



Influence of individualized chronic mild sleep restriction on tactical performance during small-sided games in male soccer players: a randomized trial

Dissertação apresentada com vista à obtenção do 2º ciclo em Treino Desportivo, especialização em Treino de Alto Rendimento, da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, ao abrigo do Decreto-Lei nº 74/2006, de 24 de março, na redação dada pelo Decreto-Lei nº 65/2018 de 16 de agosto.

Orientador: Professor Doutor José Afonso

Coorientador: Professor Doutor Júlio Costa

João Clemente

Porto, 2023

Ficha de catalogação

Clemente, J., (2023). *Influence of individualized chronic mild sleep restriction on tactical performance during small-sided games in male soccer players: a randomized trial*. Porto: J. Clemente. Dissertação de Mestrado em Treino Desportivo – Treino de Alto Rendimento, apresentado à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

Palavras-chaves: Sono, Restrição de sono, Jogadores de futebol, Performance Tática, Jogos Reduzidos, Game Performance Assessment Instrument

Dedicatória

Aos pilares da minha vida, os meus pais, pela paciência, por acreditarem em mim e por me fazerem acreditar.

Agradecimentos

Ao longo da nossa vida, vamos elaborando uma espécie de livro, que fica guardado algures dentro do nosso cérebro. Dividido por capítulos, que eternizam momentos positivos e negativos, esses lembram-nos, mesmo que não queiramos, todas as nossas vivências. É verdade que esse livro ganha outro encanto, quando nele constam momentos mais felizes e as nossas conquistas. E esta etapa que agora termina, ocupa um capítulo central, onde constam desafios, lutas, trabalho e esforço, mas também sucessos, e, claro, onde surgem todos aqueles que fizeram parte deste do meu caminho. Há 6 ou 7 anos atrás, poucos acreditavam que fosse possível fazê-lo, incluindo eu próprio, e é por isso que hoje, orgulhosamente, vejo-me a encerrar uma das etapas mais brilhantes e um dos capítulos mais bonitos do meu livro. Não interessa se os momentos foram fáceis ou difíceis, foram certamente parte inerente de um processo de desenvolvimento e crescimento pessoal e académico. E também importa reconhecer que não somos ilhas e, por isso mesmo, pude contar com pessoas que ajudaram na consecução do sonho, transmitindo valores e alento para persistir, sempre com uma palavra, um gesto ou um abraço. Foram esses que mitigaram os obstáculos e contribuíram, sem dúvida alguma, para que o dia de hoje fosse possível.

As minhas primeiras palavras só podiam ser para os pilares da minha vida, os meus pais. Mais do que ninguém, eles mostraram-se crentes na pessoa que eu era e no que poderia ser e realizar. Foram eles que incutiram em mim essa força interior que nunca me permitiu desistir, mesmo nos piores momentos. Graças a eles, passei a ter fé em mim. E também graças à sua paciência, o meu caminho foi mais doce e menos solitário.

Não poderia deixar de evocar também os meus avós, sobretudo pela preocupação e apoio constantes, e também os meus tios, primos e sogros.

A minha namorada foi também um importante pilar, já que trouxe brilho, cor e calor à minha vida, permitindo-me aquele abraço reconfortante nos momentos de desânimo.

Os meus amigos foram igualmente importantes, já que fizeram parte deste percurso e me ajudaram das mais variadas maneiras.

Finalmente, terei de referir o professor José Afonso, que desde o primeiro dia se disponibilizou para me auxiliar neste projeto. Acima de tudo, devo agradecer-lhe pelas conversas tidas no gabinete em momentos de indecisão. E ainda também, claro, ao professor Júlio Costa.

A todos, o meu muito obrigado.

Índice Geral

<i>Índice de Figuras</i>	<i>vii</i>
<i>Índice de Quadros</i>	<i>viii</i>
<i>Índice de Anexos</i>	<i>ix</i>
<i>Lista de Abreviaturas e Símbolos</i>	<i>x</i>
1. Introdução	3
1.1. Objetivos do estudo	5
1.2. Estrutura da Dissertação	6
2. Revisão da literatura	11
2.1. O sono	11
2.2. A importância do sono na performance desportiva	14
2.3. A influência do sono na performance tática	19
3. Artigo Empírico	25
Abstract	26
Introduction	27
Methods	29
Design	29
Participants	30
Randomization	31
Procedures	32
Outcomes	35
Data reliability	36
Statistical methods	36
Results	37
Discussion	40
4. Discussão geral	45

4.1. Limitações do estudo.....	48
4.2. Implicações para a prática	50
5. <i>Considerações Finais</i>	55
6. <i>Referências bibliográficas</i>	59
<i>Anexos</i>	72

Índice de Figuras

Figure 1 - Player's flow diagram.....	31
Figure 2 - Flowchart of the intervention phase.....	34

Índice de Quadros

Table 1 - Sleep variables in the pre-intervention and in the intervention period	37
Table 2 - GPAI measurement reliability - intra-observer error assessment.....	39
Table 3 - Comparison of GPAI variables between groups and over time	39

Índice de Anexos

Anexo 1: Quadros dos resultados dos testes de normalidade.....	66
--	----

Lista de Abreviaturas e Símbolos

CG – Control Group

DMI – Decision Made Index

GI – Game Involvement

GP – Game Performance

GPAI – Game Performance Assessment Instrument

ICC – Intraclass Correlation Coefficient

IG – Intervention Group

IQR – Interquartile Range

MCTQ - Munich Chronotype Questionnaire

PSQI - Pittsburgh Sleep Quality Index

SD – Standard Deviation

SEI – Skill Execution Index

SI – Support Index

SSG – Small Sided Games

WASO – Wake After Sleep Onset

Capítulo 1 - Introdução

1. Introdução

O sono é uma capacidade vital do ser humano, sendo considerado um dos responsáveis pelo seu bem-estar e saúde (Troynikov, Watson, & Nawaz, 2018). Mas para alcançar os seus benefícios é fundamental termos uma boa qualidade e duração de sono (Fullagar et al., 2015). É necessário, por exemplo, que um adulto tenha entre 7h a 9h de sono por noite (Hirshkowitz et al., 2015), o que hoje em dia se torna difícil no mundo em que vivemos, com tecnologia, trabalho e viagens, estas devido ao jet-lag (Bhat, Pinto-Zipp, Upadhyay, & Polos, 2018). A falta de sono é uma realidade da grande maioria da população, traduzindo-se na restrição de sono ou privação de sono (Boonstra, Stins, Daffertshofer, & Beek, 2007). A privação de sono acontece quando um indivíduo não dorme durante um período prolongado, como um dia inteiro, por exemplo, considerando 24h. No caso da restrição, esta corresponde à redução ao número habitual das horas de sono, por exemplo, $\leq 3h$ (Philip et al., 2012).

A restrição ou privação de sono tem implicações graves, afetando vários mecanismos do corpo, fundamentais para o bem-estar e saúde (Liew & Aung, 2021). Uma das implicações é ao nível cognitivo, como dificuldade na aprendizagem, consolidação de memória e níveis de atenção (Bishir et al., 2020; Killgore, 2010). Poderá traduzir-se, ainda, em mudanças de humor, levando a que os indivíduos se revelem mais deprimidos e ansiosos (Riemann, Krone, Wulff, & Nissen, 2020). Por outro lado, afeta negativamente o funcionamento do sistema imunitário (Aldabal & Bahammam, 2011), e possibilita um aumento do peso (Greer, Goldstein, & Walker, 2013), o risco de diabetes (Antza, Kostopoulos, Mostafa, Nirantharakumar, & Tahrani, 2021), assim como problemas cardiovasculares (Grandner et al., 2016).

No desporto, o sono torna-se igualmente importante, sobretudo no alto rendimento/nível, onde todos os pormenores fazem a diferença (Fullagar et al., 2015). Por esse motivo, o sono tem sido tema de vários estudos (Cunha et al., 2023; Fullagar et al., 2015; Lastella, Roach, Halson, & Sargent, 2015; Walsh et al., 2020), que procuram perceber o impacto que a restrição ou privação de sono pode ter no desempenho dos atletas, assim como perceber quais as razões que os levam a terem poucas horas de sono por noite (Vitale, Owens, Hopkins, &

Malhotra, 2019). Por outro lado, essas investigações também fornecem indicações no sentido dos atletas melhorarem a sua qualidade e duração de sono (Malhotra, 2017). As estratégias apresentadas permitem-lhes terem vários cuidados nesse sentido, como o ambiente e temperatura no quarto, as rotinas a seguir nas horas antes de se deitarem, de modo a que apresentem uma boa noite de sono, o que, conseqüentemente, melhora o seu desempenho em treino e jogos (Walsh et al., 2020).

Os efeitos negativos apresentados nestes dois contextos podem dificultar o desempenho de um jogador durante o jogo, por exemplo. Cada jogo apresenta diferentes situações e exigências a nível tático, que compete ao jogador interpretar, para ser capaz de executar o correto movimento ou gesto/ação (Lex, Essig, Knoblauch, & Schack, 2015). Assim, é essencial que o jogador tenha a capacidade cognitiva no seu expoente máximo, para que possa decidir melhor e mais rapidamente. Assim, no caso de o jogador ter menos duração e qualidade de sono essa questão pode ver-se comprometida. Mas a nível físico, a falta de sono tem igualmente conseqüências significativas, já que resulta num aumento do tempo de recuperação necessário, o que para um jogador pode revelar-se prejudicial (Craven et al., 2022). A análise tática permite que os jogos sejam decididos por detalhes, que, por vezes, incidem sobre o nível físico, traduzindo-se numa equipa, ou jogadores, que apresenta dificuldades em realizar o jogo todo (James, Mellalieu, & Hollely, 2017). Para além disso, esta carência a nível físico pode resultar numa diminuição do tempo útil de jogo para o jogador que tenha obtido menos duração e qualidade de sono. É possível ainda referir outros efeitos, nomeadamente, as alterações de humor, ansiedade e stress (Riemann et al., 2020). Estes dois últimos aspetos podem condicionar significativamente um jogador, já que, durante o jogo, pode sentir dificuldades de concentração, ou precipitar-se nos seus movimentos ou execuções técnicas, aumentando o possível erro. A verdade é que um estado de ansiedade e stress pode induzir o jogador a um comportamento mais agressivo que o normal, sobretudo no caso das ações realizadas terem um desfecho negativo.

Tendo isto em consideração, interessa referir que, até hoje, não foram realizados estudos alargados que analisassem os efeitos da restrição de sono

no desempenho tático em jogadores de futebol. Tornando-se esse, assim, o escopo da presente tese, é legítimo assumir que também neste contexto sejam inevitáveis os efeitos negativos, quer no domínio cognitivo quer no físico.

1.1. Objetivos do estudo

No sentido de perceber as implicações do sono em atletas de alto rendimento no futebol, o presente estudo experimental visa contribuir com novas informações, no intuito de auxiliar os clubes, os treinadores e os jogadores. Para isso, considerou-se analisar o efeito de uma restrição crónica do sono em jogadores de futebol durante 9 dias consecutivos, que permitisse elencar implicações cognitivas e físicas ao nível do comportamento tático dos jogadores durante o jogo.

Para além do objetivo principal, o presente estudo, ao apresentar uma nova possibilidade metodológica (nenhum estudo foi encontrado, que utilizasse uma abordagem individualizada de restrição crónica de sono, baseado numa pequena percentagem e com um período superior), pretende que estudos com uma abordagem individual, por um período mais longo, possam ser adotados. Para além disso, existe uma abertura para que outros fatores dentro do futebol possam ser analisados, tais como os físicos e técnicos, ou que sirva de ponto de partida para uma abordagem ao nível de outros desportos.

Através da abordagem individual, é expectável que os jogadores de futebol sofram um decréscimo no seu desempenho durante os jogos reduzidos. Este decréscimo poderá ser maior no decorrer dos dias, notando-se, possivelmente, uma diferença mais acentuada no último momento relativamente ao baseline. A crónica restrição de sono poderá implicar alguns efeitos negativos, sendo o mais esperado a nível cognitivo e físico. Estes podem indiciar uma diminuição nas variáveis do Game Performance Assessment Instrument (GPAI), sobretudo o índice de apoio e o índice de tomada de decisão, que consequentemente afetam a variável de desempenho de jogo. Relativamente aos dados subjetivos que serão recolhidos, é, também, esperado que os jogadores apresentem um decréscimo na sua qualidade de sono, assim como um aumento nos seus níveis de stress, fadiga e desconforto muscular. Estas

hipóteses podem revelar possíveis implicações que a restrição crónica de sono possa ter nos jogadores, podendo estes adotar estratégias para melhorar o seu sono.

1.2. Estrutura da Dissertação

A presente dissertação foi estruturada com base no manual de normas e orientações para redação e apresentação de dissertações da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto. A sua estrutura baseia-se no modelo Escandinavo, o qual integra um artigo científico pronto para publicação.

Para uma melhor compreensão e leitura do documento, o mesmo está organizado com recurso a vários capítulos, a saber:

Capítulo I – Introdução do tema em estudo, enquadramento teórico, objetivo e estrutura do documento apresentado.

Capítulo II – Revisão da literatura sobre o tema principal em estudo- o sono- nomeadamente, a importância do sono e a sua extensão para o desporto assim como para a performance tática no futebol; resultados relativos a estudos que abordaram uma restrição parcial de sono, para atletas e não atletas.

Capítulo III – Integração do estudo desenvolvido intitulado “Influence of individualized two weeks mild sleep restriction on tactical performance during small-sided games in male soccer players: a randomized trial” - análise da influência de uma restrição parcial de sono baseada numa percentagem, 15%, numa abordagem individual de cada jogador; aferição se esta pequena restrição representa um decréscimo na performance tática dos jogadores em jogos reduzidos.

Capítulo IV – Discussão geral do estudo, com relato e reflexão acerca dos resultados obtidos e possível comparação com estudos já realizados no domínio da restrição de sono.

Capítulo V – Considerações finais e súmula do projeto realizado com base na discussão do estudo; limitações emergentes do estudo assim como sugestões para o futuro, que têm como objetivo contribuir para o domínio da prática, alertando coordenadores, treinadores e principalmente jogadores para a importância do sono.

As referências bibliográficas surgem no final do documento, sendo apresentadas com as devidas normas, APA 6th.

Capítulo 2 – Revisão da Literatura

2. Revisão da literatura

2.1. O sono

O sono é considerado um dos três pilares fundamentais da vida do ser humano, a par do exercício e da nutrição (Vitale et al., 2019). A importância do sono revela-se quando percebemos que passamos mais de um terço da nossa vida a dormir (Bishir et al., 2020). Este tempo torna-se valioso ao entendermos as vantagens que o sono oferece a nível cognitivo, emocional e físico. Para usufruir destes benefícios um adulto deve dormir entre 7-9h por dia (Hirshkowitz et al., 2015). A quantidade de horas de sono permite ao nosso cérebro passar por dois estágios - rapid eye movement (REM) e non rapid eye movement (NREM) (Nancy & Jean, 2013), designações obtidas a partir dos movimentos oculares realizados durante a noite (Bishir et al., 2020). O NREM subdivide-se em três estágios, transição entre o estado de vigília e o adormecer, o sono leve e o sono profundo (Le Bon, 2020).

Durante o sono, o nosso cérebro pode completar cerca de 5 ciclos de 90 minutos, por noite (Mukherjee et al., 2015). Na primeira parte da noite, passamos mais tempo em sono NREM, no entanto, ao longo do nosso sono esta tendência pode alterar-se, predominando o REM na segunda fase do nosso sono (Brand & Kirov, 2011). Ambos são essenciais para um sono suficientemente restaurador. O sono NREM é dominado pelo sistema nervoso parassimpático. Nesta fase, a glândula pituitária secreta a hormona de crescimento, o que auxilia na reparação dos tecidos (Copenhaver & Diamond, 2017). Por outro lado, o REM é dominado pelo sistema nervoso simpático, e aqui a frequência cardíaca e respiratória aumentam, tornando-se irregulares (Nancy & Jean, 2013). Nesta fase, surgem os sonhos, a consolidação de novas memórias, novas capacidades motoras e também o desenvolvimento do nosso cérebro (Blumberg, Lesku, Libourel, Schmidt, & Rattenborg, 2020).

O sono é regulado por um processo que o influencia assim como as suas variáveis- o ritmo circadiano, o nosso relógio biológico (Sollars & Pickard, 2015). Este auxilia e coordena processos do nosso corpo, permitindo que estes sejam aprimorados (Brainard, Gobel, Scott, Koeppen, & Eckle, 2015). O relógio biológico situa-se no núcleo supraquiasmático e é influenciado pela luz que entra

através da retina (Hughes, Jagannath, Hankins, Foster, & Peirson, 2015). Assim, a luz coordena as respostas do nosso relógio biológico, fornecendo indicações consoante a hora do dia (Jagannath, Taylor, Wakaf, Vasudevan, & Foster, 2017). O sono é um dos processos desencadeados pelos ritmos circadianos. Ao anoitecer, o núcleo supraquiasmático emite um sinal que desencadeia a secreção de uma hormona chamada melatonina, cuja função é promover o sono. Por outro lado, quando existe luz, o sinal enviado é para nos manter acordados e em alerta (Zisapel, 2018).

O sono é extremamente importante para o ser humano, e este necessita de obter uma boa qualidade e duração de sono (Fullagar et al., 2015). Mas ao vivermos num mundo tecnológico, estas duas variáveis importantes do sono são prejudicadas (Bhat et al., 2018). A falta de sono é hoje uma realidade bem patente na população mundial, traduzindo-se na privação e/ou restrição de sono (Boonstra et al., 2007). A privação de sono refere-se a um estado extremo, quando um individuo não dorme por um maior período de tempo, por exemplo, um ou dois dias (Boonstra et al., 2007). A restrição de sono define-se por um período parcial de falta de sono, como, por exemplo, dormir menos 3h a 4h que o normal (Bishir et al., 2020). A restrição de sono subdivide-se em duas vertentes, aguda ou crónica. A primeira acontece quando o individuo dorme menos algumas horas, mas apenas num dia ou noutra, já a crónica traduz-se quando o individuo dorme menos que o habitual, mas de forma assídua (Philip et al., 2012).

A privação e a restrição de sono têm vários efeitos negativos na saúde, tais como, probabilidade de sofrer problemas mentais (Blackwelder, Hoskins, & Huber, 2021), aumento de peso e obesidade (Greer et al., 2013), mau funcionamento do sistema imunitário e endócrino (Aldabal & Bahammam, 2011), problemas cardiovasculares e hipertensão (Grandner et al., 2016) e perturbação dos ritmos circadianos (Kim, Jeong, & Hong, 2015). Killgore (2010) revela que a falta de sono afeta negativamente as funções cognitivas, como a redução da atenção e a inconstância em relação aos comportamentos. Goel, Rao, Durmer, and Dinges (2009) descrevem que a falta de sono tem implicações neuro

cognitivas, sobretudo no tempo de reação, aumentando em relação a um estado normal.

A falta de sono tem implicações graves na saúde, no entanto, existem estratégias de higienização do sono que permitem atenuar os efeitos negativos, tais como, fazer uma sesta durante o dia (Souabni et al., 2021). As sestras podem ser por um período mais longo ou mais curto e os seus benefícios dependem do indivíduo, do género, da idade, da duração e da hora do dia (Dutheil et al., 2021). No entanto, a duração das sestras é algo discutível, podendo variar entre os 15 e os 90 minutos (Dutheil et al., 2021). Souabni et al. (2021) revela que uma sesta de 90 minutos é a duração ideal, já que permite passar pelos estágios de sono. No entanto, Milner and Cote (2009) afirmam que uma sesta de 30 minutos beneficia a parte cognitiva, relatando que uma duração superior resulta em inércia do sono. Fazer uma sesta uma a duas vezes por semana está associado a um menor risco de doenças cardiovasculares (Hausler, Haba-Rubio, Heinzer, & Marques-Vidal, 2019). As sestras podem também ajudar no alívio do stress e numa melhoria do sistema imunitário (Faraut et al., 2015). Posto isto, as sestras são uma das estratégias de higienização do sono que permite reduzir os efeitos de uma noite mal dormida (Irish, Kline, Gunn, Buysse, & Hall, 2015).

Existem várias formas de controlar as sestras, ou o sono durante a noite, sobretudo a sua qualidade e duração, através de dados subjetivos ou objetivos (Krystal & Edinger, 2008). Os dados subjetivos compreendem uma resposta do indivíduo com base na perceção do seu sono (diários de sono e/ou questionários); já os objetivos recolhem dados com maior fiabilidade, visto os dados serem obtidos através de dispositivos eletrónicos (aplicações de telemóvel, polissonografia, actigrafia) (Halsón, 2019). Hoje em dia, existem dispositivos acessíveis ao público em geral, que fornecem indicações e valores acerca do sono, assim como dados de outras variáveis relacionadas com a saúde (Ko et al., 2015). Estes dispositivos rapidamente se colocaram nas preferências dos consumidores, pois conseguem fornecer indicações acerca do sono do indivíduo, o que resulta numa possível adaptação no sentido de o melhorar (Berryhill et al., 2020).

Percebemos que a restrição ou a privação de sono tem implicações na saúde, prejudicando o bem-estar das pessoas (Bishir et al., 2020). Contudo, temos assistido a um aumento do conhecimento em relação ao sono, o que auxilia na sua compreensão, resultando na criação de possíveis estratégias para mitigar patologias relacionadas com o sono (Blackwelder et al., 2021; Brainard et al., 2015; Grandner et al., 2016; Greer et al., 2013). O estudo relacionado com as sextas permite perceber como podemos atenuar os efeitos que uma noite mal dormida possa ter, ou ajudar alguém que trabalhe por turnos, por exemplo (Milner & Cote, 2009). Por outro lado, os dispositivos que surgem e que temos à nossa disposição, monitorizam e fornecem dados relacionados com o sono dos indivíduos, permitindo um aumento na qualidade e duração do sono, assim como, encontrar possíveis patologias a nível precoce (Berryhill et al., 2020).

2.2. A importância do sono na performance desportiva

O sono tem sido tema assíduo no desporto, devido à sua enorme preponderância na obtenção de um rendimento elevado por parte dos atletas (Walsh et al., 2020). Ao levar o seu corpo ao limite físico e psicológico, os atletas precisam de obter uma boa qualidade e duração de sono, para que as suas exigências diárias sejam correspondidas (Watson, 2017). Considerando a grande panóplia de benefícios do sono, como a consolidação de memórias ou uma tomada de decisão mais rápida (Malhotra, 2017), saúde mental, (Walsh et al., 2020) crescimento muscular (Copenhaver & Diamond, 2017), os atletas devem preocupar-se e tentar perceber como podem obter uma boa noite de sono

No entanto, a restrição e a privação de sono são uma realidade bem presente no desporto de alto rendimento (Walsh et al., 2020), com atletas a revelarem um maior tempo de latência (tempo que se demora a adormecer), baixa qualidade de sono e menor duração do sono (Leeder, Glaister, Pizzoferro, Dawson, & Pedlar, 2012). As consequências são visíveis, com vários atletas a sofrerem patologias relacionadas com o sono, como a insónia ou a apneia do sono (Gupta, Morgan, & Gilchrist, 2017; Swinbourne, Gill, Vaile, & Smart, 2016). A falta de sono no desporto acontece devido a vários fatores, entre eles, os horários dos treinos, ou muito tarde ou muito cedo, os horários dos jogos, que

ocorrem grande parte das vezes à noite (J. Costa, Brito, et al., 2019), a carga aplicada no treino ou jogo (Clemente et al., 2021), as longas viagens, de que resulta o jet-lag (Vitale et al., 2019), dormir em ambientes fora do espaço habitual do sono (Walsh et al., 2020) ou mesmo a noite antes da competição, quando os jogadores podem revelar sinais de alguma ansiedade (Fullagar et al., 2015).

Para os atletas obterem uma boa qualidade e duração de sono, Sargent, Lastella, Halson, and Roach (2021) recomendam que durmam 8.3 horas por noite. No entanto, Lastella et al. (2015) revela que os atletas de desportos coletivos dormem em média menos de 7 horas por noite. Esta falta de sono pode levar ao aparecimento de lesões, apesar de ser um tópico bastante discutível (Clemente et al., 2021; Malhotra, 2017). A falta de sono pode levar a efeitos adversos no desempenho dos atletas, como limitações na tomada de decisão, tempo de reação e concentração (Haack, Sanchez, & Mullington, 2007), dificuldade em aprender e memorizar (Bishir et al., 2020; Malhotra, 2017). A falta de sono prejudica o bom funcionamento do sistema imunitário, resultando em dificuldades na recuperação e reparação muscular (Vitale et al., 2019). São vários os aspetos que podem prejudicar a performance do atleta devido à falta de sono. Por isso, é fundamental que os clubes entendam como podem ajudar a diminuir esta tendência (Malhotra, 2017).

Devido aos fatores anteriormente inumerados, reitera-se a ideia de que existem estratégias e higienização do sono que permitem atenuar os efeitos negativos, como, por exemplo, a extensão nas horas do sono, através de sestas, com foi anteriormente referido, ou o aumento da duração do sono em certos dias, como, por exemplo durante a semana de competição (Cunha et al., 2023). Lastella, Halson, Vitale, Memon, and Vincent (2021), assinalam que os atletas devem optar por sestas, recomendando que sejam realizadas por um período de 20 a 90 minutos, entre as 13h e as 16h. Ajjimaporn, Ramyarangsi, and Siripornpanich (2020) mostraram que uma sesta de 20 minutos, após uma noite de restrição de sono, de apenas 3 horas, revelou uma recuperação da força nos membros inferiores, no entanto, não conseguiu restabelecer toda a atividade cerebral. Aumentar a duração de sono em noites antes de períodos competitivos pode revelar-se uma boa opção, no sentido de preparar um possível período de

menor duração de sono (Walsh et al., 2020). Aumentar o tempo de sono é uma possível estratégia para ajudar os atletas a conseguirem elevar o seu desempenho (O'Donnell, Beaven, & Driller, 2018).

Também existe outra alternativa- educar os atletas a cuidarem melhor de si, no sentido de ter uma boa higiene do sono (Copenhaver & Diamond, 2017). Deveriam ser apresentadas aos atletas informações relativas ao sono, auxiliando-os a entender a importância que o sono tem no seu desempenho, podendo ser através de palestras, por exemplo (Malhotra, 2017). No fundo, serviria para os jogadores melhorarem a sua qualidade e duração do sono com propondo estratégias, tais como, manter um horário regular de deitar e acordar, evitar meios luminosos e dispositivos eletrónicos 1 a 2 horas antes de deitar, ter um ambiente confortável para dormir, evitar refeições pesadas antes de dormir, evitar bebidas alcoólicas e cafeína antes de dormir, usar o quarto e a cama apenas para descansar (evitar comer ou ver televisão) (Knufinke, Nieuwenhuys, Geurts, Coenen, & Kompier, 2018; Vitale et al., 2019; Walsh et al., 2020). Estas estratégias ou hábitos de sono são treináveis, basta inculcar uma rotina aos atletas que resultará numa melhor performance (Vitale et al., 2019).

Para perceber a qualidade e a duração de sono dos atletas, existem várias maneiras de monitorizar os atletas (Saw, Halson, & Mujika, 2018). Hoje, existe uma grande variedade de instrumentos, acessíveis ao público em geral, que permitem perceber como foi o sono do atleta (Simim et al., 2020). Alguns destes instrumentos conseguem medir algumas variáveis, como a arquitetura do sono, a duração, a qualidade ou a latência (Walsh et al., 2020). Os dispositivos eletrónicos oferecem dados objetivos, no entanto, são dispendiosos, e a leitura dos dados pode requerer algum conhecimento (Halson, 2019). Mas existem alternativas de menor custo, como os questionários e/ou os diários de sono, que são ferramentas que se encontram validadas e que fornecem indicações subjetivas em relação à qualidade e duração do sono do atleta (Claudino et al., 2019). No entanto, a monitorização do sono nos atletas pode despertar alguma ansiedade, quando estes analisam os seus dados (Halson, 2019).

Com inúmeros estudos a avaliar a restrição e privação de sono (Bishir et al., 2020; Craven et al., 2022; Irish et al., 2015), é possível perceber algumas

das metodologias adotadas assim como os seus resultados. Foi encontrado um estudo que utilizou uma restrição de sono, em pessoas saudáveis, baseada numa percentagem de 50%, durante 12 dias consecutivos, analisando a sua influência no humor e no bem-estar diário (Haack & Mullington, 2005). Os resultados revelaram que a crónica restrição de sono prejudica o bem-estar e as alterações psicossociais (Haack & Mullington, 2005). Vgontzas et al. (2004) concluíram, também, que obter seis horas de sono por dia, durante oito noites consecutivas, resulta num decréscimo do desempenho psicomotor, assim como um aumento na secreção de citocinas pro-inflamatórias. Mas ambos os estudos revelam limitações:

- 1) o facto de os indivíduos dormirem fora do seu ambiente habitual;
- 2) a restrição é baseada num número fixo de horas;
- 3) todos os sujeitos têm o mesmo horário de acordar e deitar.

No desporto, vários estudos analisaram a crónica restrição de sono (Fullagar et al., 2015). Edwards and Waterhouse (2009) revelaram que obter 3-4h de sono numa noite, diminui o desempenho no lançamento de dardos. Este estudo apresenta uma possível limitação, a não inclusão de dispositivos de rastreio de sono com uma fiabilidade alta. Noutro estudo, Reyner and Horne (2013) analisaram o efeito de 2-2.5h de restrição de sono num dia, em jogadores de ténis masculinos e femininos, em exercícios de precisão no serviço, reportando uma diminuição neste domínio em ambos os sexos.

No futebol, também existem estudos que analisaram a crónica restrição de sono. Abedelmalek et al. (2013) analisaram o impacto de uma restrição de 4.5h numa noite, nos parâmetros imunobiológicos e hormonais em jogadores de futebol, que tiveram de correr 4x250m numa passadeira, a 80% da sua velocidade máxima. Os resultados mostraram um aumento das concentrações pro-inflamatórias de citocinas, hormonas de crescimento e testosterona, enquanto o cortisol se manteve inalterado. Ajijmaporn et al. (2020) revelaram que o desempenho e a fadiga em jogadores de futebol masculinos são afetados pela restrição de sono (3h de sono num dia), prejudicando os valores no desempenho anaeróbio e de força muscular. Abedelmalek, Boussetta, Chtourou,

Souissi, and Tabka (2014) apresentaram resultados similares, no que respeita ao desempenho anaeróbio em jogadores de futebol com 4 horas de restrição de sono. Foi ainda realizado outro estudo com jogadores de futebol, em que a análise recaiu na percepção das distâncias num campo de futebol após exercício intenso numa bicicleta estática. Os resultados revelaram que a estimativa fornecida pelos jogadores foi claramente afetada pela restrição de sono em apenas um dia (Baati et al., 2020). Por outro lado, Abbott, Brett, Watson, Brooker, and Clifford (2020) mostraram que uma noite de restrição de sono após um jogo de futebol não alterou a função cognitiva, o desempenho no salto em contra movimento e a percepção subjetiva do bem-estar.

Alguns dos artigos anteriormente expostos revelaram algumas limitações;

- 1) o local onde os sujeitos dormiram, ou seja, fora do seu ambiente diário;
- 2) o número de horas implementadas na restrição de sono representa valores altos, os participantes dormiam entre 30% a 50% menos que o habitual.

Através da leitura dos artigos mencionados, deparamo-nos, na nossa opinião, com um aspeto negativo: as restrições de sono implementadas basearam-se em valores absolutos, sendo transversais a todos os participantes, sem qualquer abordagem individual.

Assim, através de um estudo experimental pretendeu-se utilizar uma abordagem individual, conhecendo o padrão de sono de cada individuo e retirando uma pequena quantidade, de 15%, durante 9 dias consecutivos, com o objetivo de perceber se esta crónica restrição de sono teria algum impacto no desempenho tático nos jogadores de futebol. A restrição de sono num curto período pode não revelar quaisquer implicações no dia seguinte (Fullagar et al., 2015; Mejri et al., 2013), contudo, uma restrição crónica de sono durante 9 dias consecutivos pode resultar em efeitos negativos no desempenho dos jogadores nos jogos e treinos. A escolha do valor percentual teve a ver com a implementação de uma abordagem individual, que resultou numa restrição de sono equivalente para todos os participantes, independentemente das horas de sono que habitualmente obtêm assim como o cronótipo. O cronótipo é influenciado pelos ritmos circadianos, dividindo-se em três, matutino (gosta de

deitar e acordar cedo), intermédio e vespertino (gosta de deitar e levantar mais tarde) (Reis, Madeira, Lopes, Paiva, & Roenneberg, 2020).

2.3. A influência do sono na performance tática

A escolha de uma abordagem individual relativamente à restrição crónica de sono visa perceber o impacto que a restrição de sono pode causar ao nível do desempenho tático no jogo de futebol. O futebol é um jogo que envolve vários fatores, entre eles, o físico, o técnico e o tático (Mielgo-Ayuso et al., 2019). Todos eles são preponderantes, mas Sarmiento, Anguera, Pereira, and Araujo (2018) revelam que a vertente tática é um grande preditor para atingir um nível elevado. Kannekens, Elferink-Gemser, and Visscher (2009) mostram que quanto maior a competência tática mais competitivas vão ser as equipas. O conhecimento tático associa-se à inteligência do jogo, em que os jogadores devem antecipar cenários em relação aos seus opositores e decidir mais rapidamente (Elferink-Gemser, Visscher, Lemmink, & Mulder, 2004). A tática interage com as ações do jogo, auxiliando os jogadores no terreno com os seus colegas e adversários (Filgueira & Greco, 2008).

A habilidade tática permite o envolvimento dos jogadores de equipa numa tentativa de resolver os problemas que o adversário apresenta (Sánchez, 2021). Assim, percebemos que o domínio tático está intimamente ligado à capacidade cognitiva do jogador, ou seja, à tomada de decisão. (Lex et al., 2015). No fundo, esta capacidade essencial no desempenho tático dos jogadores é claramente afetada pela falta de sono (Walsh et al., 2020). A capacidade cognitiva engloba a tomada de decisão, o que para um jogador é fundamental, para poder decidir rapidamente e conseguir antecipar-se aos seus adversários (Kannekens et al., 2009). Ora, a falta de sono pode levar o jogador a demorar mais tempo a tomar a decisão. Por outro lado, a capacidade cognitiva, ao ser afetada pela falta de sono, pode levar o jogador a ter uma dificuldade maior em perceber o jogo e a disposição tática do adversário (Fullagar et al., 2015).

Ao analisarmos os efeitos negativos que a restrição de sono provoca, percebemos que alguns destes efeitos podem revelar-se na diminuição do desempenho tático dos jogadores. Para além de cognitivos, os efeitos podem

prejudicar a recuperação física dos jogadores (Vitale et al., 2019), o que pode resultar num jogador com níveis de cansaço elevados (Malhotra, 2017), surgindo dificuldades no desempenho tático. O mesmo pode acontecer ao nível da aprendizagem de movimentos e aprendizagem motora, visto que a falta de sono prejudica estes domínios (Fullagar et al., 2015). Assim, o jogador, perante as indicações da estratégia de jogo do treinador pode sentir dificuldades de entendimento e perceção durante o jogo. Os níveis de stress podem aumentar também com a falta de sono (Nedelec, Halson, Abaidia, Ahmaidi, & Dupont, 2015), o que durante o jogo pode promover mais precipitação nas ações por parte dos jogadores.

Apesar de não terem sido encontrados estudos que analisassem os efeitos da restrição de sono no desempenho tático no futebol, podemos deduzir através dos efeitos negativos relatados, que o desempenho tático pode diminuir com base na falta de sono. Dito isto, é necessário analisar, os efeitos claros da restrição de sono no desempenho tático dos jogadores. Desta forma, os jogos reduzidos podem ser uma excelente ferramenta de análise desta vertente.

No sentido de perceber as possíveis implicações que a crónica restrição de sono possa ter na tomada de decisão, a avaliação através de jogos reduzidos parece a mais acertada. Estes dispõem de várias características, nomeadamente, o seu tamanho e o reduzido número de participantes, comparando com o jogo formal (Hill-Haas, Dawson, Impellizzeri, & Coutts, 2011). O facto do treinador utilizar diferentes manipulações nos jogos reduzidos produz alterações nas habilidades táticas dos jogadores, o que leva a várias adaptações a diferentes contextos (Castellano, Silva, Usabiaga, & Barreira, 2016). Os jogos reduzidos fornecem também um conhecimento tático aos jogadores, sobretudo ao nível da tomada de decisão, onde estes, com menos espaços, devem perceber rapidamente os posicionamentos e ocupá-los bem, assim como executar mais rapidamente e optar pela melhor ação técnica no momento (Evangelió, Sierra-Díaz, González-Víllora, & Clemente, 2019).

Com os jogos reduzidos conseguimos avaliar vários parâmetros dos diferentes domínios apresentados e a habilidade tática dos jogadores pode ser

avaliada com recurso a instrumentos cientificamente validados (Gonzalez-Villora, Serra-Olivares, Pastor-Vicedo, & da Costa, 2015).

Assim, o instrumento escolhido teria de ter movimentos sem bola, pelo que essa escolha recaiu sobre o Game Performance Assessment Instrument (GPAI). O GPAI, é um instrumento multidimensional, que permite a observação e avaliação de comportamentos táticos, com e sem bola, durante o jogo de futebol (Oslin, Mitchell, & Griffin, 1998). Com o GPAI, conseguimos analisar e calcular vários comportamentos individuais, são eles: a tomada de decisão; execução técnica; apoio; envolvimento no jogo e desempenho global (Memmert & Harvey, 2008). Estes comportamentos são analisados e quantificados de 0 a 1, sendo os valores mais próximos de 1 indicadores de maior sucesso (Memmert & Harvey, 2008).

Capítulo 3 – Artigo Empírico

3. Artigo Empírico

Influence of individualized two weeks mild sleep restriction on tactical performance during small-sided games in male soccer players: a randomized trial

João Clemente¹, Júlio A. Costa², Lúcio Cunha³, José Afonso¹

¹ Centre for Research, Education, Innovation and Intervention in Sport, Faculty of Sport of the University of Porto, Porto, Portugal

² Portugal Football School, Portuguese Football Federation, FPF, Oeiras, Portugal

³ Research Center in Sports Science, Health Sciences and Human Development, CIDESD, University of Maia, Maia, Portugal

Abstract

Our study tackles a gap between sleep and soccer players' tactical performance. This study aimed to find out whether chronic sleep restriction for 9 days impairs the tactical performance of soccer players during SSGs. Sixteen national-level male soccer players took part in the study. Throughout the study, they wore accelerometers. The sixteen players were divided into two groups, intervention, and control. The first four days were a familiarization period, and then, for seven days, the player's sleep profile was collected. After this period, the players entered the intervention phase, and the intervention group slept 15% less than usual, in this phase the players performed the SSGs in two moments. The SSGs were recorded, and the images were then analyzed using the Game Performance Assessment Instrument (GPAI). The time*group interaction did not produce statistically significant differences in any of the variables. Although the results do not show what was expected, we can open doors for future research through this study. The problems encountered, especially with sleep schedules, force researchers to come up with strategies. Another problem encountered was the sudden change in the previously drawn-up schedule, with the days being agreed upon and then quickly changed due to last-minute changes. However, carrying out research in the world of soccer is not easy. With these problems encountered, this study allows researchers in future investigations to find solutions to alleviate the problems raised in this study.

Introduction

Sleep is important for achieving well-being and health (Vitale et al., 2019) due to its role in restoring physical and mental characteristics (Walsh et al., 2020). Brains venture into a rollercoaster ride during sleep, alternating between non-rapid eye movement (NREM) and rapid eye movement (REM), both responsible for the re-establishment of several essential mechanisms, such as the cognitive and physical side in our body (Walker, 2019; Walsh et al., 2020). To ensure the duration and quality of sleep and the fulfilment of the respective sleep phases, NREM and REM, an adult should sleep between 7-9 hours per night (Bishir et al., 2020), although there is space for intra- interindividual variability (Sargent et al., 2021).

Sleep is paramount in helping athletes achieve increased cognitive, physical, and mental performance (Copenhaver & Diamond, 2017). For instance, sleep aids various physiological processes responsible for muscle recovery if they sleep the recommended duration of hours (Nedelec et al., 2013; Silva et al., 2022). An athlete should enjoy excellent quality and duration of sleep per night to achieve high performance (Clemente et al., 2021). Sargent et al. (2021) revealed that an athlete should sleep 8.3 hours a night. However, many professional athletes suffer from chronic sleep restrictions through travel with changing time zones, and training and match schedules (J. Costa, Brito, et al., 2019; Walsh et al., 2020).

Sleep loss includes sleep restriction and sleep deprivation: while the first refers to waking up earlier than usual or falling asleep later, the second corresponds to several days without sleep (Boonstra et al., 2007). Nowadays, several athletes use sleep measurement tools, through which it is possible to assess the quality and duration of sleep they get *per* night (Walsh et al., 2020). The measurement tools can monitor sleep objectively (e.g., through polysomnography) or subjectively (e.g., through questionnaires) (Halson, 2019). These tools offer a detailed reading, helping to identify possible sleep-related problems and the athlete's condition (Roomkham, Lovell, Cheung, & Perrin, 2018).

In recent years, a growing wave of sleep-related research has emerged (Walsh et al., 2020), some analyzing sleep deprivation and/or chronic sleep restriction (Craven et al., 2022; Reynolds & Banks, 2010). Sleep restriction studies (Abdelmalek et al., 2013; Edwards & Waterhouse, 2009; Fullagar et al., 2015) found that protocols that force players to sleep a certain number of hours, for example, 3h of sleep in a day (Ajjimaporn et al., 2020) or 4h of sleep (Abdelmalek et al., 2014), are used. In our opinion, restriction sleep with the same absolute values for all individuals results in effects that may not correspond to the reality of the entire sample. By using an individual approach, we can obtain more comprehensive data for the whole sample, which ultimately matches each player's sleep profile and chronotype, placing them all on the same level. To use this approach, there is the possibility of taking a percentage off the normal sleep duration, which can result in different sleep schedules but is in line with everyone's sleep profile.

Sleep restriction has effects that can affect a player's performance (Fullagar et al., 2015), especially in terms of tactical performance. These can be cognitive or physical, which is essential for a soccer player to be at his best (Lex et al., 2015; Vitale et al., 2019). Sarmiento et al. (2018) reveal that the development of tactical skills appears to be fundamental to achieving a high level in soccer. Performance and tactical knowledge are essential, as they define the moments of achievement of the remaining skills (Kannekens et al., 2009). Soccer matches determine the tactical behavior of the player through numerous situations, such as decision-making or problem-solving, that arise at different moments of the match (Sánchez, 2021).

The quality and speed of specific actions performed reach excellence with the collaboration of decision-making, coming from cognitive abilities (Marques Filho, Schmitz Filho, Barcelos dos Santos, Dos Santos Daronch, & Baggio Bettega, 2016). These can be affected by lack of sleep, leading a player to experience more difficulty in performing specific tasks (Fullagar et al., 2015). Therefore, players reveal that sleep and tactical performance are two indicators for achieving high performance (Helsen, Hodges, Van Winckel, & Starkes, 2000). To prepare the players at the tactical level for the match the coaches can use

small-sided games (SSG) because they can reproduce the tactical behaviors (Olthof, Frencken, & Lemmink, 2019). So to understand the tactical performance of athletes, we can resort to the SSG, one of the exercises most used by coaches in soccer (Rampinini et al., 2007).

The SSGs allow training in the technical, tactical, and physiological domains due to the numerous possible manipulations (Clemente, Martins, & Mendes, 2014). The recreation of SSGs in training is close to the traditional match, where players can touch the ball more often, deal with tactical situations more often, and get more involved in the match, besides scoring more shots and goals (Clemente & Sarmiento, 2020). SSGs are an excellent tool to analyze the tactical performance of the players, providing quantitative values about the performance of each team (I. T. Costa, Garganta, Greco, Mesquita, & Maia, 2011). Thus, the perception of the possible influence of chronic sleep restriction on tactical performance can be assessed using SSGs. Thus, for the present study, we intend to evaluate the influence that chronic sleep restriction may have on soccer players, especially on their tactical performance, for this, we will evaluate the tactical behaviors of the players using SSG.

This research may reveal some interesting data regarding the negative effects that chronic sleep restriction can have on players. It is hypothesized that the player's performance will suffer negative changes, especially at a cognitive level, which can be seen in the variables of the GPAI, especially in DMI and SI. This difference can be seen especially over the day, as well as at SSG moments.

Methods

Design

The present study is a two-arm parallel randomized controlled trial with a 1:1 allocation ratio. The initial aim of the intervention group was to assess the effect of mild (15% of the usual sleeping time) chronic sleep restriction on tactical behavior in SSG for twelve consecutive days. However, the fact that the intervention is carried out in the last weeks of the season, the club anticipated the vacation period of the players, which resulted in the obligation to reduce the days of the intervention to nine days.

Participants

For the present study, the sample was calculated with a significance level of 5%, a power of 80%, and an *a priori* effect size of 0.25, resulting in the need to obtain a sample of 24 male soccer players. Considering the risk of attrition (e.g., getting injured or being absent due to personal problems), we intended to recruit a total of 28 male soccer players. Initially, the club made 28 players available for the study, however, due to an opportunity, outside the country, that arose weeks earlier for two teams, the club was forced to reduce the number of players it had made available, having only 16 players. Thus, we decided to accept the 16 players, which with a smaller sample did not obtain the desirable statistical power. The players have been classified as Tier 3, corresponding to the National Level in accordance to McKay et al. (2022), as they represent the under-19 team that plays in the Portuguese National Championship 1st Division. Two selection criteria have been established: 1) players with no previously identified sleep disorders; 2) no injuries that prevent them from playing SSGs.

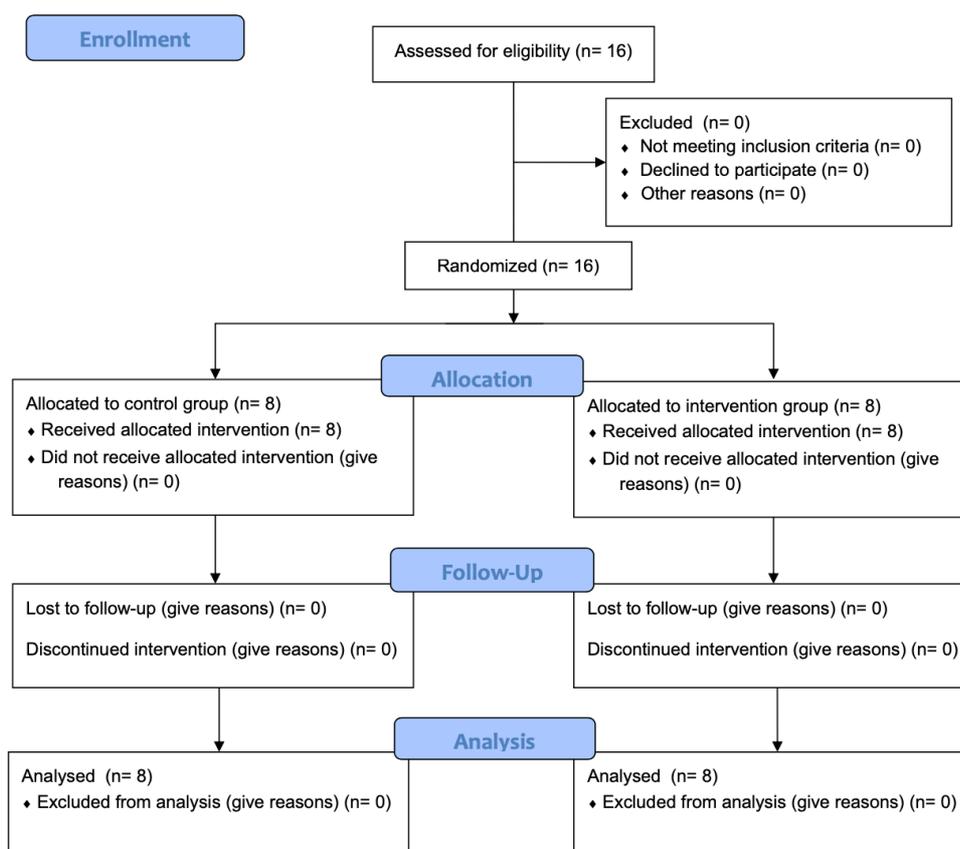


Figure 1 - Player's flow diagram

The study procedure was explained in detail to all players, as well as the possible risks and implications, such as a decrease in sports performance, both physical, cognitive and well-being, the possibility for any player to withdraw at any time, and the guarantee of anonymity. This study used ethical procedures by the Helsinki Declaration (64th edition; 2013 Fortaleza review). The study was approved by the ethics committee of the Faculty of Sports, University of Porto (CEFADE 9 2023).

Randomization

Was applied a parallel randomization with an allocation ratio of 1:1, and the 16 players were divided into two groups, control, and intervention. The randomization process has been implemented by a secondary researcher, blinded to the intervention, which drew up a numbered list, where each number corresponds to an athlete, using a random distribution program (<https://app->

sorteos.com/pt). The allocation sequence was concealed from the main researcher until the beginning of the intervention. Only the investigator in charge of this procedure knew the composition of the teams, giving the sealed envelope to the other researchers only.

It was planned that 28 players would be divided into four teams of six each, adopting a 6x6 format. However, due to the limitations already mentioned above, the sample was 16 players. We intended to establish four teams of four players each, two teams for the control group and two for the intervention group. A 4x4 format was used with a small goal without goalkeepers.

Procedures

The objective sleep data were collected using three axial accelerometers (ActiGraph LLC wGT3X-BT, Pensacola, USA) placed on the non-dominant wrist. These devices have been validated against polysomnography (Kosmadopoulos, Sargent, Darwent, Zhou, & Roach, 2014). To analyze the accelerometers data, the corporate software (ActiLife LLC Pro software v6.13.3, Pensacola, USA) was used with a sampling frequency of 50Hz and an epoch of activity counts of 60s (J. Costa, Brito, et al., 2019; J. Costa, Figueiredo, et al., 2019). These accelerometers (ActiGraph GT3X) can show the acceleration variations whose magnitudes span approximately 0.5 and 2.6 g ($g=9.8 \text{ m/s}^2$) within a frequency range of 0.25 to 2.5 Hz. The accelerometer output is digitized by a 12-bit analogue-to-digital converter at a rate of 30 Hz (Buonani et al., 2013).

Objective sleep measures will include sleep duration (TST, the total amount of sleep obtained; sleep efficiency (SE, percentage of time in bed that was spent asleep; CV=7%), wake-up time (time between the last minute of sleep and getting up from bed; CV=41%), sleep onset time (time of the first epoch of sleep between time trying to initiate sleep and time at wake-up; CV=45%), and sleep latency (time in minutes attempting to fall asleep; CV=83%) (Claudino et al., 2019; Simim et al., 2020). Bed and wake-up times detected by the devices were then combined with those reported by the athletes for more reliable results (Kushida et al., 2001). All sleep variables were determined every night throughout the training camp using the *Sadeh's* algorithm. *Sadeh's* algorithm was initially

validated on a healthy sample of young adults (Sadeh, Sharkey, & Carskadon, 1994) and has been shown to have a smaller bias for awakenings during the night and sleep duration compared to Cole's algorithm (de Souza et al., 2003).

In contrast, the data from the SSGs were obtained at the academy of the club on a synthetic grass pitch. The data is expected to be collected from May 12 to May 31, 2023 (figure 1).

On the first day, the players received the actigraphy devices. During four consecutive days, the athletes went through a familiarization period. Sleep profiles were collected from all players over the next seven days, using the actigraphy devices as well as two sleep questionnaires (Walsh et al., 2020). The first questionnaire, the Munich Chronotype Questionnaire (MCTQ-PT), already validated in Portuguese (Reis et al., 2020), was used to assess each player's chronotype, which helps characterize sleep chronotype. The Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI-PT) questionnaire was also used, to analyze each player's sleep quality, which is also validated in Portuguese (Del Rio Joao, Becker, de Neves Jesus, & Isabel Santos Martins, 2017). Based on the data from the devices and the questionnaires, it was possible to identify the chronic sleep time for each subject, understanding how many hours of sleep duration could be restricted during the intervention.

The number of hours of sleep restriction was reduced based on a percentage of 15%. The selection of this percentage serves to understand the effect of a slightly shorter partial condition, but over a more extended period, relative to the studies found. The rate was the same for all players, but the absolute sleep time can differ from player to player because each player has his usual sleep duration, which was evaluated in the first week (i.e., baseline). Chronic partial sleep restriction was done at the moment of waking up, the athletes woke up earlier than usual, but their bedtime remained the same. Souissi et al. (2008) report that waking up early has significant implications for performance. During the same week, the players performed an SSG, for habituation purposes, being the baseline.

In the second week, the players started the sleep protocol, sleeping only the quantity of hours defined. The amount and quality of sleep obtained were

monitored through actigraphy devices, and in parallel, all the players filled in a sleep diary when they woke up.

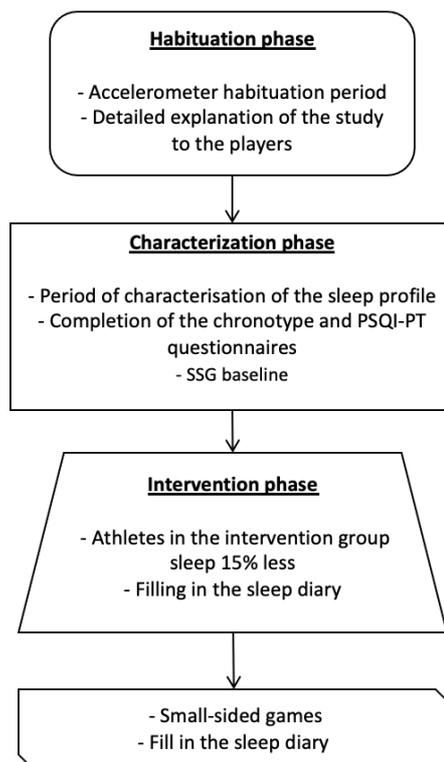


Figure 2 - Flowchart of the intervention phase

The SSGs were played in the club's academy, using a 4x4 format, 30 meters long and 20 meters wide, with an area of 75m² per player. The field was delimited with flares. The use of this format is intended to emphasize the offensive and defensive organization more, the use of a format with more players is recommended (Clemente et al., 2020). This format allows the players to organize in a similar way to the match, occupying their positions and adapting them to the moments of the match, but there may be some player dispersion (Olthof et al., 2019). In SSGs, it is customary to see players varying positions, as we introduce more players or increase the size of the pitch, the SSGs approach the formal match, inducing in the players a more positional behavior (Olthof et al., 2019). The goals were 1 meter by 1 meter and placed on the back lines. The SSGs were played according to the official rules of international soccer competitions, apart from the offside rule. To avoid losing the match dynamics, collaborators were placed around the pitch to put balls on the rise, avoiding wasting time quickly. Rampinini et al. (2007), show that the coach providing feedback during SSG

increases exercise intensity, however, in our view, the effects of such feedback could attenuate the effects of chronic partial sleep restriction. Thus, no feedback was provided to the players.

It was chosen to perform the SSGs once a week for three reasons: 1) to avoid compromising the team session; 2) to notice the difference in tactical behavior from one week to another; 3) as the aim is to understand the effects of chronic partial sleep restriction, it is only necessary to collect performance data sporadically, and there is no need to collect them every day. Wednesday, which corresponds to the -3 of the training plan, was the middle of the week. The SSGs were included in the training plan and held at the beginning of the training session and simultaneously during the two weeks, on the same day and hour, avoiding any circadian effects. The SSGs proceeded after a warm-up, this was the team's usual warm-up so that we could maintain the usual routine. It is recommended that players maintain their regular habits, except in the intervention group. They are not allowed to take naps during the day because they could influence their partial sleep restriction.

Outcomes

The tactical analysis was done using the Game Performance Assessment Instrument (GPAI), a tool to evaluate the tactical behavior of the players in the SSGs (Memmert & Harvey, 2008; Oslin et al., 1998). The GPAI allows to analyze and calculate of players' behaviors during the game, these being Decision Making Index (DMI), Skill Execution Index (SEI), Support Index (SI), game involvement (GI) and Game Performance (GP), the observer can choose which categories to assess (Oslin et al., 1998). For this study four categories were analyzed, DMI, SEI, SI and GP, only GI was not counted. The non-accounting of GI was due to the calculation problem presented by Memmert and Harvey (2008), and we followed one of the suggestions presented in the same article, recommending the use of GP instead of GI in players with more experience.

For the tactical assessment, the match was recorded using one camera (model Sony FDR-AX43) placed on a tripod 1.60 meters high, 10 meters from the sideline in the middle. The images captured were used to analyze the tactical

actions of both teams. The principal researcher observes and counts the actions performed in two moments to determine the intra-observer reliability. All the data obtained in this study were stored in encrypted disks, with only one person accessing them.

Data reliability

Data quality control was determined through intra-observer analysis. The totality of the SSGs was analyzed and coded twice by the principal investigator to determine intra-observer reliability. The researcher has been involved in soccer for several years, as a player and coach, and has completed a few soccer-related courses, including the UEFA B. To analyse the GPAI variables, an analysis was carried out on them, as well as several hours of training.

Intra-observer reliability (absence of measurement error) for the tactical outcome variables (DMI, SEI, SI and GP) was assessed through the paired Student's t-test and the Intraclass Correlation Coefficient (ICC). The Student's Test allows us to assess the existence of systematic error, verifying if there are significant differences between the initial measurements and the repetitions. The ICC ranges between 0 and 1 (the closer to 1, the better the reliability of the measurements) and allows to assess the random error, verifying the agreement between the measurements. A non-significance Student's Test ($p > 0.05$) and an ICC higher than 0.75 (Fleiss, 1999) assure the absence of measurement error.

Statistical methods

The assumptions of normality were verified by applying the Shapiro-Wilk test. Results of the test have shown that most of the sleep variables did not have a normal distribution (Appendix – Table A1). For this reason, the non-parametric Mann-Whitney test was used for the comparison of the two groups regarding these variables. The variable was described through mean, standard deviation (SD), median, and interquartile range (IQR).

A mixed-ANOVA (between- and within-effects) was used to determine the interaction between and within groups. The level of statistical significance was set at $p < 0,05$. Post hoc tests were done, specifically the Bonferroni test, to

understand where there were differences. Effect sizes (Cohen's *d*) were calculated to determine the practical differences between the partial sleep restriction group and the control group. The interpretation of the effect size values followed Cohen (2013) recommendations, considering the ranges 0.20-0.49, 0.50-0.79 and >0.80, representing small, medium and large differences, respectively.

Data analyzes will be processed using IBM Statistical Package for the Social Science for Windows software (SPSS version 27).

Results

Sleep variables

Results in Table 1 show that the total sleep time did not differ significantly between groups in the pre-intervention period ($p = 0.919$), but it was significantly lower in the IG (Mean = 459.53, Median = 450.00) than in the CG (Mean = 524.75, Median = 523.50) ($p < 0.001$) in the intervention period.

In the pre-intervention period, subjects of IG had higher efficiency ($p = 0.025$), latency ($p = 0.001$), and fatigue immediately before sleep ($p = 0.006$). On the contrary, the WASO was higher in the CG than in the IG ($p = 0.006$).

In the intervention period, subjects of IG had higher fatigue immediately before sleep ($p = 0.017$) and after sleep ($p < 0.001$), worse sleep quality ($p < 0.001$), and lower WASO ($p < 0.001$).

Table 1 - Sleep variables in the pre-intervention and in the intervention period

Variables	Pre-intervention period			Intervention period		
	Control Group	Intervention Group	<i>p</i> -value ⁽¹⁾	Control Group	Intervention Group	<i>p</i> -value ⁽¹⁾
Efficiency						
Mean (SD)	77.31 (8.89)	80.50 (8.25)	0.025	75.21 (10.06)	78.95 (6.08)	0.110
Median (IQR)	77.31 (9.62)	80.42 (12.61)		78.33 (13.38)	78.49 (9.16)	
Latency						
Mean (SD)	4.94 (9.00)	8.95 (12.60)	0.001	4.28 (6.16)	4.83 (5.84)	0.457
Median (IQR)	2.00 (7.00)	5.00 (8.00)		2.00 (6.00)	3.00 (7.00)	
Total sleep time						
Mean (SD)	515.13 (69.02)	521.43 (67.14)	0.919	524.75 (66.60)	459.53 (45.18)	<0.001
Median (IQR)	509.00 (94.00)	506.00 (107.00)		523.50 (66.50)	450.00 (72.00)	
Waso						
Mean (SD)	112.21 (51.46)	90.68 (45.23)	0.006	131.06 (57.18)	92.02 (36.18)	<0.001
Median (IQR)	113.00 (53.00)	89.00 (65.00)		120.50 (63.00)	88.00 (49.00)	

Coffee before training						
Mean (SD)	0.03 (0.17)	0.01 (0.11)	0.514	0.03 (0.18)	0.02 (0.13)	0.609
Median (IQR)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)		0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	
Coffee after training						
Mean (SD)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	1.000	0.02 (0.13)	0.00 (0.00)	0.337
Median (IQR)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)		0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	
Fatigue immediately before sleep						
Mean (SD)	3.08 (1.33)	3.74 (1.70)	0.006	2.63 (1.08)	3.46 (1.96)	0.017
Median (IQR)	3.00 (2.00)	4.00 (2.00)		2.00 (1.00)	4.00 (4.00)	
Naps						
Mean (SD)	0.10 (0.30)	0.03 (0.16)	0.066	0.05 (0.21)	0.00 (0.00)	0.094
Median (IQR)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)		0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	
Sleep quality						
Mean (SD)	5.90 (0.91)	5.78 (1.05)	0.728	6.14 (0.83)	5.03 (1.27)	<0.001
Median (IQR)	6.00 (2.00)	6.00 (1.00)		6.00 (1.00)	5.00 (2.00)	
Stress when waking up						
Mean (SD)	1.89 (0.87)	1.66 (0.93)	0.055	1.73 (0.80)	1.69 (0.93)	0.456
Median (IQR)	2.00 (1.00)	1.00 (1.00)		2.00 (1.00)	1.00 (2.00)	
Fatigue immediately after sleep						
Mean (SD)	2.65 (1.30)	2.73 (1.37)	0.762	2.14 (1.05)	3.29 (1.72)	<0.001
Median (IQR)	3.00 (3.00)	3.00 (3.00)		2.00 (2.00)	3.00 (3.00)	
Muscle discomfort when waking up						
Mean (SD)	2.08 (1.12)	2.16 (1.39)	0.844	1.86 (0.94)	2.31 (1.53)	0.351
Median (IQR)	2.00 (2.00)	2.00 (2.00)		2.00 (1.00)	1.00 (3.00)	
PSQI						
Mean (SD)	3.11 (0.87)	3.06 (1.98)	0.135	3.27 (1.01)	2.85 (1.90)	0.007
Median (IQR)	3.00 (2.00)	2.00 (3.00)		3.00 (2.00)	2.00 (3.00)	
MCTQ						
Mean (SD)	3.00 (0.00)	3.00 (0.00)	1.000	3.00 (0.00)	3.00 (0.00)	1.000
Median (IQR)	3.00 (0.00)	3.00 (0.00)		3.00 (0.00)	3.00 (0.00)	

⁽¹⁾ Mann-Whitney's test *p*-value; IQR – Inter Quartile Range; MCTQ – Munich Chronotype Questionnaire; PSQI – Pittsburgh Sleep Quality Index; SD – Standard Deviation; WASO – Wake After Sleep Onset.

Measurement reliability (Intra-observer)

To assess the reliability of the GPAI variables (intra-observer error assessment) all the measurements were repeated by the same observer. The ICC values were higher than 0.99 for all the variables (0.988 for DMI, 0.992 for SEI, 0.993 for SI, and 0.992 for GP), indicating excellent reliability of the measurements and confirming the absence of measurement error.

Table 2 - GPAI measurement reliability - intra-observer error assessment

Variables	Observer 1 Mean (SD)	Observer 2 Mean (SD)	p-value ⁽¹⁾	ICC
Decision make	82.71 (14.18)	82.71 (14.33)	1.000	0.988
Skill execution	85.73 (9.90)	85.59 (9.77)	0.332	0.992
Support	88.78 (10.20)	88.74 (10.08)	0.782	0.993
Game performance	85.74 (8.07)	85.68 (8.11)	0.615	0.992

⁽¹⁾ Paired t-test p-value; ICC – Intraclass Correlation Coefficient.

GPAI variables

The interaction time*group of the Mixed ANOVA was not statistically significant for any of the 4 GPAI variables: DMI ($p = 0.069$), SEI ($p = 0.223$), SI ($p = 0.844$), or GP ($p = 0.098$). These results show that the evolution over time did not differ significantly between the IG and CG, considering a significance level of 5% (Table 3).

Although the interaction was not statistically significant, it should be highlighted that the DMI and the GP increased significantly in the CG (DMI: $p = 0.015$; GP: $p = 0.007$), while in the IG there were no significant changes over time (DMI: $p = 0.792$; GP: $p = 0.898$) (Table 3).

As for the SI, there were significant differences over time within the CG ($p = 0.011$) and within the IG ($p = 0.001$): the mean values were higher in M2 than in the baseline and in M3 in both groups (Table 3).

Table 3 - Comparison of GPAI variables between groups and over time

	Baseline	M2	M3	Differences over time ⁽¹⁾	Interaction Time*group ⁽²⁾
Decision make					
Control Group	87.50 (6.18)	89.50 (9.53)	74.81 (9.32)	0.015	0.069
Intervention Group	80.63 (10.65)	81.38 (16.63)	85.19 (13.13)	0.792	
Group comparison ⁽³⁾	$p = 0.137$	$p = 0.250$	$p = 0.090$		
Cohen' <i>d</i>	0.790	0.599	0.911		
Skill execution					
Control Group	88.63 (7.38)	89.00 (7.37)	85.00 (8.28)	0.343	0.223
Intervention Group	84.38 (7.70)	80.88 (8.53)	85.69 (7.87)	0.485	
Group comparison ⁽³⁾	$p = 0.279$	$p = 0.061$	$p = 0.867$		
Cohen' <i>d</i>	0.564	1.020	0.085		
Support					
Control Group	84.38 (6.09)	93.63 (4.24)	82.94 (8.79)	0.011	0.844

Intervention Group	91.81 (4.46)	99.13 (2.47)	88.38 (7.06)	0.001	
Group comparison ⁽³⁾	$p = 0.015$	$p = 0.007$	$p = 0.194$		
Cohen' <i>d</i>	1.394	1.584	0.682		
Game performance					
Control Group	86.83 (5.24)	90.71 (5.02)	80.92 (5.80)	0.007	0.098
Intervention Group	85.60 (4.88)	87.13 (6.21)	86.42 (7.58)	0.898	
Group comparison ⁽³⁾	$p = 0.635$	$p = 0.225$	$p = 0.125$		
Cohen' <i>d</i>	0.243	0.635	0.815		

Results presented as mean (standard deviation).

⁽¹⁾ *p*-value of repeated measures NOVA for time differences within each group; ⁽²⁾ *p*-value of the interaction time*group – mixed NOVA; ⁽³⁾ *p*-value of Student's t-test for group comparison in each moment.

Discussion

This study aimed to determine whether chronic sleep restriction of 15% over 9 days negatively affected tactical performance in SSGs. However, the hypotheses raised were not matched by the results obtained. There was expected to be a decrease in the GPAI variables, even at the different assessment times. The analysis of the results shows that there are no statistically significant differences in the interaction time*group, although the results show statistically significant differences between moments, the control group only shows differences in SI, while the intervention group shows differences in DMI, SI and GP. Differences were also expected between groups at each moment, especially in SI and DMI, but in SI we saw the opposite of what was expected, with the intervention group obtaining higher scores than the control group, while in DMI there were no statistically significant differences.

In SEI, there were no statistically significant differences, however, it was found that a lack of sleep can reduce technical execution. Similar results were found according to Edwards and Waterhouse (2009), who experimented with dart players, restricting their sleep, to 3h-4h in a day. The authors state that there was a decrease in dart performance. Similar results presented, Reyner and Horne (2013), analyzed the technical execution of the serve in tennis, noting that it decreases based on the sleep restriction imposed, 2h-2.5h in a day.

In DMI, we only found statistically significant differences between moments in the CG. However, there were no other differences, so the data are similar to those reported by Abbott et al. (2020). They restricted the sleep of

professional soccer players based on late soccer games, to understand the effects on the player's cognition. Abbott et al. (2020) state that the protocol used did not result in any cognitive changes in players. With a different result Jarraya, Jarraya, Chtourou, and Souissi (2013), show that the cognitive performance of handball goalkeepers was affected by the imposed sleep restriction, 4h-5h of sleep over two nights. Sleep restriction has implications for the cognitive capacity of athletes (Fullagar et al., 2015), which may be noticed with a protocol with fewer hours of sleep and over a longer number of days. This is demonstrated in a study that analyzed sleep restriction, 4h of sleep per night, for 5 days in healthy individuals (Axelsson et al., 2008). The authors demonstrated a decrease in the subject's cognitive capacity.

Regarding the data on the SI, we can see that their values differ, but with the intervention group having higher values, which was not initially expected. However, using the variables collected subjectively from fatigue, we can see that these show statistically significant differences, which may lead players to change their behaviour, i.e., to position themselves closer to the ball carrier to avoid covering greater distances and to avoid performing longer sprints when the ball is lost (Coutinho et al., 2018). With different results Kunrath, Nakamura, Roca, Tessitore, and Teoldo Da Costa (2020), show that mental fatigue has implications for players' tactical performance, affecting their ability to read and perceive spaces on the pitch.

The GP variable showed differences, but only between moments in the CG. Despite these results, the literature shows that players' performance is affected by sleep restriction, especially in the execution of specific skills (Bonnar, Bartel, Kakoschke, & Lang, 2018). Leger et al. (2008), analyzed the Effect of sleep restriction on the performance of young sailors, revealing a decrease in their ability. Alongside these findings, a study that used healthy individuals to perform a car driving simulation after 4h of sleep in one night, reported a decrease in the performance of certain skills (Otmani, Pebayle, Roge, & Muzet, 2005).

Even with the somewhat unexpected results about the GPAI variables, we can associate them with the data presented by the accelerometers, especially the sleep efficiency variable. In the intervention period, the CG had worse sleep

efficiency than their counterparts. This data is curious, especially given that the IG had sleep restrictions and the CG was free to sleep as long as they liked. In a study that analyzed various sleep-related parameters in elite female soccer players during an international tournament, only one day, the players obtained less than 85% sleep efficiency in 9 days (J. Costa, Figueiredo, et al., 2019). Brindle et al. (2018), state that to achieve good sleep quality and duration, it is necessary to reach 85% or more sleep efficiency per night.

Given the preponderance that sleep has on player performance, clubs should invest in training to educate their players to better understand sleep and practice good sleep hygiene (Cunha et al., 2023).

Conclusions

This study presents a pilot methodology, which is based on an individualized approach, meeting the sleep characteristics of the individuals. This approach allows all individuals to be placed on the same level, as each person's sleep profile is different, which may reveal different results. The results obtained went against our expectations, as the interactions did not produce statistically significant differences for most variables. Despite these results, this study reveals the main difficulties encountered when implementing sleep restriction as well as in the environment that is soccer, above all due to the possible changes. The difficulties exposed and possible strategies can help researchers prepare themselves so that they can implement and collect data without any difficulty

Capítulo 4 – Discussão

Geral

4. Discussão geral

O presente estudo teve como objetivo perceber os possíveis impactos que uma restrição crónica de sono, durante 9 dias, pode ter no desempenho dos jogadores de futebol, mais concretamente, na performance tática durante jogos reduzidos. Para avaliar estes possíveis efeitos, recorreremos a uma abordagem piloto, a quantidade de horas que os jogadores dormiram foi subtraída através de um valor percentual, de 15%, ao seu tempo normal de sono. No entanto, os resultados revelam algumas incertezas, sobretudo pelo tamanho da amostra, sendo mais reduzido que o inicialmente previsto, o que resulta numa maior dificuldade na perceção e entendimento dos resultados, assim como a sua extrapolação.

As hipóteses anteriormente apresentadas não foram ao encontro das expectativas, sendo esperado que houvesse uma diminuição das variáveis do GPAI, sobretudo nos diferentes momentos de avaliação. Apesar dos resultados apresentarem algumas diferenças entre os grupos, sobretudo pela análise do *d* de Cohen, estas não são estatisticamente significativas. Mas estas diferenças foram notadas em três das quatro variáveis analisadas, e apenas no índice de apoio não foram evidenciadas. Assim, percebemos que numa das variáveis onde era possível haver maiores diferenças, aconteceu o contrário- o grupo de controlo obteve um índice de apoio maior em relação ao grupo de intervenção. No entanto, a análise dos diferentes momentos também revelou resultados que não eram expectáveis, sobretudo no momento 3, em que o grupo de controlo obteve melhores índices em todas as variáveis, do que o grupo de intervenção.

Na variável de execução técnica, percebemos que não existem quaisquer diferenças. Este resultado vai ao encontro do relatado por Edwards and Waterhouse (2009). Estes analisaram os efeitos da restrição de sono, de 3h-4h num dia, no desempenho em jogadores do lançamento do dardo. Os autores revelaram que o decréscimo no desempenho se deve à componente psico-motora e não à fadiga. No ténis, Reyner and Horne (2013) descrevem, também, um decréscimo na precisão no serviço no ténis. Aqui os autores recorreram a jogadores de ténis, restringindo o seu sono, a 2h-2.5h num dia. Os dados destes

dois estudos revelam-se semelhantes aos resultados do presente estudo, sobretudo na análise da execução técnica.

Em relação à tomada de decisão, e no que respeita aos diferentes momentos do grupo de controlo, verificou-se que essa, ao longo dos três momentos, sofreu um ligeiro aumento. No entanto, em comparação com os dados do grupo de controlo, verificamos que houve menos tomadas de decisão corretas. Os resultados apresentados não revelam valores que nos permitam afirmar que existe um decréscimo ou um benefício com a crónica restrição de sono. Estes dados revelam-se idênticos aos relatados por Abbott et al. (2020), que analisaram os efeitos cognitivos em jogadores profissionais de futebol numa noite. Os autores mostram que não houve qualquer efeito negativo da restrição de sono na capacidade cognitiva dos jogadores.

Por outro lado, Jarraya et al. (2013), revelam que um sono de apenas 4h-5h em duas noites tem efeitos negativos no desempenho cognitivo em guarda-redes de andebol. Os participantes realizaram três testes alusivos à reação e ao tempo. Resultados idênticos são apresentados por Axelsson et al. (2008), mas com um período de 5 dias e 4h de sono por noite, em participantes saudáveis masculinos. Para chegar a estes resultados, os autores aplicaram um teste de reação/tempo em todos os participantes. Estes exemplos demonstram que o desempenho cognitivo pode ter efeitos negativos acentuados apenas com restrições de sono mais elevadas, o que no presente estudo poderia ter valores significativos, caso a percentagem fosse ligeiramente mais alta.

A restrição de sono pode levar os jogadores a uma fadiga mental, prejudicando a sua tomada de decisão (Fullagar et al., 2015; Walsh et al., 2020). Através dos diários de sono foi possível obter dados subjetivos dos jogadores e, no período de intervenção, em ambas as variáveis de fadiga, houve diferenças estatisticamente significativas, com o grupo de intervenção a relatar níveis de fadiga superiores. Estes dados assemelham-se aos de Kunrath et al. (2020), que afirmam que a fadiga mental prejudicou os jogadores nas suas ações táticas. Estes resultados mostram que a fadiga mental dos jogadores compromete as suas tomadas de decisão, corroborando os resultados da variável tomada de decisão no presente estudo.

No mesmo estudo, Kunrath et al. (2020) afirma que os jogadores apresentaram dificuldades no desempenho tático, sobretudo no que diz respeito às ações de apoio ao portador da bola, ou seja, uma maior dificuldade na leitura e percepção dos espaços. No entanto, no presente estudo, a variável de apoio obteve valores contrários, indicando que o grupo de intervenção obteve melhor índice de apoio que o grupo de controlo. Nesta variável, surgem várias diferenças estatisticamente significativas, quer entre grupos quer entre momentos. Observamos que a maior diferença surge no grupo de intervenção entre o baseline, momento 1 e 2, percebendo-se que houve um aumento significativo no momento 2. Analisando os possíveis efeitos da fadiga, causados pela restrição de sono, no índice de apoio, Coutinho et al. (2018) revela resultados similares, afirmando que os jogadores adotaram um comportamento diferente no que respeita o posicionamento. Os jogadores posicionaram-se mais perto do portador da bola para minimizar as distâncias e possíveis sprints no momento de perda de bola (Coutinho et al., 2018).

Em relação ao índice de desempenho de jogo, apenas existem diferenças entre momentos no grupo de controlo. No entanto percebemos através da literatura que a redução na duração e qualidade do sono pode reduzir o desempenho. Bonnar et al. (2018) revela que o desempenho do jogador é prejudicado pela falta de sono, sobretudo nas habilidades específicas das modalidades. O mesmo relata Leger et al. (2008), tendo analisado o efeito da restrição de sono em jovens marinhoiros. Dentro do mesmo modelo, Otmani et al. (2005), analisou os efeitos da restrição de sono, 4h de sono numa noite, em indivíduos saudáveis no desempenho de condução, o que revelou alguns efeitos negativos.

Apesar dos resultados, a literatura encontrada revela que a restrição de sono apresenta um decréscimo no desempenho específico nas modalidades (Bonnar et al., 2018; Fullagar et al., 2015; Malhotra, 2017). No entanto os dados do sono recolhidos indicam dados curiosos, sobretudo na eficiência do sono, na qual o grupo de controlo obteve valores mais baixos. Estes dados revelam que os jogadores mesmo tendo, maioritariamente, liberdade na hora de acordarem e deitarem, apresentam uma qualidade de sono pior que os seus colegas com

restrições impostas. Neste sentido, os dados do grupo de controlo são preocupantes, devido ao valor habitual para uma boa eficiência de sono, superior a 85% (Brindle et al., 2018). Comparando os valores da eficiência de sono com valores de jogadoras de futebol de elite, durante um torneio internacional, percebemos que em 9 dias apenas num dia apresentaram uma eficiência de sono abaixo dos 85% (J. Costa, Figueiredo, et al., 2019).

Estes dados revelam-se alarmantes e de extrema importância para os clubes, dirigentes e treinadores entenderem a necessidade que existe de educar os seus jogadores. Estes devem perceber a importância do sono assim como possuírem indicações que os auxiliem na aplicação de estratégias para a obtenção de uma melhor qualidade e duração de sono dos jogadores. A higiene de sono deve ser um tema para o qual os responsáveis dos clubes devem estar sensibilizados, no sentido de poder melhorar o desempenho dos jogadores (Cunha et al., 2023; Vitale et al., 2019; Walsh et al., 2020).

4.1. Limitações do estudo

O presente estudo apresenta algumas limitações, podendo estas dificultar a perceção dos resultados. Em primeiro, o número da amostra. No planeamento foi calculado o tamanho da amostra, no entanto, devido a compromissos desportivos por parte do clube que possibilitou a elaboração do estudo, não nos foi possível utilizar mais jogadores, como planeado. A redução do tamanho da amostra implicou várias mudanças metodológicas, sobretudo o número de jogadores por equipa e o tamanho do campo. O facto de o estudo ser elaborado num clube de alto nível em Portugal limitou a disponibilidade dos jogadores, com várias transições de equipa, sobretudo no patamar de equipas profissionais do clube, não havendo qualquer disponibilidade por parte dos jogadores.

Em segundo, temos, talvez, o caso mais difícil e que claramente pode ter prejudicado a análise dos dados: o cumprimento do grupo de intervenção em relação às horas de dormir. Este foi o tópico mais discutido, já que foram apresentadas ideias e possíveis estratégias para percebermos, efetivamente se os jogadores cumpriam as horas de sono. Através da literatura existente, fomos percebendo algumas estratégias adotadas noutros estudos sobre restrição ou

privação de sono. Uma das mais significativas foi a intervenção num espaço controlado, contudo, para o presente estudo não havia tal disponibilidade e de acordo com a nossa visão, retirar os jogadores do seu ambiente normal não se revelava benéfico. Outra estratégia seria juntar os jogadores numa sala ou espaço para que se pudessem distrair, com televisão ou jogos, e assim percebíamos que acordavam à hora certa e não voltavam a dormir, mas não conseguíamos controlar a hora de deitar. No fundo, o mais difícil nesta estratégia era ter de juntar os jogadores, quando a abordagem para o estudo era individualizada, o que resultava em diferentes horários para os jogadores. Assim esta abordagem não funcionaria pela impossibilidade de os juntar todos à mesma hora.

Outra possível estratégia, seria reunir os jogadores via vídeo chamada, mas teríamos o mesmo problema, como as horas diferentes de cada um, assim como a possibilidade de terminarmos a chamada e os jogadores deitarem-se novamente para dormir. Este foi claramente o maior desafio e que não nos permitiu perceber se os jogadores cumpriram a restrição de sono imposta, porque mesmo com a utilização de tecnologia, os acelerómetros, facilmente os jogadores o podiam retirar e voltar a dormir, ou colocar os acelerómetros num parente ou amigo. Assim, não nos é possível afirmar que todos os jogadores cumpriram com os horários estabelecidos.

Outro entrave, o terceiro, prendeu-se com os dias escolhidos para concretização da experiência. Inicialmente planeou-se os jogadores defrontarem-se por 5 vezes, ou seja, baseline e em quatro momentos durante a intervenção, contudo, e devido às mudanças que surgem numa equipa de futebol a nível de calendarização e os temas a abordar em determinados dias por parte da equipa técnica, foi nos recusada essa possibilidade. Ainda assim, foi sugerido efetuar os jogos reduzidos em três momentos, o que acabamos por aceitar.

Como quarta limitação, surgiu o período de elaboração do estudo, já que apenas autorizaram a intervenção nas últimas semanas da época e caso a equipa atingisse os objetivos pré-estabelecidos por parte da coordenação. Foi o que aconteceu, foi-nos dada a possibilidade de realizar o estudo nas últimas semanas da época, mesmo com a equipa ainda em competição. No entanto,

durante a intervenção, foi-nos comunicado que a época iria terminar mais cedo que o planeado, o que não estávamos à espera. Mesmo assim, decidimos continuar e modificar o inicialmente previsto, 12 dias de intervenção para 9 dias. Mas devido à antecipação das férias, o último momento de avaliação dos jogos reduzidos, teve de ser o último dia, o que pode ter resultado num relaxamento e descompressão por parte dos jogadores, que já sabiam que o treino de equipa seria um jogo de diversão entre todos, assim como um convívio no final. Este caso pode ter comprometido alguns dados, sobretudo das variáveis do GPAI.

Por último, alguns dos jogadores possuíam contrato de trabalho, outros teriam propostas de outros clubes ou a possibilidade de obterem um contrato de trabalho no clube, e mesmo tendo sido convidados a participar pelo diretor e coordenadores, estavam receosos em participar em algo extra treino, sobretudo num treino curto que promovia o contacto. Este facto pode ter levado os jogadores a participarem de uma forma mais cautelosa, com receio de sofrerem algum tipo de lesão, o que pode ter resultado num empenho muito inferior à capacidade real dos jogadores. Ora esta limitação pode ter condicionado a análise tática dos jogadores, podendo esta não corresponder totalmente às capacidades dos mesmos.

Estas foram as limitações que o presente estudo engloba, algumas delas já seriam expectáveis, no entanto, não nos foi possível implementar uma estratégia válida que contornasse esses problemas. Estávamos preparados para a eventualidade de certos problemas que pudessem ocorrer, acabando alguns por surgir e outros que felizmente não surgiram. Ainda assim, intervenções no futebol e em clubes de futebol, sobretudo num patamar de excelência em Portugal, dificulta a sua concretização, surgindo vários problemas a cada dia, totalmente inesperados. Este problema sabíamos de antemão, mas a abertura que nos foi dada indicava que era possível realizar o estudo mesmo com os problemas que pudessem surgir.

4.2. Implicações para a prática

A realização de estudos experimentais no mundo do futebol, sobretudo no alto nível, não é fácil, muito devido ao valor monetário envolvido e ao prestígio

dos clubes, jogadores e treinadores. Surgem vários obstáculos pelo caminho, principalmente através do treinador, que de um momento para o outro pode modificar algo que vai contra o proposto e que pode inviabilizar o estudo. Com isto, é fundamental planejar bem e perceber possíveis problemas que possam surgir a qualquer momento, percebendo como se podem resolver ou atenuar. Estes podem surgir em resultado do treinador, equipa técnica, coordenação, direção e até de calendarização.

A principal sugestão recai, obviamente, na elaboração de estratégias que possam mitigar o possível incumprimento dos horários de sono dos jogadores, já que este é um cenário de difícil perceção e que pode sabotar os resultados do estudo. Pode recorrer-se à criação de algum dispositivo tecnológico que permita perceber com exatidão a utilização por parte dos jogadores, sem que haja possibilidade de os mesmos alterarem. Ou, por exemplo, realizar o estudo em ambiente de estágio. Desta maneira, os jogadores estão concentrados todos no mesmo lugar, o que facilita a perceção do cumprimento das horas de sono, podendo os jogadores, ao acordar, reunirem-se num local combinado previamente e desenvolver algumas atividades que possam mantê-los acordados. Outra solução semelhante passa por realizar o estudo com jogadores que se encontrem a habitar em alojamentos do clube, podendo estes ter facilidade nas deslocações para as instalações do clube ou espaços dentro do próprio alojamento para se reunirem.

Relativamente aos dados do desempenho tático, os mesmos podem não corresponder totalmente à realidade, visto os jogadores perceberem que se trata de algo externo ao clube e não demonstrarem o seu real valor. Com isto, a solução pode passar por analisar um jogo do campeonato da equipa em questão. O GPAI é uma ferramenta que permite a análise de um jogo formal 11x11, permitindo obter melhores dados relativos ao desempenho tático dos jogadores, contudo podem surgir alguns problemas, como as substituições ou a convocatória, mas até pode ser interessante observar os minutos, de jogo para jogo, e a implicação da restrição de sono durante o período que se jogou. Outra possível solução poderia passar por inserir o exercício no meio do treino da equipa, sendo os treinadores a explicarem o exercício. Esta solução poderia ser

a melhor e a mais simples, sendo o treinador a explicar e o exercício realizar-se no meio do treino normal, mesmo sem o treinador dar qualquer feedback durante o exercício.

Por último, na nossa opinião, a implementação de uma abordagem individual faz todo o sentido. Hoje percebemos que os jogadores podem ter diferentes horários de sono, assim como duração e cronótipo. Implementar uma duração fixa de sono pode resultar em dados que podem não corresponder à realidade de toda a amostra. Por isso, este estudo prova que uma abordagem individual coloca todos os jogadores em pé de igualdade, podendo indicar os efeitos da restrição de sono nas variáveis analisadas.

Capítulo 5 –

Considerações finais

5. Considerações Finais

O sono é um tema que consideramos bastante interessante, já que, na verdade, não deixa de causar estranheza, percebendo, para além disso, que ele é vital.

Escolher esse tema permitiu uma abordagem profunda e consistente, no geral, direcionada posteriormente para o domínio do futebol e para o desempenho dos jogadores. Assim, a elaboração desta investigação surgiu do interesse na compreensão dos possíveis efeitos que a falta de sono possa ter neles. Hoje, e cada vez mais, as equipas devem procurar os chamados ganhos marginais, e o sono é claramente uma dessas mais-valias para o bem-estar dos jogadores, assim como para a obtenção de um elevado desempenho no jogo. Outro fator decisivo na escolha deste tema foi a pouca investigação disponível sobre o assunto, havendo uma dificuldade acrescida na elaboração de estudos que contemplem restrição de sono, sobretudo no futebol.

A redação deste estudo apresenta uma metodologia piloto. Esta nova possibilidade de abordagem, individual, pode permitir que investigações futuras sejam elaboradas com uma metodologia mais centrada no indivíduo. Desta maneira, futuras investigações podem centrar a sua abordagem em relação ao perfil de sono dos intervenientes, de modo a colocar todos ao mesmo nível, respeitando o seu cronótipo e perfil de sono. Assim, os resultados podem revelar dados diferentes, visto que em todos os jogadores será retirada uma percentagem da duração habitual, sendo diferente de indivíduo para indivíduo. No fundo, esta possibilidade leva a que todos os intervenientes, independentemente do perfil de sono e cronótipo, tenham uma restrição de sono que os possa afetar de igual forma.

Os resultados deste estudo não revelam o que era esperado, no entanto, ao analisarmos o d de Cohen, percebemos que na comparação entre grupos, o grupo de intervenção apresenta valores mais baixos, revelando diferenças acentuadas. Mas estas diferenças são visíveis apenas num momento, na variável de execução técnica no momento 2, no entanto, o grupo de controlo obteve melhores valores comparando com o grupo de intervenção, em três momentos, na variável de apoio no momento 2 e nas variáveis de tomada de

decisão e desempenho no jogo no momento 3, o que resultou em diferenças acentuadas. Em relação à interação tempo*grupo não houve quaisquer diferenças registadas.

Em relação aos dados do sono, encontramos dados interessantes. É de referir, primeiramente, que a eficiência de sono obtida através dos acelerómetros revelou que o grupo de intervenção obteve melhores índices que os seus homólogos. Ainda assim, com recurso aos dados subjetivos recolhidos, percebemos que ocorre o oposto: o grupo de intervenção expressou menor qualidade de sono que o grupo de intervenção. Com os dados subjetivos conseguimos perceber que o grupo de intervenção também revelou uma maior fadiga, ao deitar e ao acordar, assim como um maior desconforto muscular. No entanto, observamos que os níveis de stress foram relatados mais elevados no grupo de controlo.

Apesar dos resultados não irem de encontro ao inicialmente previsto, retiramos algumas ilações do presente estudo, sobretudo para investigações futuras que abordem restrições de sono. Os problemas que surgiram ao longo do planeamento e intervenção podem servir como guia para investigações futuras, no sentido dos seus investigadores se prepararem devidamente para a possibilidade de estas surgirem a qualquer momento. Investigações que retirem sono aos intervenientes advinham-se complicadas devido às inúmeras variáveis em causa: o ambiente, o controlo da duração de sono, a população, entre outros. Cabe aos investigadores criarem estratégias que possam atenuar ou mesmo mitigar contratempos que possam surgir, assim como conseguir controlar os horários de sono dos intervenientes, sobretudo daqueles que deverão dormir menos que o habitual.

Dentro do futebol, este estudo também pretende captar a atenção dos intervenientes nesta modalidade para a importância que o sono tem nos jogadores. Por fim, a presente investigação pretendeu colaborar com novos dados e indicações para um tema que tem sido alvo de novos estudos e descobertas. Mesmo que as descobertas não tenham sido o esperado, este estudo contribui com uma possível nova abordagem metodológica, assim como indicações de implicações para futuros estudos.

Capítulo 6 – Referências Bibliográficas

6. Referências bibliográficas

- Abbott, W., Brett, A., Watson, A. W., Brooker, H., & Clifford, T. (2020). Sleep Restriction in Elite Soccer Players: Effects on Explosive Power, Wellbeing, and Cognitive Function. *Res Q Exerc Sport*, 93(2), 325-332. doi:10.1080/02701367.2020.1834071
- Abdelmalek, S., Boussetta, N., Chtourou, H., Souissi, N., & Tabka, Z. (2014). Effect of partial sleep deprivation and racial variation on short-term maximal performance. *Biological Rhythm Research*, 1-10. doi:10.1080/09291016.2014.904574
- Abdelmalek, S., Souissi, N., Chtourou, H., Denguezli, M., Aouichaoui, C., Ajina, M., . . . Tabka, Z. (2013). Effects of partial sleep deprivation on proinflammatory cytokines, growth hormone, and steroid hormone concentrations during repeated brief sprint interval exercise. *Chronobiol Int*, 30(4), 502-509. doi:10.3109/07420528.2012.742102
- Ajjimaporn, A., Ramyarangsi, P., & Siripornpanich, V. (2020). Effects of a 20-min Nap after Sleep Deprivation on Brain Activity and Soccer Performance. *Int J Sports Med*, 41(14), 1009-1016. doi:10.1055/a-1192-6187
- Aldabal, L., & Bahammam, A. S. (2011). Metabolic, endocrine, and immune consequences of sleep deprivation. *Open Respir Med J*, 5, 31-43. doi:10.2174/1874306401105010031
- Antza, C., Kostopoulos, G., Mostafa, S., Nirantharakumar, K., & Tahrani, A. (2021). The links between sleep duration, obesity and type 2 diabetes mellitus. *J Endocrinol*, 252(2), 125-141. doi:10.1530/JOE-21-0155
- Axelsson, J., Kecklund, G., Akerstedt, T., Donofrio, P., Lekander, M., & Ingre, M. (2008). Sleepiness and performance in response to repeated sleep restriction and subsequent recovery during semi-laboratory conditions. *Chronobiol Int*, 25(2), 297-308. doi:10.1080/07420520802107031
- Baati, H., Chtourou, H., Moalla, W., Jarraya, M., Nikolaidis, P. T., Rosemann, T., & Knechtle, B. (2020). Effect of Angle of View and Partial Sleep Deprivation on Distance Perception. *Front Psychol*, 11, 201. doi:10.3389/fpsyg.2020.00201

- Berryhill, S., Morton, C. J., Dean, A., Berryhill, A., Provencio-Dean, N., Patel, S. I., . . . Parthasarathy, S. (2020). Effect of wearables on sleep in healthy individuals: a randomized crossover trial and validation study. *J Clin Sleep Med, 16*(5), 775-783. doi:10.5664/jcsm.8356
- Bhat, S., Pinto-Zipp, G., Upadhyay, H., & Polos, P. G. (2018). "To sleep, perchance to tweet": in-bed electronic social media use and its associations with insomnia, daytime sleepiness, mood, and sleep duration in adults. *Sleep Health, 4*(2), 166-173. doi:10.1016/j.sleh.2017.12.004
- Bishir, M., Bhat, A., Essa, M. M., Ekpo, O., Ihunwo, A. O., Veeraraghavan, V. P., . . . Ojcius, D. M. (2020). Sleep Deprivation and Neurological Disorders. *Biomed Res Int, 2020*, 5764017. doi:10.1155/2020/5764017
- Blackwelder, A., Hoskins, M., & Huber, L. (2021). Effect of Inadequate Sleep on Frequent Mental Distress. *Prev Chronic Dis, 18*, E61. doi:10.5888/pcd18.200573
- Blumberg, M. S., Lesku, J. A., Libourel, P. A., Schmidt, M. H., & Rattenborg, N. C. (2020). What Is REM Sleep? *Curr Biol, 30*(1), R38-R49. doi:10.1016/j.cub.2019.11.045
- Bonnar, D., Bartel, K., Kakoschke, N., & Lang, C. (2018). Sleep Interventions Designed to Improve Athletic Performance and Recovery: A Systematic Review of Current Approaches. *Sports Med, 48*(3), 683-703. doi:10.1007/s40279-017-0832-x
- Boonstra, T. W., Stins, J. F., Daffertshofer, A., & Beek, P. J. (2007). Effects of sleep deprivation on neural functioning: an integrative review. *Cell Mol Life Sci, 64*(7-8), 934-946. doi:10.1007/s00018-007-6457-8
- Brainard, J., Gobel, M., Scott, B., Koeppen, M., & Eckle, T. (2015). Health implications of disrupted circadian rhythms and the potential for daylight as therapy. *Anesthesiology, 122*(5), 1170-1175. doi:10.1097/ALN.0000000000000596
- Brand, S., & Kirov, R. (2011). Sleep and its importance in adolescence and in common adolescent somatic and psychiatric conditions. *Int J Gen Med, 4*, 425-442. doi:10.2147/IJGM.S11557

- Brindle, R. C., Cribbet, M. R., Samuelsson, L. B., Gao, C., Frank, E., Krafty, R. T., . . . Hall, M. H. (2018). The Relationship Between Childhood Trauma and Poor Sleep Health in Adulthood. *Psychosom Med, 80*(2), 200-207. doi:10.1097/PSY.0000000000000542
- Buonani, C., Rosa, C. S., Diniz, T. A., Christofaro, D. G., Monteiro, H. L., Rossi, F. E., & Freitas Junior, I. F. (2013). Physical activity and body composition in menopausal women. *Rev Bras Ginecol Obstet, 35*(4), 153-158. doi:10.1590/s0100-72032013000400004
- Castellano, J., Silva, P., Usabiaga, O., & Barreira, D. (2016). The influence of scoring targets and outer-floaters on attacking and defending team dispersion, shape and creation of space during small-sided soccer games. *J Hum Kinet, 51*, 153-163. doi:10.1515/hukin-2015-0178
- Claudino, J. G., T, J. G., de Sa Souza, H., Simim, M., Fowler, P., de Alcantara Borba, D., . . . G, P. N. (2019). Which parameters to use for sleep quality monitoring in team sport athletes? A systematic review and meta-analysis. *BMJ Open Sport Exerc Med, 5*(1), e000475. doi:10.1136/bmjsem-2018-000475
- Clemente, F. M., Afonso, J., Castillo, D., Arcos, A. L., Silva, A. F., & Sarmiento, H. (2020). The effects of small-sided soccer games on tactical behavior and collective dynamics: A systematic review. *Chaos, Solitons & Fractals, 134*. doi:10.1016/j.chaos.2020.109710
- Clemente, F. M., Afonso, J., Costa, J., Oliveira, R., Pino-Ortega, J., & Rico-Gonzalez, M. (2021). Relationships between Sleep, Athletic and Match Performance, Training Load, and Injuries: A Systematic Review of Soccer Players. *Healthcare (Basel), 9*(7). doi:10.3390/healthcare9070808
- Clemente, F. M., Martins, F. M. L., & Mendes, R. S. (2014). Developing Aerobic and Anaerobic Fitness Using Small-Sided Soccer Games: Methodological Proposals. *Strength and Conditioning 36*(3), 76-87. doi:10.1519/SSC.0000000000000063
- Clemente, F. M., & Sarmiento, H. (2020). The effects of small-sided soccer games on technical actions and skills: A systematic review. *Human Movement, 21*(3), 100-119. doi:10.5114/hm.2020.93014

- Cohen, J. (2013). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. New York: Routledge.
- Copenhaver, E. A., & Diamond, A. B. (2017). The Value of Sleep on Athletic Performance, Injury, and Recovery in the Young Athlete. *Pediatr Ann*, 46(3), e106-e111. doi:10.3928/19382359-20170221-01
- Costa, I. T., Garganta, J., Greco, P. J., Mesquita, I., & Maia, J. (2011). Sistema de avaliação tática no Futebol (FUT-SAT): Desenvolvimento e validação preliminar. *Motricidade*, 7(1), 69-84.
- Costa, J., Brito, J., Nakamura, F. Y., Figueiredo, P., Oliveira, E., & Rebelo, A. (2019). Sleep patterns and nocturnal cardiac autonomic activity in female athletes are affected by the timing of exercise and match location. *Chronobiol Int*, 36(3), 360-373. doi:10.1080/07420528.2018.1545782
- Costa, J., Figueiredo, P., Nakamura, F., Rago, V., Rebelo, A., & Brito, J. (2019). Intra-individual variability of sleep and nocturnal cardiac autonomic activity in elite female soccer players during an international tournament. *PLoS One*, 14(9), e0218635. doi:10.1371/journal.pone.0218635
- Coutinho, D., Goncalves, B., Wong, D. P., Travassos, B., Coutts, A. J., & Sampaio, J. (2018). Exploring the effects of mental and muscular fatigue in soccer players' performance. *Hum Mov Sci*, 58, 287-296. doi:10.1016/j.humov.2018.03.004
- Craven, J., McCartney, D., Desbrow, B., Sabapathy, S., Bellinger, P., Roberts, L., & Irwin, C. (2022). Effects of Acute Sleep Loss on Physical Performance: A Systematic and Meta-Analytical Review. *Sports Med*, 52(11), 2669-2690. doi:10.1007/s40279-022-01706-y
- Cunha, L. A., Costa, J. A., Marques, E. A., Brito, J., Lastella, M., & Figueiredo, P. (2023). The Impact of Sleep Interventions on Athletic Performance: A Systematic Review. *Sports Med Open*, 9(1), 58. doi:10.1186/s40798-023-00599-z
- de Souza, L., Benedito-Silva, A., Pires, M., Poyares, D., Tufik, S., & Calil, H. (2003). Further Validation of Actigraphy for Sleep Studies. *Sleep*, 26(1), 81-85. doi:<https://doi.org/10.1093/sleep/26.1.81>

- Del Rio Joao, K. A., Becker, N. B., de Neves Jesus, S., & Isabel Santos Martins, R. (2017). Validation of the Portuguese version of the Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI-PT). *Psychiatry Res*, *247*, 225-229. doi:10.1016/j.psychres.2016.11.042
- Dutheil, F., Danini, B., Bagheri, R., Fantini, M. L., Pereira, B., Moustafa, F., . . . Navel, V. (2021). Effects of a Short Daytime Nap on the Cognitive Performance: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health*, *18*(19). doi:10.3390/ijerph181910212
- Edwards, B. J., & Waterhouse, J. (2009). Effects of one night of partial sleep deprivation upon diurnal rhythms of accuracy and consistency in throwing darts. *Chronobiol Int*, *26*(4), 756-768. doi:10.1080/07420520902929037
- Elferink-Gemser, M. T., Visscher, C., Lemmink, K. A., & Mulder, T. W. (2004). Relation between multidimensional performance characteristics and level of performance in talented youth field hockey players. *J Sports Sci*, *22*(11-12), 1053-1063. doi:10.1080/02640410410001729991
- Evangelio, C., Sierra-Díaz, M. J., González-Víllora, S., & Clemente, F. M. (2019). 'Four goals for three players': using 3 vs. 3 small-sided games at school. *Human Movement*, *20*(4), 68-78. doi:10.5114/hm.2019.85096
- Faraut, B., Nakib, S., Drogou, C., Elbaz, M., Sauvet, F., De Bandt, J. P., & Leger, D. (2015). Napping reverses the salivary interleukin-6 and urinary norepinephrine changes induced by sleep restriction. *J Clin Endocrinol Metab*, *100*(3), E416-426. doi:10.1210/jc.2014-2566
- Filgueira, F. M., & Greco, P. J. (2008). Futebol: um estudo sobre a capacidade tática no processo de ensino- aprendizagem–treinamento. *The Brazilian Journal of Soccer Science*, *01*(2).
- Fleiss, J. L. (1999). *The design and Analysis of Clinical Experiments*. A Wiley-Interscience Publication: Wiley Classics Library Edition.
- Fullagar, H., Skorski, S., Duffield, R., Hammes, D., Coutts, A. J., & Meyer, T. (2015). Sleep and athletic performance: the effects of sleep loss on exercise performance, and physiological and cognitive responses to exercise. *Sports Med*, *45*(2), 161-186. doi:10.1007/s40279-014-0260-0

- Goel, N., Rao, H., Durmer, J. S., & Dinges, D. F. (2009). Neurocognitive consequences of sleep deprivation. *Semin Neurol*, 29(4), 320-339. doi:10.1055/s-0029-1237117
- Gonzalez-Villora, S., Serra-Olivares, J., Pastor-Vicedo, J. C., & da Costa, I. T. (2015). Review of the tactical evaluation tools for youth players, assessing the tactics in team sports: football. *Springerplus*, 4, 663. doi:10.1186/s40064-015-1462-0
- Grandner, M. A., Alfonso-Miller, P., Fernandez-Mendoza, J., Shetty, S., Shenoy, S., & Combs, D. (2016). Sleep: important considerations for the prevention of cardiovascular disease. *Curr Opin Cardiol*, 31(5), 551-565. doi:10.1097/HCO.0000000000000324
- Greer, S. M., Goldstein, A. N., & Walker, M. P. (2013). The impact of sleep deprivation on food desire in the human brain. *Nat Commun*, 4, 2259. doi:10.1038/ncomms3259
- Gupta, L., Morgan, K., & Gilchrist, S. (2017). Does Elite Sport Degrade Sleep Quality? A Systematic Review. *Sports Med*, 47(7), 1317-1333. doi:10.1007/s40279-016-0650-6
- Haack, M., & Mullington, J. M. (2005). Sustained sleep restriction reduces emotional and physical well-being. *Pain*, 119(1-3), 56-64. doi:10.1016/j.pain.2005.09.011
- Haack, M., Sanchez, E., & Mullington, J. M. (2007). Elevated inflammatory markers in response to prolonged sleep restriction are associated with increased pain experience in healthy volunteers. *Sleep*, 30(9), 1145-1152. doi:10.1093/sleep/30.9.1145
- Halson, S. L. (2019). Sleep Monitoring in Athletes: Motivation, Methods, Miscalculations and Why it Matters. *Sports Med*, 49(10), 1487-1497. doi:10.1007/s40279-019-01119-4
- Hausler, N., Haba-Rubio, J., Heinzer, R., & Marques-Vidal, P. (2019). Association of napping with incident cardiovascular events in a prospective cohort study. *Heart*, 105(23), 1793-1798. doi:10.1136/heartjnl-2019-314999

- Helsen, W. F., Hodges, N. J., Van Winckel, J., & Starkes, J. L. (2000). The roles of talent, physical precocity and practice in the development of soccer expertise. *J Sports Sci*, 18(9), 727-736. doi:10.1080/02640410050120104
- Hill-Haas, S. V., Dawson, B., Impellizzeri, F. M., & Coutts, A. J. (2011). Physiology of small-sided games training in football: a systematic review. *Sports Med*, 41(3), 199-220. doi:10.2165/11539740-000000000-00000
- Hirshkowitz, M., Whiton, K., Albert, S. M., Alessi, C., Bruni, O., DonCarlos, L., . . . Adams Hillard, P. J. (2015). National Sleep Foundation's sleep time duration recommendations: methodology and results summary. *Sleep Health*, 1(1), 40-43. doi:10.1016/j.sleh.2014.12.010
- Hughes, S., Jagannath, A., Hankins, M. W., Foster, R. G., & Peirson, S. N. (2015). Photic regulation of clock systems. *Methods Enzymol*, 552, 125-143. doi:10.1016/bs.mie.2014.10.018
- Irish, L. A., Kline, C. E., Gunn, H. E., Buysse, D. J., & Hall, M. H. (2015). The role of sleep hygiene in promoting public health: A review of empirical evidence. *Sleep Med Rev*, 22, 23-36. doi:10.1016/j.smrv.2014.10.001
- Jagannath, A., Taylor, L., Wakaf, Z., Vasudevan, S. R., & Foster, R. G. (2017). The genetics of circadian rhythms, sleep and health. *Hum Mol Genet*, 26(R2), R128-R138. doi:10.1093/hmg/ddx240
- James, N., Mellalieu, S. D., & Hollely, C. (2017). Analysis of strategies in soccer as a function of European and domestic competition. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 2(1), 85-103. doi:10.1080/24748668.2002.11868263
- Jarraya, S., Jarraya, M., Chtourou, H., & Souissi, N. (2013). Effect of time of day and partial sleep deprivation on the reaction time and the attentional capacities of the handball goalkeeper. *Biological Rhythm Research*, 45(2), 183-191. doi:10.1080/09291016.2013.787685
- Kannekens, R., Elferink-Gemser, M. T., & Visscher, C. (2009). Tactical skills of world-class youth soccer teams. *J Sports Sci*, 27(8), 807-812. doi:10.1080/02640410902894339
- Killgore, W. D. (2010). Effects of sleep deprivation on cognition. *Prog Brain Res*, 185, 105-129. doi:10.1016/B978-0-444-53702-7.00007-5

- Kim, T. W., Jeong, J. H., & Hong, S. C. (2015). The impact of sleep and circadian disturbance on hormones and metabolism. *Int J Endocrinol*, 2015, 591729. doi:10.1155/2015/591729
- Knufinke, M., Nieuwenhuys, A., Geurts, S. A. E., Coenen, A. M. L., & Kompier, M. A. J. (2018). Self-reported sleep quantity, quality and sleep hygiene in elite athletes. *J Sleep Res*, 27(1), 78-85. doi:10.1111/jsr.12509
- Ko, P. R., Kientz, J. A., Choe, E. K., Kay, M., Landis, C. A., & Watson, N. F. (2015). Consumer Sleep Technologies: A Review of the Landscape. *J Clin Sleep Med*, 11(12), 1455-1461. doi:10.5664/jcsm.5288
- Kosmadopoulos, A., Sargent, C., Darwent, D., Zhou, X., & Roach, G. D. (2014). Alternatives to polysomnography (PSG): a validation of wrist actigraphy and a partial-PSG system. *Behav Res Methods*, 46(4), 1032-1041. doi:10.3758/s13428-013-0438-7
- Krystal, A. D., & Edinger, J. D. (2008). Measuring sleep quality. *Sleep Med*, 9 Suppl 1, S10-17. doi:10.1016/S1389-9457(08)70011-X
- Kunrath, C. A., Nakamura, F. Y., Roca, A., Tessitore, A., & Teoldo Da Costa, I. (2020). How does mental fatigue affect soccer performance during small-sided games? A cognitive, tactical and physical approach. *J Sports Sci*, 38(15), 1818-1828. doi:10.1080/02640414.2020.1756681
- Kushida, C. A., Chang, A., Gadkary, C., Guilleminault, C., Carrillo, O., & Dement, W. C. (2001). Comparison of actigraphic, polysomnographic, and subjective assessment of sleep parameters in sleep-disordered patients. *Sleep Med*, 2(5), 389-396. doi:10.1016/s1389-9457(00)00098-8
- Lastella, M., Halson, S. L., Vitale, J. A., Memon, A. R., & Vincent, G. E. (2021). To Nap or Not to Nap? A Systematic Review Evaluating Napping Behavior in Athletes and the Impact on Various Measures of Athletic Performance. *Nat Sci Sleep*, 13, 841-862. doi:10.2147/NSS.S315556
- Lastella, M., Roach, G. D., Halson, S. L., & Sargent, C. (2015). Sleep/wake behaviours of elite athletes from individual and team sports. *Eur J Sport Sci*, 15(2), 94-100. doi:10.1080/17461391.2014.932016

- Le Bon, O. (2020). Relationships between REM and NREM in the NREM-REM sleep cycle: a review on competing concepts. *Sleep Med*, 70, 6-16. doi:10.1016/j.sleep.2020.02.004
- Leeder, J., Glaister, M., Pizzoferro, K., Dawson, J., & Pedlar, C. (2012). Sleep duration and quality in elite athletes measured using wristwatch actigraphy. *J Sports Sci*, 30(6), 541-545. doi:10.1080/02640414.2012.660188
- Leger, D., Elbaz, M., Raffray, T., Metlaine, A., Bayon, V., & Duforez, F. (2008). Sleep management and the performance of eight sailors in the Tour de France a la voile yacht race. *J Sports Sci*, 26(1), 21-28. doi:10.1080/02640410701348636
- Lex, H., Essig, K., Knoblauch, A., & Schack, T. (2015). Cognitive representations and cognitive processing of team-specific tactics in soccer. *PLoS One*, 10(2), e0118219. doi:10.1371/journal.pone.0118219
- Liew, S. C., & Aung, T. (2021). Sleep deprivation and its association with diseases- a review. *Sleep Med*, 77, 192-204. doi:10.1016/j.sleep.2020.07.048
- Malhotra, R. K. (2017). Sleep, Recovery, and Performance in Sports. *Neurol Clin*, 35(3), 547-557. doi:10.1016/j.ncl.2017.03.002
- Marques Filho, C. V., Schmitz Filho, A. G., Barcelos dos Santos, E., Dos Santos Daronch, H., & Baggiootto Bettega, O. (2016). O conceito de técnica no futebol: um ensaio sobre perspectivas restritivas e de ampliação. *Cinergis*, 17(1). doi:10.17058/cinergis.v17i1.6863
- McKay, A. K. A., Stellingwerff, T., Smith, E. S., Martin, D. T., Mujika, I., Goosey-Tolfrey, V. L., . . . Burke, L. M. (2022). Defining Training and Performance Caliber: A Participant Classification Framework. *Int J Sports Physiol Perform*, 17(2), 317-331. doi:10.1123/ijsp.2021-0451
- Mejri, M. A., Hammouda, O., Zouaoui, K., Chaouachi, A., Chamari, K., Rayana, M. C. B., & Souissi, N. (2013). Effect of two types of partial sleep deprivation on Taekwondo players' performance during intermittent exercise. *Biological Rhythm Research*, 45(1), 17-26. doi:10.1080/09291016.2013.787686

- Memmert, D., & Harvey, S. (2008). The Game Performance Assessment Instrument (GPAI)- Some Concerns and Solutions for Further Development. *Journal of Teaching in Physical Education*(27), 220-240.
- Mielgo-Ayuso, J., Calleja-Gonzalez, J., Del Coso, J., Urdampilleta, A., Leon-Guereno, P., & Fernandez-Lazaro, D. (2019). Caffeine Supplementation and Physical Performance, Muscle Damage and Perception of Fatigue in Soccer Players: A Systematic Review. *Nutrients*, 11(2). doi:10.3390/nu11020440
- Milner, C. E., & Cote, K. A. (2009). Benefits of napping in healthy adults: impact of nap length, time of day, age, and experience with napping. *J Sleep Res*, 18(2), 272-281. doi:10.1111/j.1365-2869.2008.00718.x
- Mukherjee, S., Patel, S. R., Kales, S. N., Ayas, N. T., Strohl, K. P., Gozal, D., . . . American Thoracic Society ad hoc Committee on Healthy, S. (2015). An Official American Thoracic Society Statement: The Importance of Healthy Sleep. Recommendations and Future Priorities. *Am J Respir Crit Care Med*, 191(12), 1450-1458. doi:10.1164/rccm.201504-0767ST
- Nancy, M. G., & Jean, E. D. (2013). Assessing Sleep in Adolescents Through a Better Understanding of Sleep Physiology. *American Journal of Nursing*, 113(6), 26-31. doi:10.1097/01.NAJ.0000430921.99915.24
- Nedelec, M., Halson, S., Abaidia, A. E., Ahmaidi, S., & Dupont, G. (2015). Stress, Sleep and Recovery in Elite Soccer: A Critical Review of the Literature. *Sports Med*, 45(10), 1387-1400. doi:10.1007/s40279-015-0358-z
- Nedelec, M., McCall, A., Carling, C., Legall, F., Berthoin, S., & Dupont, G. (2013). Recovery in soccer : part ii-recovery strategies. *Sports Med*, 43(1), 9-22. doi:10.1007/s40279-012-0002-0
- O'Donnell, S., Beaven, C. M., & Driller, M. W. (2018). From pillow to podium: a review on understanding sleep for elite athletes. *Nat Sci Sleep*, 10, 243-253. doi:10.2147/NSS.S158598
- Olthof, S. B. H., Frencken, W. G. P., & Lemmink, K. (2019). A Match-Derived Relative Pitch Area Facilitates the Tactical Representativeness of Small-Sided Games for the Official Soccer Match. *J Strength Cond Res*, 33(2), 523-530. doi:10.1519/JSC.0000000000002978

- Oslin, J., Mitchell, S., & Griffin, L. (1998). The Game Performance Assessment Instrument (GPAI)- Development and Preliminary Validation. *Journal of Teaching in Physical Education*(17), 231-243.
- Otmani, S., Pebayle, T., Roge, J., & Muzet, A. (2005). Effect of driving duration and partial sleep deprivation on subsequent alertness and performance of car drivers. *Physiol Behav*, 84(5), 715-724. doi:10.1016/j.physbeh.2005.02.021
- Philip, P., Sagaspe, P., Prague, M., Tassi, P., Capelli, A., Bioulac, B., . . . Taillard, J. (2012). Acute versus chronic partial sleep deprivation in middle-aged people: differential effect on performance and sleepiness. *Sleep*, 35(7), 997-1002. doi:10.5665/sleep.1968
- Rampinini, E., Impellizzeri, F. M., Castagna, C., Abt, G., Chamari, K., Sassi, A., & Marcora, S. M. (2007). Factors influencing physiological responses to small-sided soccer games. *J Sports Sci*, 25(6), 659-666. doi:10.1080/02640410600811858
- Reis, C., Madeira, S. G., Lopes, L. V., Paiva, T., & Roenneberg, T. (2020). Validation of the Portuguese Variant of the Munich Chronotype Questionnaire (MCTQ(PT)). *Front Physiol*, 11, 795. doi:10.3389/fphys.2020.00795
- Reyner, L. A., & Horne, J. A. (2013). Sleep restriction and serving accuracy in performance tennis players, and effects of caffeine. *Physiol Behav*, 120, 93-96. doi:10.1016/j.physbeh.2013.07.002
- Reynolds, A. C., & Banks, S. (2010). Total sleep deprivation, chronic sleep restriction and sleep disruption. *Prog Brain Res*, 185, 91-103. doi:10.1016/B978-0-444-53702-7.00006-3
- Riemann, D., Krone, L. B., Wulff, K., & Nissen, C. (2020). Sleep, insomnia, and depression. *Neuropsychopharmacology*, 45(1), 74-89. doi:10.1038/s41386-019-0411-y
- Roomkham, S., Lovell, D., Cheung, J., & Perrin, D. (2018). Promises and Challenges in the Use of Consumer-Grade Devices for Sleep Monitoring. *IEEE Rev Biomed Eng*, 11, 53-67. doi:10.1109/RBME.2018.2811735

- Sadeh, A., Sharkey, K., & Carskadon, M. (1994). Activity-Based Sleep-Wake Identification: An Empirical Test of Methodological Issues. *American Sleep Disorders Association and Sleep Research Society*, 17(3), 201-207. doi:10.1093/sleep/17.3.201
- Sánchez, W. G. V. (2021). Efecto de un programa de entrenamiento táctico en fútbol juvenil: caso único. *Revista de Ciencias del Deporte*, 17, 23-44.
- Sargent, C., Lastella, M., Halson, S. L., & Roach, G. D. (2021). How Much Sleep Does an Elite Athlete Need? *Int J Sports Physiol Perform*, 16(12), 1746-1757. doi:10.1123/ijsp.2020-0896
- Sarmiento, H., Anguera, M. T., Pereira, A., & Araujo, D. (2018). Talent Identification and Development in Male Football: A Systematic Review. *Sports Med*, 48(4), 907-931. doi:10.1007/s40279-017-0851-7
- Saw, A. E., Halson, S. L., & Mujika, I. (2018). Monitoring Athletes during Training Camps: Observations and Translatable Strategies from Elite Road Cyclists and Swimmers. *Sports (Basel)*, 6(3). doi:10.3390/sports6030063
- Silva, A. C., Amaral, A. S., Guerreiro, R., Silva, A., deMello, M. T., daSilva, S. G., . . . Rinaldi, W. (2022). Elite soccer athlete's sleep: A literature review. *Apunts Sports Medicine*, 57(213). doi:10.1016/j.apunsm.2021.100373
- Simim, M. A. M., Souza, H. S., Cardoso Filho, C. A., Gianoni, R., Bezerra, R. R., Affonso, H. O., . . . Claudino, J. G. (2020). Sleep quality monitoring in individual sports athletes: parameters and definitions by systematic review. *Sleep Sci*, 13(4), 267-285. doi:10.5935/1984-0063.20200032
- Sollars, P. J., & Pickard, G. E. (2015). The Neurobiology of Circadian Rhythms. *Psychiatr Clin North Am*, 38(4), 645-665. doi:10.1016/j.psc.2015.07.003
- Souabni, M., Hammouda, O., Romdhani, M., Trabelsi, K., Ammar, A., & Driss, T. (2021). Benefits of Daytime Napping Opportunity on Physical and Cognitive Performances in Physically Active Participants: A Systematic Review. *Sports Med*, 51(10), 2115-2146. doi:10.1007/s40279-021-01482-1
- Souissi, N., Souissi, M., Souissi, H., Chamari, K., Tabka, Z., Dogui, M., & Davenne, D. (2008). Effect of time of day and partial sleep deprivation on

- short-term, high-power output. *Chronobiol Int*, 25(6), 1062-1076. doi:10.1080/07420520802551568
- Swinbourne, R., Gill, N., Vaile, J., & Smart, D. (2016). Prevalence of poor sleep quality, sleepiness and obstructive sleep apnoea risk factors in athletes. *Eur J Sport Sci*, 16(7), 850-858. doi:10.1080/17461391.2015.1120781
- Troynikov, O., Watson, C. G., & Nawaz, N. (2018). Sleep environments and sleep physiology: A review. *J Therm Biol*, 78, 192-203. doi:10.1016/j.jtherbio.2018.09.012
- Vgontzas, A. N., Zoumakis, E., Bixler, E. O., Lin, H. M., Follett, H., Kales, A., & Chrousos, G. P. (2004). Adverse effects of modest sleep restriction on sleepiness, performance, and inflammatory cytokines. *J Clin Endocrinol Metab*, 89(5), 2119-2126. doi:10.1210/jc.2003-031562
- Vitale, K. C., Owens, R., Hopkins, S. R., & Malhotra, A. (2019). Sleep Hygiene for Optimizing Recovery in Athletes: Review and Recommendations. *Int J Sports Med*, 40(8), 535-543. doi:10.1055/a-0905-3103
- Walker, M. (2019). *Porque Dormimos? - O que nos diz a ciência sobre o sono e os sonhos* (1º ed.). Porto Salvo: Desassossego.
- Walsh, N. P., Halson, S. L., Sargent, C., Roach, G. D., Nedelec, M., Gupta, L., . . . Samuels, C. H. (2020). Sleep and the athlete: narrative review and 2021 expert consensus recommendations. *Br J Sports Med*. doi:10.1136/bjsports-2020-102025
- Watson, A. M. (2017). Sleep and Athletic Performance. *Curr Sports Med Rep*, 16(6), 413-418. doi:10.1249/JSR.0000000000000418
- Zisapel, N. (2018). New perspectives on the role of melatonin in human sleep, circadian rhythms and their regulation. *Br J Pharmacol*, 175(16), 3190-3199. doi:10.1111/bph.14116

Anexos

Anexo 1 – Quadros dos resultados dos testes de normalidade.

Table A1. Results of normality tests for sleep variables.

Sleep variables	Shapiro-Wilk test	
	CG	IG
Efficiency	p = 0.012	p = 0.216
Latency	p < 0.001	p < 0.001
Total sleep time	p = 0.147	p < 0.001
Waso	p = 0.002	p = 0.107
Coffee before training	p < 0.001	p < 0.001
Coffee after training	p < 0.001	(a)
Fatigue when going to bed	p < 0.001	p < 0.001
Naps	p < 0.001	p < 0.001
Sleep quality	p < 0.001	p < 0.001
Stress when waking up	p < 0.001	p < 0.001
Fatigue when waking up	p < 0.001	p < 0.001
Muscle discomfort when waking up	p < 0.001	p < 0.001
Psqi	p < 0.001	p < 0.001
Mctq	(a)	(a)

(a) all the subjects have the same value.

Table A2. Results of normality tests for GPAI variables.

GPAI variables	Shapiro-Wilk test	
	CG (n = 8)	IG (n = 8)
Decision make - baseline	p = 0.402	p = 0.020
Decision make - M2	p = 0.134	p = 0.392
Decision make - M3	p = 0.271	p = 0.015
Skill execution - baseline	p = 0.568	p = 0.017
Skill execution - M2	p = 0.845	p = 0.023
Skill execution - M3	p = 0.942	p = 0.174
Support - baseline	p = 0.987	p = 0.268
Support - M2	p = 0.341	p < 0.001
Support - M3	p = 0.548	p = 0.983
Game performance - baseline	p = 0.962	p = 0.328
Game performance - M2	p = 0.604	p = 0.647
Game performance - M3	p = 0.017	p = 0.054