 min) Pr (60 min)	Repouso	Pr (30 min) Scrm (60 min)	TR (10 min) Scrm (80 min)	Repouso	Repouso
Sem. 5	Oficial JC <sub>3</sub>	TR (30 min) Pr (60 min)	Repouso	TR (20 min) Scrm (70 min)	Scrm (90 min)	Repouso	Repouso
Sem. 6	Oficial JF <sub>3</sub>	TR (30 min) Pr (60 min)	Repouso	TR (20 min) Scrm (70 min)	TR (10 min) Scrm (80 min)	Repouso	Repouso

Abreviações: Sem., semana; DJ, dia de jogo; JF, jogo fora; JC, jogo em casa; Pr, prática de futebol (consistiu no desenvolvimento de habilidades, treinos técnicos/táticos e jogos condicionados [e.g: 4 vs. 4]); TR, treino de resistência (consistiu em treinos que solicitassem vários grupos musculares, envolvendo agachamentos, exercícios com halteres, exercícios realizados com barras e discos e exercícios unilaterais nos membros inferiores. Scrm, jogos de 10 vs 10.

### Monitorização das cargas de treino e jogo

A FC durante as sessões de treino e de jogo foram gravadas através da telemetria de rádio (Firstbeat Sports, Finland). O software permitiu também o cálculo da FC<sub>ex</sub>, expresso em valores absolutos (batimentos por min [bpm]) e como percentagem relativa da FC máxima individual (%FC<sub>pico</sub>).

A TRIMP (Bannister et al., 1991) foi calculada como:  $TRIMP = T \times [(FC_{ex} - FC_{rep}) / (FC_{pico} - FC_{rep})] \times 0.86e^{1.67[(FC_{ex} - FC_{rep}) / (FC_{pico} - FC_{rep})]}$ ; onde T, duração do treino/jogo em minutos; FC<sub>ex</sub>, a FC média durante o exercício; FC<sub>rep</sub>, a FC média em repouso, avaliada durante 5 min em posição sentado antes de iniciar cada sessão de treino ou jogo (Alexiou & Coutts, 2008); FC<sub>pico</sub>, determinado como o maior valor atingido durante o Yo-Yo Intermittent Endurance test – level 2 (YY-IET2) e e~2,718 (constante).

A RPE foi obtida, aproximadamente, 15 a 30 min após o término de cada sessão de treino e jogo. A sRPE foi determinada através da multiplicação entre a duração total da sessão do treino e do jogo (em min) e a escala CR-10 modificado por Foster et al. (2001).

Aproximadamente 15 minutos antes de cada sessão de treino e jogo, as atletas preencheram um questionário envolvendo avaliações quanto ao bem-estar, relativos à fadiga, níveis de stress, desconforto muscular (DOMS) e à qualidade/distúrbios do sono (escala de 1-7) (Hooper et al., 1995).

#### *Monitorização dos padrões do sono*

O sono foi avaliado usando acelerómetros (Actigraph LLC wGT3X-BT, Pensacola, USA), colocados no pulso do lado não-dominante. Os acelerómetros de pulso são frequentemente utilizados para monitorizar o sono em atletas (Lastella et al., 2015; Staunton et al., 2017), tendo sido validados em comparação com os equipamentos *standard* da polissonografia (Alsaadi et al., 2014). Os acelerómetros de pulso são dispositivos não invasivos e eficientes para estimar o tempo total de sono (TST); tempo total deitado (TIB); a hora de levantar; a hora de deitar; tempo acordado após o início do sono (WASO); índice de fragmentação do sono (SFI); latência e eficiência do sono (SE) (Kushida et al., 2001).

#### *Monitorização da atividade autonómica cardíaca*

O método da SWS foi utilizado para analisar a atividade da função autonómica cardíaca durante o sono (Brandenberger et al., 2005; Costa et al., 2018). Este método regista e avalia 10 minutos dos intervalos RR (variação entre os consecutivos batimentos cardíacos [batimento a batimento]), considerando os critérios de acordo com Bradenberger et al., (2005), utilizando o software adequado de análise Kubios HRV 3.0.0® software (Kubios Oy, Kuopio, Finland).

Os dispositivos da FC (Firstbeat Bodyguard2®, Firstbeat Technologies, Finland) foram utilizados durante o sono. Os respetivos dispositivos foram validados em comparação com equipamentos *standard* de eletrocardiogramas (ECG) para detetar batimentos cardíacos (Parak et al., 2015). Foram avaliados os índices da VFC no domínio do tempo: intervalo RR; raiz quadrada da média da soma dos quadrados entre os intervalos NN adjacentes (RMSSD) e o desvio padrão dos intervalos NN (SDNN). Foram também observados os resultados dos Poincaré Plot: variabilidade de longa e curta duração entre os batimentos cardíacos (SD1 e SD2, respetivamente). Assim como, os índices da VFC no domínio da frequência: a baixa frequência (LF); alta

frequência (HF) e o rácio entre a baixa e alta frequência (LF/HF). Para reduzir a assimetria na VFC, os dados foram transformados em logarítmicos (ln) antes de realizar qualquer análise estatística (Mourot et al., 2004).

### Tratamento estatístico

O modelo linear misto foi utilizado para examinar diferenças na atividade autonómica cardíaca, índices de sono, cargas de treino e de jogo e análise subjetiva do bem-estar entre as condições DTs, RDs, DJs, JFs e JCs. O tratamento estatístico foi realizado com a abordagem às inferências baseadas na magnitude dos efeitos. Os intervalos de variação para classificar a magnitude dos efeitos (*d* Cohen) foram os seguintes: >0.2 (small), >0.6 (moderate), and >1.2 (large). As probabilidades de variação consideradas foram as seguintes: 25-75%, possible, 75-95%, likely; 95-99%, very likely; > 99%, most likely (Hopkins et al., 2009).

## Resultados

### *Variáveis de treino e jogo*

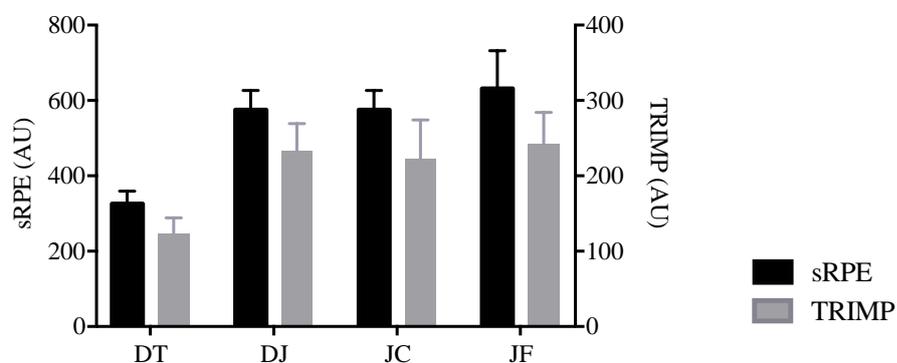
Sessões de treino e jogo, sRPE, FC<sub>ex</sub>, TRIMP e análise subjetiva do bem-estar, encontram-se representados na Figura 1.

sRPE foi significativamente mais elevado após os DJ em comparação com os DT (574.9 ± 51.5 a.u. vs. 326.1 ± 33.4 a.u.; média ± DP;  $p < 0.001$ ) e significativamente mais elevado após os JF em comparação com os JC (631.7 ± 99.7 a.u. vs. 574.9 ± 51.5 a.u.;  $p < 0.001$ ; Figura 1-A).

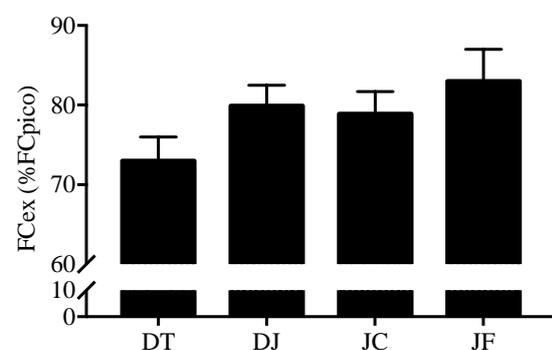
TRIMP foi significativamente mais elevado após os DJ em comparação com os DT (232.4 ± 36.9 a.u vs. 122.8 ± 21.4 a.u.  $p < 0.001$ ; Figura 1-A).

FC<sub>ex</sub> (%FC<sub>pico</sub>) foi significativamente mais elevado após os DJ em comparação com os DT (81 ± 4% vs. 73 ± 2.9%  $p < 0.001$ ; Figura 1-B).

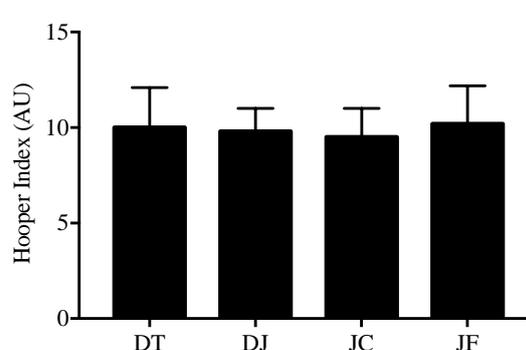
**A**



**B**



**C**



**Figura 1.** Média  $\pm$  DP das cargas internas de treino (A e B) e questionário do bem-estar (C) após dias de treino noturno (DT), dias de jogo (DJ), jogos fora de casa (JF) e jogos em casa (JC) em futebolistas femininas, durante seis semanas do período competitivo. (A): sRPE, percepção subjetiva de esforço, e TRIMP, impulso de treino/jogo; ambas variáveis expressas em unidades arbitrárias (AU). (B): (FC<sub>ex</sub>), frequência cardíaca de exercício como percentagem relativa do pico da FC individual (%FC<sub>pico</sub>). (C): *Hooper index*; expresso em unidade arbitrária (AU).

### Variáveis de sono

As variáveis do sono encontram-se representadas na tabela 2, com as respetivas médias das diferenças, tamanho do efeito, magnitudes e descrição qualitativa, para as seguintes variáveis: hora de deitar, hora de levantar, TIB, TST, WASO, SFI, SE e latência na tabela 3.

**Tabela 2.** Respostas do sono (através da actigrafia) após dias de treino noturno (18 dias), dias de repouso (18 dias), dias de jogo (6 dias), jogos fora de casa (3 dias) e jogos em casa (3 dias) em futebolistas femininas, durante seis semanas do período competitivo.

	DT (N = 17)	DR (N = 17)	DJ (N = 10)	JF (N = 10)	JC (N = 10)
Hora de deitar (h:min)	00:38 ± 0:07	23:07 ± 0:12 <sup>a</sup>	22:51 ± 0:15 <sup>a</sup>	23:09 ± 0:15 <sup>a</sup>	22:33 ± 0:26 <sup>a,b,c</sup>
Hora de levantar (h:min)	8:34 ± 0:10	8:44 ± 0:09	9:22 ± 0:12 <sup>a,b</sup>	9:32 ± 0:14 <sup>a,b</sup>	9:21 ± 0:19 <sup>a,b</sup>
TIB (h:min)	8:14 ± 0:18	9:42 ± 0:21 <sup>a</sup>	9:54 ± 0:14 <sup>a</sup>	9:56 ± 0:12 <sup>a</sup>	9:58 ± 0:19 <sup>a</sup>
TST (h:min)	7:09 ± 0:28	8:35 ± 0:33 <sup>a</sup>	8:44 ± 0:36 <sup>a</sup>	9:00 ± 0:58 <sup>a</sup>	8:59 ± 0:53 <sup>a</sup>
WASO (min)	37 ± 12	44 ± 14	47 ± 8	48 ± 11	40 ± 10
SFI (%)	25 ± 7	26 ± 7	25 ± 5	24 ± 9	28 ± 8
SE (%)	90 ± 4	91 ± 3	89 ± 4	88 ± 6	89 ± 3
Latência (min)	8 ± 2	4 ± 2 <sup>a</sup>	11 ± 2 <sup>a,b</sup>	14 ± 3 <sup>a,b</sup>	9 ± 2 <sup>a,b,c</sup>

A tabela apresenta os resultados do modelo linear misto, para examinar as diferenças dos índices do sono entre as condições DT vs. DR vs. DJ vs. JF vs. JC.

Abreviações: DT, dias de treino; DR, dias de repouso; DJ, dias de jogo; JF, jogos fora; JC, jogos em casa; tempo total deitado (TIB); tempo total de sono (TST); tempo acordado após o início do sono (WASO); índice de fragmentação do sono (SFI); eficiência do sono (SE).

Os resultados estão apresentados sob a forma de média ± DP. <sup>a</sup> Significativamente diferente em comparação com os DT ( $p < 0.05$ ). <sup>b</sup> Significativamente diferente em comparação com os DR ( $p < 0.05$ ). <sup>c</sup> Significativamente diferente em comparação com os JF ( $p < 0.05$ ).

**Tabela 3.** Inferências baseadas na magnitude do efeito para as respostas do sono após dias de treino noturno (18 dias), dias de repouso (18 dias), dias de jogo (6 dias), jogos fora de casa (3 dias) e jogos em casa (3 dias) em futebolistas femininas, durante seis semanas do período competitivo.

	DT vs. DJ (N = 17; N = 10)	DT vs. DR (N = 17; N = 17)	DJ vs. DR (N = 10; N = 17)	JF vs. JC (N = 10; N = 10)
<b>Hora de deitar</b>				
Média das dif. (h:min)	1:47(±0:26)	1:31(±0:12)	-0:16(±0:10)	0:36(±0:14)
ES (± 90% CI)	5.45(±0.88)	3.26(±0.96)	-1.02(±0.67)	1.66(±0.81)
Magnitude	Large	Large	Moderate	Large
Descrição qualitativa	Most likely positive	Most likely positive	Very likely negative	Most likely positive
<b>Hora de levantar</b>				
Média das dif. (h:min)	-0:48(±0:21)	-0:10(±0:16)	0:38(±0:11)	0:11(±0:08)
ES (± 90% CI)	-3.77(±0.65)	-0.85(±0.92)	3.19(±0.67)	0.60(±0.71)
Magnitude	Large	Moderate	Large	Moderate
Descrição qualitativa	Most likely negative	Most likely negative	Most likely positive	Possibly positive
<b>TIB</b>				
Média das dif. (h:min)	-1:40(±0:32)	-1:28(±0:28)	0:12(±0:06)	-0:02(±0:14)
ES (± 90% CI)	-2.32(±0.88)	-1.85(±0.87)	0.41(±0.97)	-0.19(±0.42)
Magnitude	Large	Large	Small	Small
Descrição qualitativa	Most likely negative	Most likely negative	Possibly positive	Possibly
<b>TST</b>				
Média das dif. (h:min)	-1:35(±0:32)	-1:26(±0:22)	0:09(±0:08)	0:01(±0:02)
ES (± 90% CI)	-2.86(±0.65)	-2.69(±0.55)	0.26(±0.65)	0.60(±0.71)
Magnitude	Large	Large	Small	Moderate
Descrição qualitativa	Most likely negative	Most likely negative	Possibly positive	Possibly positive
<b>WASO</b>				
Média das dif. (h:min)	-10(±10.21)	-7(±9.82)	3(±10.53)	8(±9.24)
ES (± 90% CI)	-1.08(±0.70)	-0.41(±0.56)	0.43(±0.73)	0.71(±0.71)
Magnitude	Moderate	Small	Small	Moderate
Descrição qualitativa	Very likely negative	Possibly negative	Possibly positive	Likely positive
<b>SFI</b>				
Média das dif. (h:min)	-0.34(±5.62)	-1.12(±5.01)	-0.76(±5.41)	-3.23(±6.42)
ES (± 90% CI)	-0.12(±0.63)	-0.17(±0.56)	-0.07(±0.63)	-2.30(±0.73)
Magnitude	Small	Small	Small	Small
Descrição qualitativa	Possibly negative	Possibly negative	Possibly	Most likely negative
<b>SE</b>				

Média das dif. (h:min)	0.81(±3.30)	-0.67(±2.6)	-1.76(±3.0)	-0.70(±3.6)
ES (± 90% CI)	0.33(±0.64)	-0.28(±0.86)	-0.39(±0.67)	-0.83(±0.87)
Magnitude	Small	Small	Small	Moderate
Descrição qualitativa	Possibly positive	Possibly negative	Possibly negative	Likely positive
<b>Latência</b>				
Média das dif. (h:min)	-3(±1.91)	4(±1.43)	7(±1.42)	5(±2.68)
ES (± 90% CI)	-1.51(±0.65)	2.21(±0.62)	4.34(±0.82)	1.54(±0.77)
Magnitude	Large	Large	Large	Large
Descrição qualitativa	Most likely negative	Most likely positive	Most likely positive	Most likely positive

Inferências baseadas na magnitude do efeito dos índices do sono entre as condições DT vs. DR vs. DJ vs. JF vs. JC.

Abreviações: DT, dias de treino; DR, dias de repouso; DJ, dias de jogo; JF, jogos fora; JC, jogos em casa; tempo total deitado (TIB); tempo total de sono (TST); tempo acordado após o início do sono (WASO); índice de fragmentação do sono (SFI); eficiência do sono (SE).

Os resultados estão apresentados através: médias das diferenças (±95% CI: intervalo de confiança), ES, tamanho do efeito (±90% CI), magnitudes e descrição qualitativa.

A hora de deitar foi significativamente mais tarde nos DT em comparação com os DJ (+1:47 horas,  $p < 0.001$ ) e a hora de levantar significativamente mais cedo nos DT em comparação com os DJ (-35 min,  $p < 0.001$ ). TIB foi significativamente reduzido nos DT em comparação com os DJ (-1:40 horas,  $p < 0.001$ ). Além disso, TST foi significativamente reduzido nos DT em comparação com os DJ (-1:35 horas,  $p < 0.001$ ) e a latência significativamente reduzida nos DT em comparação com os DJ (-3 min,  $p < 0.001$ ).

A hora de deitar foi significativamente mais tarde nos DT em comparação com os DR (+1:31 horas,  $p < 0.001$ ). TIB foi significativamente reduzido nos DT em comparação com os DR (-1:28 horas,  $p < 0.001$ ). Além disso, TST foi significativamente reduzido nos DT em comparação com os DR (-1:26 horas,  $p < 0.001$ ) e a latência significativamente elevada nos DT em comparação com os DR (+4 min,  $p < 0.001$ ).

Não se verificaram diferenças entre os DJ e os DR ( $p > 0.32$ ). Contudo, após os jogos as atletas levantaram mais tarde em comparação com os RD (+38 min,  $p < 0.001$ ). Além disso, a latência foi significativamente elevada após os DJ em comparação com os DR (+7 min,  $p < 0.001$ ).

A hora de deitar foi significativamente mais tarde nos JF em comparação com os JC (+36 min,  $p < 0.001$ ). Além disso, a latência foi significativamente elevada nos JF em comparação com os JC (+5 min,  $p < 0.001$ ).

#### *Variáveis da atividade autonómica cardíaca*

As variáveis da atividade autonómica cardíaca encontram-se representadas na tabela 4, com as respetivas médias das diferenças, tamanho do efeito, magnitudes e descrição qualitativa, para as seguintes variáveis: FC, RR, lnSDNN, lnRMSSD, lnSD1, lnSD2, lnLF, lnHF and HF/LF na tabela 5.

A FC foi significativamente mais elevada nos DT em comparação com os DR (+4 b.p.m.,  $p < 0.001$ ). Além disso, diferenças significativas foram observadas nos índices da VFC (lnRMSSD, lnSDNN, lnSD1, lnSD2, lnHF, lnLF and HF/LF) nos DT em comparação com os DR ( $p \leq 0.01$ ) (ex., lnRMSSD foi significativamente reduzido nos DT em comparação com os DR;  $-0.09 \ln[\text{ms}]$ ,  $p < 0.01$ , Tabela 5).

A FC foi significativamente mais elevada nos DJ em comparação com os DR (+3 b.p.m.,  $p < 0.001$ ). Além disso, diferenças significativas foram observadas nos índices da VFC (lnRMSSD, lnSDNN, lnSD1, lnSD2, lnHF, lnLF and HF/LF) nos DT em comparação com os DR ( $p \leq 0.01$ ) (ex., lnRMSSD foi significativamente reduzido nos DJ em comparação com os DR;  $-0.17 \ln[\text{ms}]$ ,  $p < 0.01$ , Tabela 5).

**Tabela 4.** Atividade autonómica cardíaca (“método SWS”) após dias de treino noturno (18 dias), dias de repouso (18 dias), dias de jogo (6 dias), jogos fora de casa (3 dias) e jogos em casa (3 dias) em futebolistas femininas, durante seis semanas do período competitivo.

	DT (N = 17)	DR (N = 17)	DJ (N = 10)	JF (N = 10)	JC (N = 10)
FC (bpm)	57 ± 1	53 ± 1 <sup>a</sup>	56 ± 3 <sup>b</sup>	55 ± 4 <sup>b</sup>	57 ± 4 <sup>b</sup>
RR interval (ln[ms])	6.98 ± 0.02	7.05 ± 0.01 <sup>a</sup>	7.03 ± 0.16 <sup>b</sup>	7.08 ± 0.30 <sup>b</sup>	6.98 ± 0.07 <sup>b</sup>
RMSSD (ln[ms])	4.35 ± 0.14	4.44 ± 0.17 <sup>a</sup>	4.27 ± 0.24 <sup>b</sup>	4.30 ± 0.33 <sup>b</sup>	4.23 ± 0.31 <sup>b</sup>
SDNN (ln[ms])	4.04 ± 0.10	4.06 ± 0.12	3.97 ± 0.21	3.99 ± 0.28	3.94 ± 0.26
SD1 (ln[ms])	4.00 ± 0.14	4.09 ± 0.17 <sup>a</sup>	3.92 ± 0.24 <sup>b</sup>	3.96 ± 0.33 <sup>b</sup>	3.89 ± 0.31 <sup>b</sup>
SD2 (ln[ms])	4.03 ± 0.07	3.98 ± 0.09 <sup>a</sup>	3.98 ± 0.19	3.99 ± 0.26	3.97 ± 0.23
LF (ln[ms <sup>2</sup> ])	6.45 ± 0.09	6.24 ± 0.10 <sup>a</sup>	6.43 ± 0.48 <sup>b</sup>	6.39 ± 0.63 <sup>b</sup>	6.47 ± 0.52 <sup>b</sup>
HF (ln[ms <sup>2</sup> ])	7.56 ± 0.24	7.68 ± 0.32 <sup>a</sup>	7.41 ± 0.46 <sup>b</sup>	7.46 ± 0.64 <sup>b</sup>	7.35 ± 0.59 <sup>b</sup>
LF/HF	0.56 ± 0.12	0.40 ± 0.11 <sup>a</sup>	0.53 ± 0.24 <sup>b</sup>	0.46 ± 0.37 <sup>b</sup>	0.60 ± 0.32 <sup>b</sup>

A tabela apresenta os resultados do modelo linear misto, para examinar as diferenças da atividade autonómica cardíaca entre as condições DT vs. DR vs. DJ vs. JF vs. JC.

Abreviações: DT, dias de treino; DR, dias de repouso; DJ, dias de jogo; JF, jogos fora; JC, jogos em casa; FC, frequência cardíaca; RR, variação entre os consecutivos batimentos cardíacos (batimento a batimento); RMSSD, raiz quadrada da média da soma dos quadrados entre os intervalos NN adjacentes; SDNN, desvio padrão dos intervalos NN; SD1, variabilidade de curta-duração entre os batimentos cardíacos; SD2, variabilidade de longa-duração entre os batimentos cardíacos; LF, baixa frequência; HF, alta frequência; LF/HF, rácio entre a baixa e alta frequência.

Os resultados estão apresentados sob a forma de média ± DP. <sup>a</sup> Significativamente diferente em comparação com os DT ( $p < 0.05$ ). <sup>b</sup> Significativamente diferente em comparação com os DR ( $p < 0.05$ ).

**Tabela 5.** Inferências baseadas na magnitude do efeito para as respostas do sono após dias de treino noturno (18 dias), dias de repouso (18 dias), dias de jogo (6 dias), jogos fora de casa (3 dias) e jogos em casa (3 dias) em futebolistas femininas, durante seis semanas do período competitivo.

	DT vs. DJ (N = 17; N = 10)	DT vs. DJ (N = 17; N = 17)	DJ vs. DR (N = 10; N = 17)	JF vs. JC (N = 10; N = 10)
<b>FC</b>				
Média das dif. (h:min)	1(±4)	4(±1)	3(±1)	1(±3)
ES (± 90% CI)	0.27(±0.54)	4.40(±0.61)	2.56(±0.98)	0.11(± 0.68)
Magnitude	Small	Large	Large	Small
Descrição qualitativa	Possibly positive	Most likely positive	Very likely positive	Possibly positive
<b>RR</b>				
Média das dif. (h:min)	-0.05(±0.11)	-0.07(±0.12)	-0.02(±0.23)	0.10(±0.29)
ES (± 90% CI)	-0.53(±0.24)	-1.52(±0.23)	-0.34(±0.87)	0.84(± 0.87)
Magnitude	Small	Large	Small	Moderate
Descrição qualitativa	Possibly negative	Most likely negative	Possibly negative	Possibly positive
<b>RMSSD</b>				
Média das dif. (h:min)	0.08(±0.22)	-0.09(±0.12)	-0.17(±0.21)	0.07(±0.28)
ES (± 90% CI)	0.34(±0.85)	-0.71(±0.57)	-0.80(±0.74)	0.23(±0.71)
Magnitude	Small	Moderate	Moderate	Small
Descrição qualitativa	Possibly positive	Likely negative	Possibly negative	Possibly positive
<b>SDNN</b>				
Média das dif. (h:min)	0.07(±0.09)	-0.02(±0.09)	-0.09(±0.12)	0.05(±0.32)
ES (± 90% CI)	0.52(±0.93)	-0.20(±0.57)	-0.56(±0.79)	0.10(±0.71)
Magnitude	Small	Small	Small	Small
Descrição qualitativa	Possibly positive	Possibly negative	Likely negative	Possibly positive
<b>SD<sub>1</sub></b>				
Média das dif. (h:min)	0.08(±0.18)	-0.09(±0.14)	-0.17(±0.22)	0.07(±0.32)
ES (± 90% CI)	0.46(±0.86)	-0.61(±0.56)	-0.85(±0.79)	0.23(±0.71)
Magnitude	Small	Moderate	Moderate	Small
Descrição qualitativa	Possibly positive	Likely negative	Likely negative	Possibly positive
<b>SD<sub>2</sub></b>				
Média das dif. (h:min)	0.05(±0.09)	0.05(±0.12)	0.01(±0.42)	0.02(±0.22)
ES (± 90% CI)	0.42(±0.99)	0.67(±0.91)	0.08(±0.43)	0.04(±0.71)
Magnitude	Small	Moderate	Small	Small
Descrição qualitativa	Possibly positive	Likely positive	Possibly positive	Possibly
<b>LF</b>				

Média das dif. (h:min)	0.02(±0.32)	0.22(±0.11)	0.19(±0.29)	-0.08(±0.46)
ES (± 90% CI)	0.15(±0.92)	1.90(±0.83)	0.99(±0.92)	-0.16(±0.72)
Magnitude	Small	Large	Moderate	Small
Descrição qualitativa	Possibly positive	Most likely positive	Likely positive	Possibly negative
<b>HF</b>				
Média das dif. (h:min)	0.15(±0.28)	-0.12(±0.22)	-0.27(±0.33)	0.11(±0.62)
ES (± 90% CI)	0.53(±0.87)	-0.42(±0.57)	-0.73(±0.74)	0.15(±0.71)
Magnitude	Small	Small	Moderate	Small
Descrição qualitativa	Possibly positive	Possibly negative	Likely negative	Possibly positive
<b>LF/HF</b>				
Média das dif. (h:min)	0.03(±0.14)	0.16(±0.12)	0.12(±0.11)	-0.14(±0.28)
ES (± 90% CI)	0.46(±0.76)	1.35(±0.64)	0.66(±0.67)	-0.69(±0.77)
Magnitude	Small	Large	Moderate	Moderate
Descrição qualitativa	Possibly positive	Most likely positive	Likely positive	Likely negative

Inferências baseadas na magnitude do efeito da atividade autonómica cardíaca entre as condições DT vs. DR vs. DJ vs. JF vs. JC.

Abreviações: DT, dias de treino; DR, dias de repouso; DJ, dias de jogo; JF, jogos fora; JC, jogos em casa; FC, frequência cardíaca; RR, variação entre os consecutivos batimentos cardíacos (batimento a batimento); RMSSD, raiz quadrada da média da soma dos quadrados entre os intervalos NN adjacentes; SDNN, desvio padrão dos intervalos NN; SD1, variabilidade de curta-duração entre os batimentos cardíacos; SD2, variabilidade de longa-duração entre os batimentos cardíacos; LF, baixa frequência; HF, alta frequência; LF/HF, rácio entre a baixa e alta frequência.

Os resultados estão apresentados através: médias das diferenças (±95% CI: intervalo de confiança), ES, tamanho do efeito (±90% CI), magnitudes e descrição qualitativa.

## Discussão

Este foi o primeiro estudo a observar, em simultâneo, o impacto das cargas do exercício em diferentes períodos do dia (noite vs. dia) e da localização dos jogos (fora vs. casa), nos padrões do sono e na atividade autonómica cardíaca em atletas do futebol feminino.

Os principais resultados do estudo foram: (1) a hora do dia parece influenciar a quantidade de sono baseado na actigrafia em resposta ao exercício realizado à noite, perto da hora de dormir (i.e., sessões de treino noturno); (2) a localização do jogo parece influenciar os padrões de sono; e (3) o exercício parece afetar a atividade autonómica cardíaca em futebolistas do sexo feminino.

No presente estudo, embora as jogadoras tenham acumulado sono adequado ( $\geq 7$ h) (Watson et al., 2015), foi possível observar uma diminuição na duração do sono após DT em comparação com DJ e DR (Tabela 2 e 3). A explicação mais razoável para os resultados observados no presente estudo será a extensão da hora de deitar provocada pelo horário/programação das sessões de treino (Juliff et al., 2015). Além da redução na duração do sono, a latência foi negativamente afetada após os DT em comparação com os DJ e DR (tabela 2 e 3). Uma possível explicação para os resultados observados será a exposição do atleta à luz emitida no estádio, que pode ter um impacto no sono (Nedelec et al., 2015). Durante os DT, as atletas foram expostas a  $>1200$  lux e 5600K, com a luz policromática brilhante  $\geq 1000$  lux, sendo suficiente para estimular efeitos de alerta/vigilância durante o sono (Cajochen, 2007).

Outra possível explicação para os resultados observados, principalmente quando comparado o exercício em diferentes momentos do dia com os DR, será devido a alterações fisiológicas induzidas pelo exercício (e.g., aumento da FC). O efeito do exercício no sono pode estar relacionado com o atraso na reativação da atividade parassimpática após o esforço, levando com que a FC se eleva desde a hora de deitar até várias horas ao longo do sono (Oda et al., 2014; Costa et al., 2018). A FC durante o sono foi mais elevada após os DT e DJ em comparação com os DR (tabela 4 e 5). De facto, no presente estudo, as cargas de treino e de jogo diminuíram a atividade parassimpática cardíaca durante o SWS. Uma possível justificação será a significativa acumulação da sRPE e do TRIMP associadas às sessões de treino e jogos (figura 1 – A e B), que provavelmente promoveram alterações significativas na atividade vagal (ex. lnRMSSD), com o aumento observado da FC durante o sono.

Neste estudo, as atletas apresentaram horas de deitar mais tarde e latências mais elevadas após os JF em comparação com os JC (tabela 2 e 3). As razões que poderão explicar estes resultados poderão ser o facto de as atletas terem chegado mais tarde às suas casas após os JF, e adicionalmente, pela influência das atividades sociais após os JF (Nedelec et al., 2015), uma vez que as atletas tiveram que viajar juntas de regresso para casa.

Posto isto, um dos pontos fortes do estudo, e novidade na investigação no sono e na atividade autonómica cardíaca noturna em atletas do futebol feminino, destaca-se

no uso dos acelerómetros e monitores de FC durante o sono num “cenário real”. Cada atleta realizou as gravações dos intervalos RR e de acelerometria de pulso nas suas casas, para que os hábitos do sono não fossem limitados pelos procedimentos do estudo e assim conferir uma maior validade ecológica à investigação.

Em modo de conclusão, os resultados do presente estudo sugerem que a hora do dia para a prática do exercício e a localização dos jogos podem alterar os padrões de sono em atletas de futebol do sexo feminino. Além disso, o exercício pode afetar a atividade autonómica cardíaca noturna. Assim, é sugerido que atletas e treinadores organizem não apenas o cronograma dos programas de treino, mas também das competições e das rotinas de sono para facilitar uma recuperação/desempenho mais eficiente.

### **Aplicações práticas**

Existe a necessidade em utilizar métodos sensíveis e não invasivos para monitorizar os padrões de sono, a fim de promover uma melhor higiene do sono e, conseqüentemente, uma eficiente recuperação, especialmente quando as sessões ou os jogos são realizados perto da hora de deitar. Este estudo observacional pode auxiliar as equipas em manter os atletas com bons níveis de aptidão física e assim lidar melhor com as cargas de treino e da competição.

As sessões de treino realizados à noite e os dias de jogos parecem afetar os índices da VFC em atletas do futebol feminino, elevando a FC durante as horas de sono após os dias de treino e dias de jogo, sugerindo que o método SWS pode ser útil para detetar alterações agudas fisiológicas relacionadas ao treino e jogo. Mais se acrescenta que as variáveis do sono e os índices da VFC do presente estudo podem ser facilmente avaliados e utilizados em contexto de clube e/ou nas casas dos atletas.

## Bibliografia

1. Alexiou H, Coutts AJ. (2008). A comparison of methods used for quantifying internal training load in women soccer players. *Int J Sports Physiol Perform.* 3:320-330.
2. Alsaadi SM, McAuley JH, Hush JM, Bartlett DJ, McKeough ZM, Grunstein RR, Dungan GC, 2nd, Maher CG. (2014). Assessing sleep disturbance in low back pain: the validity of portable instruments. *PLoS One.* 9:e95824.
3. Banister EW. Modeling elite athletic performance (1991). In: MacDougall JD, Wenger HA, Green HJ, eds. *Physiological Testing of the High-Performance Athlete.* Champaign, IL: Human Kinetics: 403–424.
4. Bellenger CR, Karavirta L, Thomson RL, Robertson EY, Davison K, Buckley JD. Contextualizing parasympathetic hyperactivity in functionally overreached athletes with perceptions of training tolerance. (2016). *Int J Sports Physiol Perform.* 2016;11(7):685–692.
5. Boullosa, D. A., Abreu, L., Nakamura, F. Y., Munoz, V. E., Dominguez, E., & Leicht, A. S. (2013). Cardiac autonomic adaptations in elite Spanish soccer players during preseason. *Int J Sports Physiol Perform*, 8(4), pp. 400-409.
6. Brandenberger G, Buchheit M, Ehrhart J, Simon C, Piquard F. (2005). Is slow wave sleep an appropriate recording condition for heart rate variability analysis? *Auton Neurosci.* 121:81-86.
7. Buchheit M, Simon C, Piquard F, Ehrhart J, Brandenberger G. (2004). Effects of increased training load on vagal-related indexes of heart rate variability: a novel sleep approach. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 287:H2813-2818.
8. Buchheit, M. Monitoring training status with HR measures: Do all roads lead to Rome? (2014). *Front Physiol* 73: 1–19, 2014.
9. Buman MP, Phillips BA, Youngstedt SD, Kline CE, Hirshkowitz M. (2014). Does nighttime exercise really disturb sleep? Results from the 2013 National Sleep Foundation Sleep in America Poll. *Sleep Med.* 15:755-761.
10. Cajochen C. (2007). Alerting effects of light. *Sleep Med Rev.* 11:453-464.
11. Costa JA, Brito J, Nakamura FY, Oliveira EM, Rebelo AN. (2018). Effects of Late-Night Training on "Slow-Wave Sleep Episode" and Hour-by-Hour-Derived

- Nocturnal Cardiac Autonomic Activity in Female Soccer Players. *Int J Sports Physiol Perform.* 13:638-644.
12. Egan-Shuttler JD, Edmonds R, Ives SJ. (2018). The Efficacy of Heart Rate Variability in Tracking Travel and Training Stress in Youth Female Rowers: A Preliminary Study. *J Strength Cond Res.*
  13. Foster C, Florhaug JA, Franklin J, Gottschall L, Hrovatin LA, Parker S, Doleshal P, Dodge C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *J Strength Cond Res.* 15:109-115.
  14. Fowler P, Duffield R, Vaile J. (2015). Effects of simulated domestic and international air travel on sleep, performance, and recovery for team sports. *Scand J Med Sci Sports.* 25:441-451.
  15. Halson SL. Nutrition, sleep and recovery. (2008). *Eur J Sport Sci.*8(2):119–26.
  16. Hooper SL, Mackinnon LT, Howard A, Gordon RD, Bachmann AW. (1995). Markers for monitoring overtraining and recovery. *Med Sci Sports Exerc.* 27:106-112.
  17. Hopkins WG. Statistics in observational studies. (2009) In: Verhagen E, van Mechelen W, eds. *Methodology in Sports Injury Research.* Oxford, UK: OUP:69–81.
  18. Hynynen E, Vesterinen V, Rusko H, Nummela A. (2010). Effects of moderate and heavy endurance exercise on nocturnal HRV. *Int J Sports Med.* 31:428-432.
  19. Juliff LE, Halson SL, Peiffer JJ. (2015). Understanding sleep disturbance in athletes prior to important competitions. *J Sci Med Sport.* 18:13-18.
  20. Kushida CA, Chang A, Gadkary C, Guilleminault C, Carrillo O, Dement WC. (2001). Comparison of actigraphic, polysomnographic, and subjective assessment of sleep parameters in sleep-disordered patients. *Sleep Med.* 2:389-396.
  21. Lastella M, Roach GD, Halson SL, Sargent C. (2015). Sleep/wake behaviours of elite athletes from individual and team sports. *Eur J Sport Sci.* 15:94-100.
  22. Mourot L, Bouhaddi M, Perrey S, Cappelle S, Henriët MT, Wolf JP, Rouillon JD, Regnard J. (2004). Decrease in heart rate variability with overtraining:

- assessment by the Poincare plot analysis. *Clin Physiol Funct Imaging*. 24:10-18.
23. Nedelec M, Halson S, Abaidia AE, Ahmaidi S, Dupont G. (2015). Stress, Sleep and Recovery in Elite Soccer: A Critical Review of the Literature. *Sports Med*. 45:1387-1400.
24. Oda S, Shirakawa K. (2014). Sleep onset is disrupted following pre-sleep exercise that causes large physiological excitement at bedtime. *Eur J Appl Physiol*. 114:1789-1799.
25. Parak J, Korhonen I. Accuracy of Firstbeat BodyGuard 2 beat-to-beat heart rate monitor. 2015. [https://www.firstbeat.com/app/uploads/2015/10/white\\_paper\\_bodyguard2\\_final.pdf](https://www.firstbeat.com/app/uploads/2015/10/white_paper_bodyguard2_final.pdf). Accessed May 8, 2017.
26. Skein M, Duffield R, Minett GM, Snape A, Murphy A. (2013). The effect of overnight sleep deprivation after competitive rugby league matches on postmatch physiological and perceptual recovery. *Int J Sports Physiol Perform*. 8:556-564.
27. Staunton C, Gordon B, Custovic E, Stanger J, Kingsley M. (2017). Sleep patterns and match performance in elite Australian basketball athletes. *J Sci Med Sport*. 20:786-789.
28. Watson NF, Badr MS, Belenky G, Bliwise DL, Buxton OM, Buysse D, Dinges DF, Gangwisch J, Grandner MA, Kushida C, Malhotra RK, Martin JL, Patel SR, Quan SF, Tasali E. (2015). Recommended Amount of Sleep for a Healthy Adult: A Joint Consensus Statement of the American Academy of Sleep Medicine and Sleep Research Society. *Sleep*. 38:843-844.