

Efeitos agudos da inclusão de exercícios isométricos na
função neuromuscular, bem-estar e fadiga muscular
durante o período de recuperação pós-jogo em jogadores
de futebol: um estudo exploratório

Dissertação de Mestrado

José Miguel Abrino Rodrigues

Trabalho realizado sob a orientação de:

Prof. Ricardo Rebelo Gonçalves

Leiria, março 2025

Mestrado de Prescrição do Exercício e Promoção da Saúde

ESCOLA SUPERIOR DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS SOCIAIS

INSTITUTO POLITÉCNICO DE LEIRIA

AGRADECIMENTOS

Desde já queria agradecer aos meus pais, pois sem eles nada disto teria sido possível.

Queria agradecer à pessoa que me acompanhou durante a maior parte dos dias da escrita deste documento.

Queria agradecer a todos os professores que passaram pelo meu percurso desde o Curso Técnico Superior Profissional (TeSP), a passar pela Licenciatura e até ao presente Mestrado, que de alguma maneira contribuíram para o meu crescimento enquanto aluno e pessoa. Com cada um aprendi coisas diferentes, não só relativamente às aulas, mas também por coisas que foram ensinando fora delas e que de alguma maneira também me marcaram.

Queria agradecer ao meu professor orientador Ricardo Rebelo Gonçalves, por se ter disponibilizado sempre quando necessitei, por me ter acompanhado neste percurso, por ter auxiliado no material necessário e ter mostrado um enorme interesse neste tema.

Queria agradecer ao professor e coordenador do Centro de Otimização Desportiva do Sporting clube de Portugal, João Pereira, por tirar do seu tempo para dar-me mais do seu conhecimento acerca deste tema.

Queria agradecer a todos os colegas e amigos que passaram pelo meu percurso académico e que tiveram um papel fundamental no meu dia a dia.

Queria ressaltar ainda que por um longo período tive imensas dificuldades a fazer apresentações e espero que futuramente seja algo a superar, o que também me cativou a trabalhar no atendimento ao público de maneira a superar-me e a conciliar com algum tempo livre e com a redação deste documento.

RESUMO

A inclusão de exercícios isométricos pode ser um modo de treino de força alternativo e viável no período de recuperação pós-jogo, mas é escassa a informação existente. Este estudo pretende analisar os efeitos agudos da inclusão de exercícios isométricos na função neuromuscular, no bem-estar e na mialgia durante o período de recuperação pós-jogo em jogadores de futebol semiprofissionais. Treze jogadores de uma equipa da Liga 3 (época 2023/24) foram analisados durante 2 jogos. Os critérios de inclusão previam a sua utilização em jogo durante, pelo menos, 45 minutos, resultando num total de 21 observações. Foi avaliado o bem-estar e a mialgia percebida antes da sessão de treino J-1, no dia do jogo (J), e na sessão J+2, e a percepção subjetiva de esforço. O salto com contramovimento foi realizado no dia J-1 e J+2. Os jogadores foram aleatoriamente divididos pelo grupo de controlo (GC; $n=10$) e pelo grupo isométrico (GIso; $n=11$). O GC realizou um circuito de mobilidade seguido de corrida aeróbia de baixa intensidade, enquanto o GIso foi sujeito a um protocolo de 5 exercícios isométricos com recurso ao peso do próprio corpo: i) Lateral Wall Iso Push; ii) Copenhagen Plank; iii) Wall Hip Iso Hold; iv) Split Squat Iso Hold; v) Wall Ankle Iso Hold (3 x 30 segundos / 60 segundos). Os resultados mostram que o bem-estar foi maior no dia J, o que indica um estado ótimo dos jogadores para a competição, mas também uma maior carga devido à intensidade e às ações do jogo. As dores musculares observaram-se maioritariamente no dia J+2. Após a introdução dos exercícios isométricos no período de recuperação (J+2), os resultados mantiveram-se semelhantes entre o GC e o GIso. Foi observada uma correlação grande entre a PSE sessão e a altura do salto CMJ ($r = 0.574$; $p = 0.083$), e uma correlação moderada entre a carga de treino interna e a altura do salto CMJ ($r = 0.394$; $p = 0.260$) para o GC. Já para o GIso, as correlações variaram entre o trivial e pequena. A utilização de exercícios isométricos como um meio de gestão de cargas ao longo do microciclo pode ser uma estratégia a explorar por parte de treinadores e preparadores físicos, considerando os potenciais benefícios deste tipo de treino.

Palavras-chave

Futebol, Pós-Jogo, Sessão de Recuperação, Treino Isométrico, Monitorização, Salto com Contramovimento.

ABSTRACT

The inclusion of isometric exercises may be an alternative and practical strength training mode in the post-game recovery training period, but existing information is still scarce. This study aims to analyze the acute effects of isometric exercises on the neuromuscular function, well-being and muscle soreness during the post-match recovery period in semi-professional soccer players. Thirteen players from a League 3 team (2023/24 season) were analyzed for 2 games. Inclusion criteria required its use in game for at least 45 minutes, resulting in a total of 21 observations. Well-being and muscle soreness were assessed before the MD-1 training session, on the day of the game (MD), and in the MD+2 session, as well as the subjective perception of effort. The countermovement jump was performed on day MD-1 and MD+2. The players were randomly divided into the control group (CG; n=10) and the isometric group (IsoG; n=11). The CG performed a mobility circuit followed by low-intensity aerobic running, while the IsoG underwent a protocol of 5 isometric exercises using their own body weight: i) Lateral Wall Iso Push; ii) Copenhagen Plank; iii) Wall Hip Iso Hold; iv) Split Squat Iso Hold; v) Wall Ankle Iso Hold (3 x 30 seconds / 60 seconds). The results showed that well-being was higher on MD, which indicates an optimal state of the players for the competition, but also a greater load due to the intensity and actions of the game. Muscle pain was observed mainly on day MD+2. After the introduction of isometric exercises in the recovery period (MD+2), the results remained similar between the CG and the IsoG. A large correlation was observed between the RPEsession and the CMJ jump height ($r = 0.574$; $p = 0.083$), and a moderate correlation between the internal training load and the CMJ jump height ($r = 0.394$; $p = 0.260$) for the CG. For the IsoG, the correlations varied between trivial and small. The use of isometric exercises as a means of load management throughout the microcycle may be a strategy to be explored by coaches and physical trainers, considering the potential benefits of this type of training.

Keywords

Football, Post-match, Recovery Session, Isometric Training, Monitoring, Countermovement Jump.

ÍNDICE GERAL

Agradecimentos	ii
Resumo	iii
Abstract.....	v
Índice Geral	vii
Índice de Figuras	viii
Índice de Tabelas	ix
1. Introdução.....	1
2. Revisão da literatura	4
2.1 Caracterização do futebol	4
2.2 Treino de força no futebol	8
2.3 Treino isométrico.....	11
2.4 Recuperação.....	14
2.5 Objetivos.....	17
3. Metodologia.....	18
3.1 Amostra	18
3.2 Procedimentos	18
3.3 Medidas auto-percepcionadas de carga interna.....	21
3.4 Função Neuromuscular.....	22
3.5 Protocolo de intervenção	24
3.6 Análise estatística	24
Apresentação e discussão de resultados	26
Conclusões.....	42
Bibliografia.....	43
Anexos.....	1
Anexo 1	2

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representação esquemática dos procedimentos de avaliação para ambos os grupos.	20
Figura 2. Questionário gráfico de dor muscular corporal.....	22
Figura 3. Gráficos de dispersão com linhas de regressão e coeficientes de correlação entre a carga de treino e a função neuromuscular para o grupo de controlo na sessão de treino J+2: a) PSEsessão e altura do salto CMJ; b) Carga de treino interna e altura do salto CMJ; c) PSEsessão e potência do salto CMJ; e d) Carga de treino interna e potência do salto CMJ.	38
Figura 4. Gráficos de dispersão com linhas de regressão e coeficientes de correlação entre a carga de treino e a função neuromuscular para o grupo de intervenção na sessão de treino J+2: a) PSEsessão e altura do salto CMJ; b) Carga de treino interna e altura do salto CMJ; c) PSEsessão e potência do salto CMJ; e d) Carga de treino interna e potência do salto CMJ.....	39

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Análise descritiva para a totalidade da amostra (n=14).....	19
Tabela 2. Resultados descritivos das observações realizadas (n=21) para a totalidade da amostra.	28
Tabela 3. Análise Grupo Controlo (Friedman Anova Test) (n=10).	29
Tabela 4. Análise Grupo Isométrico (Friedman Anova Test) (n=11).	30
Tabela 5. Comparação entre o grupo Controlo (n=10) x Grupo Isométrico (n=11) considerando cada um dos dias analisados.....	33
Tabela 6. Análise das variáveis da função neuromuscular – Grupo Controlo x Grupo Isométrico (Independent Samples T-Test).	35
Tabela 7. Análise das variáveis da função neuromuscular – J-2 x J+2 para cada grupo (Paired Samples T-Test).	35

1. INTRODUÇÃO

O futebol é um desporto coletivo que leva um jogador a enfrentar exigências físicas elevadas e, com isto, é possível observar que no decorrer de um jogo o atleta vai diminuído a intensidade da corrida, a distância percorrida e a capacidade de realizar sprints. (Kinugasa, T. et al, 2009). De acordo com Mohr, M., (2005), jogadores de alto rendimento podem percorrer entre cerca de 9 a 12 km no decorrer de um jogo. O jogo de futebol é essencialmente caracterizado por um elevado número de ações explosivas, que incluem contrações concêntricas e excêntricas, sendo estas últimas associadas a níveis acentuados relativamente ao dano muscular, particularmente nos principais grupos musculares mais utilizados como os isquiotibiais, os quadricípites, os adutores e os gastrocnémios (Querido, S. 2022).

No final de um jogo, 50% das fibras musculares estão vazias ou parcialmente vazias, o que significa que o glicogénio muscular é a principal fonte de energia para os jogos. Como resultado, a redução do glicogénio é mencionada como um fator que contribui para a fadiga progressiva que é observada no decorrer do jogo, com a redução na corrida de alta intensidade (Anderson et al, 2016; Silva J., et al., 2018). A fadiga induzida por um jogo de futebol prejudica a função neuromuscular, particularmente na performance no countermovement jump (CMJ) (Silva J., et al., 2018). Por exemplo, de acordo com o estudo realizado por Marqués-Jiménez et al. (2022), recorrendo a 10 jogadores semiprofissionais, o jogo de futebol induziu uma provável diminuição da altura do CMJ ($\Delta -9.21 \pm 3.12$, ES $-0.59 [-1.49, 0.30]$, moderada) (Marqués-Jiménez, D. et al, 2022).

O calendário de jogo está cada vez mais intenso o que pode prejudicar numa recuperação incompleta e na redução do rendimento em jogo (Odetoyinbo, K. et al, 2008). Este decréscimo no desempenho físico está relacionado a alterações nos níveis psicofisiológicos, que voltam gradualmente aos valores originais durante a recuperação (Nédélec M. et al., 2012).

Entre dois jogos, o tempo de recuperação de 72 a 96 horas parece ser suficiente para repor o desempenho físico, mas não é suficiente para reduzir o número de lesões. A rotação de jogadores e melhores estratégias de recuperação são necessárias para reduzir as lesões

entre atletas durante os períodos de jogos intensos (Dupont et al., 2010). Segundo Altarriba-Bartes, et al. (2020), os jogadores com mais de dois jogos por semana e menos de quatro dias de recuperação estão altamente propensos a sofrerem lesões. Assim, o risco de uma lesão é seis vezes maior em comparação com os jogadores que realizam apenas um jogo por semana e têm um tempo de recuperação de pelo menos seis dias entre competições. Para manter ou melhorar a performance nos treinos e nos jogos, estes precisam de tempo suficiente para recuperar dos estímulos provocados, permitindo assim que ocorram as devidas adaptações musculares. Porém tanto atletas, como os seus treinadores procuram intervenções de recuperação que reduzam o tempo necessário de recuperação após a exposição ao exercício. Como tal, as intervenções de recuperação ideais após o treino e a competição no desporto de elite são naturalmente procuradas (Pooley, S. et al, 2020).

De maneira a obterem uma maior probabilidade de ter sucesso na carreira desportiva de elite, os atletas têm como obrigação treinar e competir a intensidades físicas, técnicas e psicológicas excecionalmente elevadas, o que resulta, naturalmente, em cargas de stress maiores sobre os seus corpos (Pooley, S. et al, 2020). O futebol enfrenta um aumento da exigência física devido ao tempo de recuperação escasso entre jogos que, conseqüentemente, traduz-se em maiores exigências neuromusculares, como um maior número de corridas de alta intensidade e requisitos de aceleração, entre outras variáveis decorrentes do jogo (Silva, J. R. et al, 2018).

Querido et al. (2022), refere que os principais e essenciais métodos de recuperação de um atleta no pós-jogo, no espaço de até 72h, são o sono, a nutrição, a recuperação ativa, a imersão em água fria e a massagem, sendo estes, os mais utilizados no contexto de futebol profissional em Portugal. Sobre a recuperação ativa, Rey et al. (2012) e Kinugasa et al. (2009), são alguns dos autores que nos dizem que a mesma pode diminuir a dor muscular e contribuir para a restauração de habilidades de desempenho, como é o caso do salto vertical.

Uma das principais dificuldades na implementação de protocolos de recuperação ativa pode ser o desgaste adicional dos atletas e, para superar isso, a microdosagem pode ser uma abordagem eficaz na gestão de cargas. Esta envolve a programação detalhada do treino em dias específicos, oferecendo estímulos em sessões curtas, o que pode trazer benefícios significativos (Afonso, J. et al, 2022). A microdosagem é uma estratégia que

ajuda a lidar com os desafios do treino, pois permite a aplicação de cargas constantes e progressivas, já que cargas baixas podem resultar em baixo rendimento e sensação de falta de treino, enquanto cargas excessivas podem causar lesões e baixa performance devido à fadiga acumulada. A técnica consiste em aplicar uma pequena dose diária (ou sessão) de exercício, mas acumulando um volume semanal semelhante e mantendo a intensidade alta (Comer M. et al, 2022). No geral, sessões completas ou de curta duração proporcionam estímulos eficazes para o desenvolvimento e manutenção de diversas capacidades físicas, enquanto diminuem os efeitos negativos adversos e a fadiga excessiva. Esta oferece ainda a vantagem de ter sessões curtas e diversificadas, que os atletas tendem a aceitar com mais facilidade, melhorando a adesão ao programa de treino (Afonso, J. et al, 2022).

A capacidade de produção de força de um músculo é influenciada pela ação muscular (i.e., concêntrica, excêntrica e isométrica), devido às diferenças na ativação neural (Schaefer, L. V., & Bittmann, F. N., 2017). O treino de força isométrica é uma modalidade de treino de resistência caracterizada pela produção de força muscular sem qualquer movimento externo. Este método de treino de força tem várias vantagens em relação a outro modo dinâmico, incluindo uma menor exigência de energia e superior no aumento da força isométrica e na capacidade de produção de força específica do ângulo articular (Ronnestad et al., 2008). Vários autores já demonstraram que a fadiga despendida numa contração isométrica apresenta ser reduzida comparativamente com ações excêntricas ou concêntricas (Beltman, J. G. et al., 2004; Lum, D. & Barbosa, T., 2019). Como tal, parece viável introduzir exercícios isométricos nas atividades de recuperação pós-jogo de maneira a manter ou a melhorar o desempenho sem provocar uma fadiga adicional e preservando as adaptações ao treino (Jarosz, J. et al., 2024). Para além disso, diversos estudos referem alguns benefícios do treino isométrico no futebol, como o aumento da força e da resistência muscular, a prevenção de lesões e o desempenho em ações específicas e fulcrais ao jogo, como o salto e a corrida (Burke D. et al., 2000; McGuigan, M. R. et al., 2010; Lum, D. et al., 2020). Assim, a utilização de exercícios isométricos no período de recuperação pós-jogo é uma possibilidade potencialmente benéfica, mas que carece de estudos de intervenção.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 CARACTERIZAÇÃO DO FUTEBOL

O futebol é o desporto predominante e mais popular em, praticamente, todo o Mundo (Garganta, 2004). É um desporto coletivo que resulta numa competição entre duas equipas para conseguir a posse da bola com as devidas leis do jogo e ética desportiva, com o objetivo de introduzir a bola na baliza adversária e evitar que esta entre na sua própria baliza (Malta, P; Travassos B., 2009). O jogo consiste numa atividade física de caráter intermitente, com períodos de alta e baixa intensidade. Os períodos de alta intensidade caracterizam-se por ações motoras explosivas como acelerações, desacelerações, mudanças de direção, saltos, desarmes, duelos e remates à baliza, que são fatores bastante influentes para o sucesso e para o resultado do jogo (Querido, S. 2022).

Os jogadores durante os 90 minutos correm, geralmente, uma distância entre 9 a 14 km (Kubayi A., 2019). As mudanças observadas no movimento dos jogadores são imprevisíveis devido à intensidade, à direção e ao modo de movimento que estes apresentam em conformidade com a envolvência de jogo (Di Salvo, V. et al., 2009). Devido a este processo, as ações executadas são em grande parte resultado do que se desenvolve no treino (Garganta, 2001). Exatamente por isso, a compreensão das exigências principais e necessárias a cada posição são também extremamente importantes para o desempenho de cada jogador (Carling, C. et al., 2006).

A energia gasta pelos jogadores de futebol é produzida principalmente pelo metabolismo aeróbio e, por isso, é importante que este esteja desenvolvido a ponto de permitir manter certas ações repetitivas de alta intensidade, de acelerar o processo de recuperação e de manter a condição física a um nível ótimo (Slimani, M. et al., 2019). Para avaliar a aptidão aeróbia pode ser determinado o consumo máximo de oxigénio (VO_{2max}) ou o limiar anaeróbio. O VO_{2max} corresponde à taxa de trabalho mais elevada a que o oxigénio pode ser absorvido e utilizado pelo organismo durante o exercício máximo e, em jogadores de futebol profissionais, pode variar entre 55 e 65 ml/kg/min (Hoff, J. et al, 2002). O limiar anaeróbio é definido como a intensidade máxima de exercício em que a produção e a eliminação de lactato são aproximadamente iguais e pode ser avaliado a partir de

alterações no nível de lactato no sangue ou a partir de medições não invasivas das trocas gasosas devido ao aumento não linear da produção de dióxido de carbono e da ventilação (Modric, T. et al., 2020). Ao observar-se um limiar do lactato mais elevado num jogador, este, teoricamente, pode manter uma intensidade média mais alta durante uma ação sem acumulação de lactato (Helgerud, J., et al., 2001).

2.1.1 PERFORMANCE FÍSICA DURANTE O JOGO

Após um aumento substancial nas exigências físicas observadas em competição até aos primeiros anos do século XXI (Carling, 2013), a distância total percorrida durante uma partida foi ~ 2% menor em 2006-07, quando comparada com a época 2012-13 no Campeonato Inglês (Barnes et al., 2014). Por outro lado, ao longo de sete temporadas, as distâncias e as ações de corrida de alta intensidade aumentaram ~ 30% e ~50%, respetivamente. A distância e o número de sprints aumentaram em ~ 35% e 85%. Apesar da considerável variabilidade entre as distâncias totais de corrida de alta velocidade ($17.7 \pm 6.8\%$), as distâncias de corrida de alta velocidade ($16.2 \pm 6.4\%$) e a distância total de sprint ($30.8 \pm 11.2\%$) foram examinadas em 485 jogadores competindo na *English Premier League* (Gregson et al., 2010). Assim, estas análises de movimento temporal contribuíram para destacar a importância de esforços máximos de curta duração no futebol.

A carga externa dos jogadores de futebol é normalmente apresentada sob a forma de dados ou métricas que incluem a distância total, a distância em várias zonas de velocidade (zona 1 a zona 5: 0-7 km/h, 7-15 km/h, 15-20 km/h, 20-25 km/h, 25+ km/h), a carga do jogador, o número total de sprints, o número de acelerações e desacelerações, a velocidade máxima, entre outros. A carga de treino do microciclo pode ser desenvolvida sob a forma de percentagem dos resultados máximos que os jogadores de futebol alcançam durante um jogo. A interpretação dos dados de monitorização deve ser combinada com outras informações do treino/jogo, tais como as capacidades futebolísticas e a posição no jogo dos jogadores, o estado subjetivo destes, a qualidade dos jogadores adversários, entre outros fatores, para utilizar o valor dos números obtidos a partir da monitorização (Vuksanovikj, V. & Aceski, A., 2023; Ravé, G. et al., 2020; Gualtieri, A. et al., 2023).

A distância total percorrida, a distância percorrida em corrida de alta velocidade (HSR) medida entre 19.8 e 24.8 km/h, a distância percorrida em corrida de sprint (SPR) medida acima de 25.2 km/h, a velocidade máxima específica, para registrar no jogo, o número de acelerações ($\geq 3 \text{ m/s}^2$) e o número de desacelerações ($\leq -3 \text{ m/s}^2$) parecem ser parâmetros de GPS bastante relevantes para monitorizar a carga externa de treino no futebol profissional (Ravé, G. et al., 2020). Contudo, Malone, J. J., et al., (2015) define a “distância de corrida a alta velocidade” (HSRD) numa escala de 14.4 a 19.8 km/h, ‘distância de corrida a muito alta velocidade’ (VHSRD), entre 19.8 a 25.2 km/h, “distância de sprint” (SpD) ou “sprint” (Miguel et al., 2021) acima de 25.2 km/h (Vuksanovikj, V. & Aceski, A., 2023).

Embora a fadiga e as medidas funcionais associadas em resposta ao jogo sejam relativamente bem estudadas, e onde a função neuromuscular alterada pode durar vários dias e não ser resolvida até 72 horas após o exercício (Brownstein et al., 2017), o impacto do treino regular de futebol também tem o potencial para provocar uma diminuição da função física e até mesmo agravar a fadiga sentida como consequência do jogo. Uma semana de treino em jogadores de futebol profissional resultou em reduções persistentes na função neuromuscular, principalmente na capacidade contrátil (mecanismos periféricos), que não são completamente recuperadas até ao dia anterior ao jogo seguinte (Deely C., et al., 2022). Assim, importa analisar e entender os efeitos do treino na recuperação e na própria preparação para o momento competitivo seguinte.

2.1.2 CARGA DE TREINO AO LONGO DO MICROCICLO

A carga de treino (CT) pode ser definida como a variável de entrada que é manipulada para obter a resposta de treino desejada e pode ser diferenciada em cargas externas e internas. Enquanto a CT externa se refere às atividades gerais de um jogador (i.e., pelas características do exercício, objetivamente observável), a CT interna engloba o stress psicofisiológico imposto ao corpo do jogador, ou seja, em função do impacto que produz no organismo do indivíduo (Soligard et al., 2016). As CT internas e externas representam a exposição cumulativa de cada jogador aos treinos e competições. (Oliveira, R. et al., 2019; Ravé, G. et al., 2020). Para as medidas internas, a frequência cardíaca, o lactato, o consumo de oxigénio, a saturação de oxigénio muscular, a creatina quinase, o cortisol, a

testosterona, a PSE ou outros marcadores inflamatórios têm sido tradicionalmente aplicadas. Para medidas externas, os dados de GPS, os acelerómetros, os giroscópios, os magnetómetros, os pedómetros e os sistemas de posicionamento local (i.e., identificação por radiofrequência e a banda ultra-larga) provaram ser um meio válido e fiável (Gabbett, T. J., & Oetter, E., 2024).

O microciclo estruturado é um conjunto de unidades de treino que se desenvolvem ao longo de período mais curto de tempo (tipicamente uma semana), sendo definido pelo calendário dos atletas, pelo seu estado de recuperação física e pela condição que apresentam. Apesar de haver controlo sobre diversas variáveis do programa, alguns fatores podem variar e acontecer de forma inesperada (Martín-García, A. et al., 2018; Anderson, L. et al., 2016; Mateus, N. et al., 2021). Desta forma, o planeamento e programação da carga de trabalho é bastante complexa nos desportos coletivos (Buchheit, M. et al., 2022). As alterações nos estímulos e na carga são importantes para as adaptações do treino (Martín-García, A. et al., 2018). Assim, a carga pode ser alterada devido a vários fatores, incluindo os métodos utilizados para determinar os perfis de movimento dos jogadores de futebol ou a análise do movimento no tempo (Bucheitt, M. et al., 2023).

Deve haver um equilíbrio entre a carga de trabalho e a recuperação ao longo dos dias que compõem o microciclo, pois é necessário que haja uma otimização entre a saúde e o desempenho do atleta. Agendar o dia de descanso do microciclo no J+2 esteve relacionado a taxas de lesões gerais 2 a 3 vezes inferiores, comparativamente a não incluir um dia de descanso ou a programá-lo no J+1 (Bucheitt, M. et al., 2023). A monitorização da carga de treino (CT) e a avaliação dos jogadores de elite no futebol profissional através da utilização de GPS são feitos diariamente e já estão com bastante evidência na literatura (Chena, M. et al., 2021). Um dos marcadores mais utilizados para verificar o impacto da CT interna é a creatina quinase que é bastante requisitada para analisar o estado de fadiga e da lesão das fibras musculoesqueléticas. Por isso, esta deve ser observada e considerada, quando possível e em conjunto com outros valores de CT de maneira a combinar e acertar os resultados (Oliveira, R. et al., 2019). Este tipo de microciclos estruturados inclui a fase de estimulação/fase de carga, a fase de afunilamento e a fase de competição. A introdução de variáveis em parâmetros de treino específicos pode otimizar as adaptações ao treino, enquanto reduz os efeitos acumulativos da fadiga (Chena, M. et al., 2021).

Há um risco acrescido de lesões quando os jogadores experimentam cargas acumuladas semanais elevadas ou grandes alterações semanais (Malone S. et al, 2017). Além disso, a monitorização da carga de treino pode também ajudar a compreender as razões das alterações no desempenho e contribuir para a prevenção da fadiga excessiva. Para identificar as sessões de treino no microciclo, o formato “dia de jogo menos ou mais” tem sido utilizado. Este formato identifica as sessões de treino de acordo com o tempo para o dia do jogo (J), sendo que J-1 refere-se a 1 dia antes do jogo, J-2 refere-se a 2 dias antes do jogo e assim por diante. J-4 e J-3 foram os dias mais adequados para provocar ações repetidas de alta intensidade, realizar exercícios em espaços maiores ou até reduzir o número de jogadores na área de jogo (Oliva-Lozano, J. M. et al, 2022).

Com isto, a carga de treino tende a diminuir à medida que o microciclo se aproxima do fim, com o meio da semana a ser mais exigente para os jogadores de futebol (J-4 ou J-3, dependendo do tipo de periodização adotado pelas equipas), e o J-1 a ser menos exigente (Silva H. et al., 2023). De particular interesse na organização do microciclo, é a inclusão ou desenvolvimento da capacidade de força, e as suas diferentes manifestações.

2.2 TREINO DE FORÇA NO FUTEBOL

A força muscular é um elemento da aptidão física ligada à saúde e ao desporto e é definida pela capacidade de um grupo muscular desenvolver uma força contrátil com uma resistência numa única contração que tanto pode ser estática ou isométrica, em que não há alteração no comprimento do músculo, como também pode ser dinâmica, onde é realizada uma ação excêntrica ou concêntrica (Nikolaidis, P., 2012; Schaefer, L. V., & Bittmann, F. N., 2017).

Há diversos estudos que comprovam que a aplicação de programas de treino de força/potência em atletas têm diversos ganhos tanto a nível físico, como nas adaptações neurais (Silva, J. R. et al., 2015; Styles, W. J. et al, 2016). Entre os muitos benefícios que se mostram significativos para a modalidade, estão o aumento da massa muscular, a melhoria do desempenho, o fortalecimento das articulações, a redução do risco de lesões e a melhoria do metabolismo (Westcott W. L., 2012; Winett, R. A., & Carpinelli, R. N., 2001). O treino de força também resulta num aumento da força e da potência muscular

devido a adaptações no sistema neuromuscular, num crescimento da seção transversal do músculo e em mudanças na rigidez do tecido conjuntivo (Hughes, D. C. et al., 2018). As ações de jogo que parecem beneficiar mais os jogadores de futebol através do treino de força são os sprints e os saltos (Hoff, J., & Helgerud, J., 2004; Silva, J. R. et al., 2015). Isto ocorre principalmente porque os atletas mais fortes conseguem desenvolver um pico maior de força da reação ao solo e do impulso, o que demonstrou ser um determinante importante relativamente ao desempenho do sprint também (Styles, W. J. et al., 2016). A força e a capacidade de desenvolver nos músculos inferiores podem ter impacto na mudança de direção (COD), na aceleração e na velocidade, e no salto. Como tal, esta junção de força-velocidade mostra ser crucial para os movimentos explosivos e anaeróbios (Bimson, L et al., 2017).

O objetivo principal do treino de força num desporto de alta competição é aprimorar as atividades atléticas específicas e essenciais dos jogadores relevantes ao seu desporto. Certos métodos de treino facilitam o desenvolvimento da potência e a transferência em ações específicas devido às adaptações neurais e morfológicas do atleta (Silva, J. R. et al., 2015). Normalmente, a força máxima é descrita como a maior carga que uma pessoa consegue suportar numa repetição máxima (1RM), avaliada em exercícios tradicionais de resistência, como o agachamento ou o supino. Por outro lado, a potência é definida como a combinação da força e da velocidade de movimento, ou seja, a capacidade de executar o máximo de trabalho no menor tempo possível (Nuñez, J. et al., 2022).

Durante as sessões de treino de força e potência, os atletas normalmente realizam vários exercícios balísticos com o objetivo de melhorar o seu desempenho vertical e horizontal, como os saltos e os esforços de aceleração máxima. Ao analisar as mudanças no salto em contra-movimento (CMJ), que está relacionado à força vertical, e no tempo dos sprints curtos de 10 metros, que avaliam a força horizontal, é possível avaliar de forma indireta o impacto do treino de força no desempenho físico dos atletas. Esses testes simples e práticos são considerados medidas válidas e confiáveis de potência e velocidade, mostrando uma forte correlação com diversas variáveis ligadas à força e potência (Nuñez, J. et al., 2022).

Vários estudos demonstraram que o treino de força é um método eficaz para prevenir lesões, apresentando resultados bastante significativos, como a redução das lesões no geral para menos de 1/3 e a diminuição das lesões por sobrecarga em quase metade, no

contexto do futebol. Isto traduz-se numa óbvia necessidade à introdução do treino de força não só como benefícios no desempenho do jogo, como na prevenção de lesões (Beato M., et al., 2021; Durán-Custodio, R., et al., 2023; Lauersen, J. B. et al., 2018).

No futebol, é difícil controlar alguns fatores externos, principalmente as lesões por contacto. Contudo, é possível treinar para minimizar alguns fatores intrínsecos que levam a lesões sem contacto. Estudos epidemiológicos identificaram fatores de risco evitáveis entre jogadores profissionais e destacaram a importância de criar protocolos na prevenção de lesões. A prevenção é crucial, pois uma lesão anterior aumenta significativamente o risco de novas lesões. Por exemplo, 16% das lesões musculares em jogadores profissionais são reincidentes (Ekstrand J., et al., 2011). Jogadores que já tiveram uma lesão na virilha quase duplicam o risco de uma nova lesão na mesma área e uma lesão no tornozelo pode causar sintomas durante dois anos desde essa mesma lesão (Anandacoomarasamy, A. & Barnsley, L., 2005). Fatores como aspetos psicossociais, biomecânicos, psicológicos, o tipo de campo e o exercício físico influenciam no risco e na frequência de lesões. Como tal, vários programas preventivos já mostraram ser eficazes na redução desta ocorrência e na diminuição dos custos de saúde para os jogadores (Arnason, A., et al., 2008; Askling, C., et al., 2003; Owen, A. L., et al., 2013; Petersen, J., et al., 2011).

Uma equipa de futebol profissional com um plantel de 25 jogadores sofre uma média de cerca de 50 lesões, entre níveis leves a graves, ao longo de uma temporada. Para cada jogador, isso significa entre 1 e 2 lesões, resultando numa paragem de 24 a 37 dias dos treinos e das competições (Ekstrand, J., et al., 2011). Dado o impacto negativo das lesões no desempenho (uma baixa taxa de lesões está fortemente associada ao sucesso competitivo), nas finanças do clube e na saúde a longo prazo dos atletas, com o risco de incapacidade permanente após lesões graves (Beato, M. et al., 2021). Combinar diferentes estratégias, como o treino de força, o treino de core e exercícios de equilíbrio, pode melhorar o desempenho e reduzir o risco de lesões em jogadores de futebol (Silva, J. et al., 2015). Os exercícios focados na força muscular e de equilíbrio devem ser prioritários nos programas de prevenção de lesões para atletas de desportos coletivos (Brunner, R. et al., 2019).

O programa FIFA 11+ foi bastante abordado por ter uma capacidade de reduzir as lesões no futebol em 39%, em comparação com outros protocolos (Thorborg, K. et al., 2017).

Este programa demonstrou ser útil na redução de lesões na virilha, que representam 4% a 19% de todas as lesões com afastamento. Outro programa, como o exercício de adução de Copenhaga, dedicado ao fortalecimento dos adutores, também mostrou ter bons resultados (Kohavi, B. et al, 2020). Entre as várias estratégias de treino utilizadas pelos preparadores físicos, o TF é o que mais se destaca, sendo capaz de reduzir lesões agudas e por sobrecarga numa média de 66% e ainda diminuir o risco geral de lesões desportivas em mais de metade (Lauersen, J. B. et al, 2018). Esse efeito positivo pode ser explicado devido à melhoria da função neuromuscular, sendo benéfico para a coordenação, para o fortalecimento dos tecidos ao redor das articulações, reduzindo a carga sobre as articulações mais críticas e aumentando a percepção psicológica em situações de alto risco (Beato, M., et al., 2021).

Os músculos mais afetados por lesões são os isquiotibiais (37%), seguidos pelos adutores (23%), mais os quadríceps (19%) e, ainda, os gêmeos (13%) (Ekstrand, J., et al., 2011). Vários fatores de risco para lesões nos isquiotibiais foram identificados como a idade, o peso corporal, a estabilidade do núcleo, uma recuperação inadequada, a fadiga muscular, a falta de flexibilidade muscular, a atividade muscular, a posição em campo, alguma lesão anterior nos isquiotibiais, o desequilíbrio muscular nas coxas e a fraqueza dos próprios isquiotibiais (Pérez-Gómez, J. et al., 2022).

As lesões dos isquiotibiais podem acontecer quando a carga sobre o músculo supera a sua capacidade quanto ao tecido e os estudos biomecânicos indicam que a rutura normalmente acontece na fase final do balanço durante o sprint (Chumanov, E. S., et al., 2011). Estas lesões têm sido associadas à falta de força excêntrica nos isquiotibiais (Yu, B., et al., 2017). Portanto, de acordo com o princípio da especificidade do treino e do treino de força, a utilização de exercícios excêntricos para fortalecer os isquiotibiais pode efetivamente melhorar a força excêntrica dos mesmos, ajudando a reduzir a incidência de lesões nessa zona. (Pérez-Gómez, J. et al., 2022). Assim, reconhecida a importância do treino de força entre jogadores de futebol, torna-se essencial enquadrar a inclusão deste tipo de treino nas rotinas diárias dos jogadores ao longo do seu microciclo, principalmente ao otimizar o tempo de recuperação e a mitigação da fadiga.

2.3 TREINO ISOMÉTRICO

O treino isométrico é um método de exercício físico em que os músculos se contraem sem alterar o seu comprimento e o ângulo das articulações, ao contrário dos treinos excêntricos e concêntricos. Estes exercícios estáticos ou que incluem uma fase estática, têm como objetivo manter uma posição específica durante algum tempo, ao mesmo tempo que se aplica o esforço. Diversos estudos têm demonstrado muitos benefícios associados à prática deste tipo de treino (Oranchuk, Dustin J. et al., 2019; Lum, D. & Barbosa, T., 2019). O treino isométrico pode servir como uma parte importante da preparação física para diferentes grupos, desde atletas de elite até pessoas com lesões e casos clínicos. Este tipo de treino pode trazer várias adaptações, como o aumento da massa muscular, melhorias na qualidade dos tendões, mais força e potência, além de uma maior amplitude de movimento e redução da fadiga muscular (Oranchuk, Dustin J. et al., 2019).

O treino isométrico permite aplicar força de forma rigorosamente controlada em ângulos articulares sem dor, o que é bastante útil para a reabilitação (Hasler, E. M., et al., 1994). Este tipo de treino possibilita induzir uma sobrecarga de força, uma vez que a força máxima produzida em contrações isométricas é normalmente maior do que em contrações concêntricas (Varela-Olalla, D., et al., 2024). Além disso, um profissional que entenda as exigências físicas de um desporto pode usar o treino isométrico para focar em áreas específicas que precisam de melhoria numa determinada amplitude de movimento, ajudando também no desempenho como na prevenção de lesões (van Beijsterveldt, A. M., et al., 2013). As contrações isométricas também podem oferecer um alívio da dor e permitem executar exercícios dinâmicos sem desconforto, ao ajustar as funções das vias corticomotoras. Além disso, as contrações isométricas são também uma ferramenta bastante confiável para avaliar e monitorizar as mudanças na força produzida (Oranchuk, Dustin J. et al., 2019).

A energia despendida numa contração muscular isométrica apresenta ser menor do que a contração muscular dinâmica, ou seja, um treino isométrico pode resultar numa menor fadiga do que um treino de força dinâmico (Beltman, J. G. et al., 2004; Lum, D. & Barbosa, T., 2019; Allégue H., et al., 2023), o que é de realçar no mundo do futebol com a variedade de fatores que contribuem para a acumulação de fadiga (Jarosz, J. et al., 2024).

O treino isométrico tem-se mostrado eficaz ao aumentar a força isométrica tanto no ângulo articular em que os músculos são treinados (Allégue H., et al., 2023), como em ângulos diferentes que não foram diretamente trabalhados (Noorkõiv, M., et al., 2014). Isto pode ser benéfico para atletas que desejam melhorar a sua força numa posição articular biomecânica mais desfavorável de um movimento em específico (Lum, D.; Barbosa, T. et al., 2019). Alguns estudos apresentaram melhorias significativas no Counter Movement Jump (CMJ) (Bimson, L., et al., 2017; Bogdanis, G. C., et al., 2019), outros estudos não mostraram devido à falta de exercícios multiarticulares, contrações rápidas ou múltiplos ângulos articulares no treino isométrico que estando em falta não apresentaram essas mesmas melhorias em comparação com estudos que utilizaram os exercícios referidos (Kubo, K., et al., 2017; Balshaw, T. G., et al., 2016). Outros estudos mostraram resultados relacionados com o desporto para medidas de força isométrica, como o pico de força, a força máxima, a taxa de produção de força e o impulso (McGuigan, M. R. et al, 2010). A realização do treino de força isométrico máximo levou a um aumento significativo na capacidade de produzir força máxima na extensão da anca em 5 dias (Burke D. et al., 2000). Os velocistas mais rápidos conseguem produzir mais força isométrica a 50-100 ms do que os velocistas mais lentos. Além disso, a força isométrica medida a 150 ms tem uma relação mais forte com a altura do salto (Lum, D. et al., 2021).

Ainda segundo Lum D. et al. (2021) recomenda-se que os atletas que desejam incluir o treino de força isométrica no seu programa de treino adotem o método SIST (*sustained contraction isometric strength training*), que se trata de realizar uma contração sustida por 1-3s nos exercícios isométricos, gradualmente até aos 75% da contração máxima voluntária (MVC). Isto deve-se ao facto de apresentar melhorias no movimento dinâmico, como os saltos e sprints, em relação ao RIST (*rapid non-sustained contraction isometric strength training*), que se trata de uma contração rápida não sustida nos exercícios isométricos, com uma intensidade de 80% a 90% da contração máxima voluntária que é feita com a maior velocidade e força possível. Se a contração for sustida por mais do que 3s os resultados serão mais significativos na hipertrofia muscular (Oranchuk, Dustin J. et al., 2019). Um programa combinado de treino isométrico e pliométrico durante 12 semanas foi sugerido como uma estratégia de treino eficaz para melhorar as capacidades específicas do futebol, tais como saltos verticais, sprint, agilidade e velocidade de remate para jogadores de futebol mais jovens (García-Pinillos, F., et al., 2014).

As variações mais frequentes no treino isométrico envolvem mudanças nos ângulos das articulações, assim como na intensidade ou na duração da contração (Oranchuk, Dustin J. et al., 2019). Como tal, estão presentes várias características neuromusculares distintas entre as contrações isométricas de empurrar (aplicar força contra um objeto estático) e de segurar (manter uma articulação estável enquanto se opõe a uma força externa) (Schaefer, L. V., & Bittmann, F. N., 2017). Estas contrações foram distinguidas como “*Pushing*” ou “*Pulling Isometric Muscle Action*” (PIMA) e “ *Holding Isometric Muscle Action*” (HIMA), que como o nome indica têm a diferença de empurrar ou puxar, e de segurar, respetivamente (Dech, S. et al., 2022).

A avaliação da força isométrica é feita a partir da força implementada por um atleta contra um dispositivo móvel ou uma barra, enquanto exerce um ângulo articular ou uma postura específica, e que posteriormente é medida com a utilização de um extensómetro, um tensiómetro de cabo, um dinamómetro, uma célula de carga ou uma placa de forças (Haff G. G., et al., 1997). Este equipamento permite quantificar o pico de força (avaliação multiarticular), o pico do torque (avaliação uniarticular), bem como as características força-tempo, como: a taxa de produção de força, que é considerado um dos atributos mais importantes para o desempenho de movimentos explosivos, o impulso e, ainda, o período de força (Lum D., et al., 2020).

A eficácia da utilização de exercício isométricos para obter respostas agudas na recuperação ativa pós jogo é uma estratégia bastante procurada, uma vez que os treinadores têm como objetivo manter e melhorar as adaptações neuromusculares dos jogadores durante toda a época (Jarosz, J. et al, 2024). No entanto, a literatura sobre este tema é ainda escassa e estão em falta estudos de intervenção.

2.4 RECUPERAÇÃO

A recuperação pós-exercício é vital para todos os atletas e o equilíbrio entre a fadiga do treino e a recuperação física, deve ser gerido para maximizar a adaptação e o desempenho nas sessões de treino ou competições seguintes (Doherty, R. et al., 2021). As diversas

estratégias de recuperação são necessárias para aliviar a fadiga pós-jogo, para recuperar o desempenho mais rapidamente e para reduzir o risco de lesões (Calleja-González J. et al., 2019). A fadiga pós-treino e pós-jogo é causada por uma complexa combinação de processos biológicos, como a diminuição de glicogénio, de lesões musculares e de fadiga mental. As características que influenciam o equilíbrio entre a fadiga e a recuperação são o volume, a intensidade, o tipo de contração e a duração do exercício, bem como as características dos jogadores, como a força muscular, o nível de treino e a “*fatigabilidade*”) (Tsoukos, A., et al., 2016).

Dado que o futebol de elite é praticado num calendário cada vez mais preenchido, é essencial adotar estratégias de recuperação eficazes para minimizar a fadiga e diminuir o risco de lesões (Mateus, N. et al., 2021). A recuperação ativa pode ser realizada imediatamente após o exercício ou em períodos posteriores até 72 horas. Particularmente no futebol, tem sido maioritariamente utilizada entre 24 e 72 horas após o jogo (Querido, S. M. et al., 2022; Rey, Ezequiel et al., 2016). A recuperação ativa é uma técnica comumente utilizada que inclui uma variedade de atividades submáximas, como corrida, jogging, ciclismo, natação ou alongamentos ativos, com a intenção de facilitar ou melhorar a recuperação fisiológica pós-exercício. Para além disso, existem outros tipos de técnicas de recuperação, incluindo a imersão em água fria, a massagem, a terapia com água de contraste, a estimulação eletromuscular e a utilização de vestuário de compressão durante o exercício (Ortiz, R. O et al., 2019). O mecanismo mais utilizado para a ativação inclui a fosforilação das cadeias leves reguladoras da miosina, a redução do pH muscular (ou seja, a acumulação de iões H^+), o aumento do fluxo sanguíneo, da quantidade de água intracelular, da atividade muscular e, consequentemente, da temperatura dos músculos e, ainda, da rigidez músculo-tendinosa (Jarosz, J. et al, 2024).

Alguns estudos indicam que os efeitos físicos, fisiológicos e percetivos têm sido relatados como não significativos (Querido, S. M. et al, 2022). Outros estudos indicam que a recuperação ativa parece ter um efeito positivo no desempenho atlético, com aumentos na remoção de ácido láctico muscular e aumento de métricas de desempenho específicas do desporto, sendo que o tempo ideal de uma intervenção de recuperação ativa é entre 6-10 minutos (Ortiz, R. O et al., 2019). Esta estratégia de recuperação é frequentemente implementada no futebol profissional, uma vez que os resultados de vários estudos relataram que a recuperação ativa, realizada entre 30% e 60% do consumo máximo de

oxigénio máximo melhorou a remoção do lactato sanguíneo ou acelerou a recuperação do pH em comparação com a recuperação passiva (Nédélec, M. et al., 2013).

Pensa-se ainda que a recuperação ativa ajuda os atletas durante o período de recuperação pós-exercício, facilitando o retorno à homeostase fisiológica. Este processo de recuperação acelerado envolve o aumento das taxas de fluxo sanguíneo intramuscular, aumentando subsequentemente a remoção do lactato sanguíneo e os níveis de energia do músculo esquelético, embora diminuindo a duração e a gravidade da dor muscular de início retardado induzida pelo exercício e a lesão do músculo esquelético. As atividades de recuperação ativa são concebidas para provocar uma dinâmica de distúrbios metabólicos induzidos pelo stress e para a recuperação fisiológica em qualquer atleta que treine regularmente. As vantagens percebidas da recuperação ativa no desempenho atlético incluem permitir que um atleta tolere consistentemente cargas de treino mais elevadas (intensidade, frequência ou volume acumulado, influenciando positivamente a percepção psicológica do atleta sobre a recuperação músculo-esquelética, e facilitando o retorno, ou quase retorno, à homeostase fisiológica antes dos esforços subsequentes. (Ortiz, R. O et al., 2019).

É importante referir, no entanto, que as práticas de recuperação ativa pós-jogo incorporam habitualmente ações de socialização e de promoção da motivação dos jogadores (normalmente valorizadas na "recuperação psicológica" pós-jogo) e podem permitir intervenções do treinador em aspetos técnico-táticos. Como tal, embora seja dada uma recomendação moderada contra a utilização da recuperação ativa (ou seja, grau B), estas estratégias não devem ser descuradas (Querido, S. M. et al., 2022).

Todos os parâmetros neuromusculares são alterados após um jogo, como o declínio de 3% no sprint, de 4% no CMJ e de 7-9% no pico do torque da extensão e flexão do joelho (ou seja, na força isocinética), registado tanto no futebol masculino, como no futebol feminino de elite (Andersson, H. et al., 2008). As ações musculares demasiado esforçadas, tal como as realizadas durante um jogo de futebol, podem levar a ruturas estruturais nas miofibrilas, o que se torna um fator que pode resumir a diminuição da capacidade de produzir força imediatamente após um jogo (Raastad, T., & Hallén, J., 2000). Como tal, um estudo mostra-nos que o tempo de recuperação dos parâmetros neuromusculares e bioquímicos não é afetado pela recuperação ativa (Andersson, H. et al., 2008). No entanto, são escassas as evidências que explorem a inclusão de exercícios

isométricos como estratégia de recuperação ativa, considerando os potenciais benefícios deste modo de treino de força em jogadores de futebol.

2.5 OBJETIVOS

O objetivo do presente estudo foi o de examinar os efeitos agudos da inclusão do treino isométrico na função neuromuscular, bem-estar e fadiga muscular durante o período de recuperação pós-jogo em jogadores de futebol. Para tal, foram analisados 14 jogadores ao longo de 2 microciclos, com jogo incluído, num total de 21 observações. Os jogadores foram divididos de forma aleatória em grupo isométrico, realizaram o protocolo de intervenção, enquanto os restantes jogadores (grupo de controlo) realizaram o habitual treino de recuperação, que incluía exercícios de mobilidade e corrida aeróbia de baixa intensidade. Foi levantada a hipótese de que não existiriam diferenças nas variáveis analisadas entre os dois tipos de intervenção adotada no primeiro treino pós-jogo.

3. METODOLOGIA

3.1 AMOSTRA

Os participantes deste estudo são provenientes de um clube de nível semi-elite, de acordo com o sugerido por Swan et al. (2014). Aqui, atletas de semi-elite são aqueles cujo nível mais alto de participação está abaixo do padrão máximo possível na sua modalidade desportiva (por exemplo, em programas de desenvolvimento de talentos, competindo no padrão de segundo nível ou abaixo, etc.). O clube e os participantes foram informados quanto à natureza do estudo, incluindo todos os métodos de recolha e análise de dados. Foi então obtido o consentimento informado de todos os jogadores, que foram notificados sobre os objetivos do estudo e a abordagem metodológica. Os participantes também foram informados de que sua participação era totalmente voluntária e que poderia ser interrompida a qualquer momento. O estudo levou em consideração as normas da medicina esportiva e as recomendações da Declaração de Helsínquia (64ª reunião da Associação Médica Mundial, Fortaleza, Brasil, outubro de 2013).

Um total de 13 jogadores (28.03 ± 3.89 anos de idade; 179.2 ± 6.1 cm; 76.1 ± 8.9 kg) fizeram parte do estudo (Tabela 1). Os critérios de inclusão previam a sua utilização em jogo durante, pelo menos, 45 minutos, resultando num total de 21 observações registadas e analisadas.

3.2 PROCEDIMENTOS

Este estudo de intervenção teve lugar ao longo de um período de 2 semanas durante a fase competitiva da época 2023-2024, contemplando 2 jogos. Foram considerados apenas dados de treinos e jogos de futebol, apesar de alguns atletas realizarem trabalho complementar noutros momentos. O total de minutos de sessões de treino incluiu a fase de aquecimento, a fase principal e a fase de retorno à calma.

Os dados de treino foram analisados em relação ao número de dias afastados em relação ao jogo (ou seja, dia do jogo [J] menos [-]). Numa semana com apenas uma partida, a equipa treinou habitualmente 4 dias por semana (J-4; J-3; J-2), mais 1 dia no período após a partida, normalmente com um dia de folga (J + 2).

No presente estudo, foram realizados um total de 2 microciclos com duração de 1 semana cada. Ambos os microciclos correspondiam ao mesmo mesociclo, definidos pela fase da competição em que a equipa se encontrava. De acordo com os objetivos definidos previamente, o desenho experimental focou-se nos dias de treino J-2, J+2 e J-4, em função do jogo. Isto é, todos os jogadores realizaram os procedimentos de avaliação no dia J-2. A partir do observado no jogo, apenas os jogadores com mais de 45 minutos de utilização foram considerados para o programa de intervenção (os guarda-redes foram excluídos). Destes, e de forma aleatória, 5 a 6 jogadores (grupo isométrico) realizaram o protocolo de intervenção, enquanto 5 a 6 jogadores (grupo de controlo) realizavam o habitual treino de recuperação, devidamente orientados pelos membros da equipa técnica.

Tabela 1. Análise descritiva para a totalidade da amostra ($n=14$).

	Amplitude		Média			Desvio Padrão
	Mínimo	Máximo	Valor	EP	(IC 95%)	
Idade cronológica (anos)	21.74	34.34	28.03	1.04	(25.79 a 30.28)	3.89
Massa Corporal (kg)	59.1	88.5	76.1	2.4	(71.0 a 81.2)	8.9
Altura (cm)	168.0	188.0	179.2	1.6	(175.7 a 182.7)	6.1
IMC (kg/m ²)	19.5	27.1	23.6	0.5	(22.5 a 24.8)	1.9
Massa Gorda (%)	5.1	14.6	11.3	0.8	(9.7 a 13.0)	2.9

Abreviaturas: EP, erro padrão da média; IC 95%, intervalos de confiança 95%.

Os dados de carga interna de todos os jogadores foram recolhidos até 30 minutos após cada sessão de treino e jogo, enquanto medidas de bem-estar e dores musculares foram obtidas durante a manhã, aproximadamente 30 minutos após acordar. Para cada momento de recolha das medidas auto-percepcionadas de carga interna foi disponibilizado um link

via Google Forms, através do qual os atletas deveriam individualmente aceder e preencher, conforme as indicações disponibilizadas.

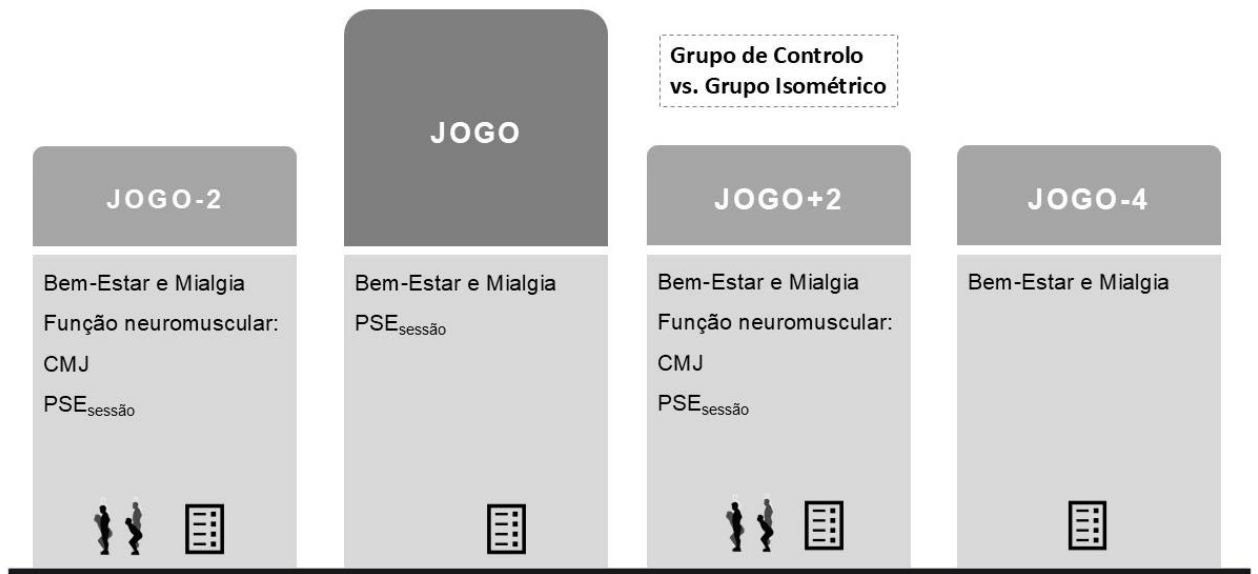


Figura 1. Representação esquemática dos procedimentos de avaliação para ambos os grupos.

Antes dos testes da função neuromuscular, todos os sujeitos realizaram uma sessão de aquecimento padronizado de cerca de 12 minutos consistindo em 4 minutos de corrida submáxima com exercícios de mobilidade articular, 2 minutos de vários deslocamentos (para frente, para trás, para os lados), 3 minutos de alongamentos dinâmicos, seguido de quatro diferentes exercícios pliométricos [saltos de tornozelo com dois pés (cinco saltos); Salto de split squat (cinco saltos); Salto parado e alcance (cinco saltos) e Rim jump (dez saltos)] (adaptado de de Villareal et al., 2007). Para efeitos de análise do desempenho nos testes de função neuromuscular com mitigação de quaisquer efeitos aparentes de fadiga, foram considerados os valores do dia J-2, obtidos na parte inicial da sessão de treino (pré-treino). Por outro lado, e para melhor captar os efeitos da sessão de treino considerando a aplicação de exercícios isométricos, todos os elementos de ambos os grupos realizaram o salto no final da sessão de treino J+2 (pós-treino).

3.3 MEDIDAS AUTO-PERCEPCIONADAS DE CARGA INTERNA

Foi utilizado o questionário Questionário de Bem-Estar de McLean et al. (2010), adaptado de Hooper & Mackinnon (1995). O Questionário de Bem-Estar consiste em 5 categorias (fadiga, qualidade do sono, mialgia geral ou dores musculares, níveis de stress e humor). Para cada uma das categorias o jogador indicou, da forma mais sincera e honesta, o valor correspondente, onde valores mais altos correspondem a percepções mais altas (e.g., Níveis de Stress: “2. *Sinto-me stressado*; ou 4. *Relaxado*”). O somatório das 5 categorias resultaram num índice geral de bem-estar.

Para avaliar as dores musculares localizadas foi utilizado o questionário de Tavares et al. (2018), baseado no trabalho de Montgomery e Hopkins (2013). Além das perguntas sobre os locais musculares da parte inferior do corpo que podem ser encontradas no questionário Montgomery e Hopkins (2013), foram utilizadas perguntas adicionais sobre dor na parte superior do corpo (figura 2). Além disso, o questionário contém classificações de dor dos lados esquerdo e direito. Uma escala de 1 a 5 com incrementos de 0,5 pontos foi usada para quantificar o nível de dor de 9 músculos/locais musculares diferentes de ambos os lados do corpo (figura 2), variando entre “1. *Sinto-me ótimo*” e “5. *Muito dorido*”. Foram calculadas as médias dos lados esquerdo e direito de cada grupo muscular para determinar a diferença de cada variável entre os dias de treino. Uma medida de dor muscular na parte inferior do corpo foi calculada a partir da soma da dor no quadríceps esquerdo e direito, virilha, gêmeos, isquiotibiais e glúteos. Uma medida de dor na parte superior do corpo foi calculada a partir da média da dor muscular esquerda e direita no peito, ombro, parte inferior das costas e parte superior das costas. Finalmente, uma medida de dor corporal total foi calculada a partir da média das classificações de dor muscular de todos os músculos/regiões musculares.

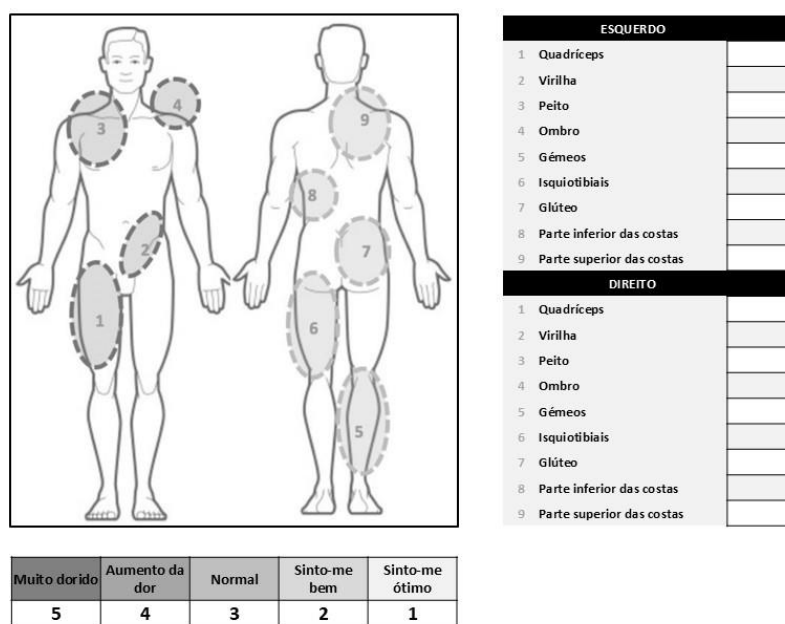


Figura 2. Questionário gráfico de dor muscular corporal.

Todos os jogadores foram solicitados a fornecer uma pontuação da percepção subjetiva de esforço (PSE) usando uma escala de 0 a 10 e responderam à pergunta “*Quão intensa foi a sessão?*” (Foster et al., 2011). Os jogadores reportavam a sua PSE no seu smartphone, indicando a respetiva pontuação, que era então submetida. Este método ajudou a minimizar fatores que podem influenciar a pontuação da PSE de um jogador, como a pressão dos colegas e a replicação das classificações de outros jogadores (Mendes et al., 2018; Foster et al., 2021). Cada valor individual da PSE foi multiplicado pela duração da sessão para gerar um valor de PSE da sessão ($PSE_{\text{sessão}}$).

3.4 FUNÇÃO NEUROMUSCULAR

Em termos de medidas objetivas, uma das ferramentas mais utilizadas por preparadores físicos e cientistas do desporto para avaliar a fadiga neuromuscular é o salto com contramovimento (CMJ). O treino neuromuscular contribui para melhorar a aptidão física dos atletas, desenvolvendo habilidades como o equilíbrio, a agilidade, a velocidade, a

potência e a resistência muscular e fortalece, ainda, o desempenho dos músculos motores, acelerando no funcionamento do sistema de controlo subcortical (Akbar, S., et al., 2022). Devido à sua elevada validade e fiabilidade, o CMJ é aceite como teste padrão de referência, particularmente nos desportos coletivos (Wilke et al., 2016; Claudino et al., 2017; Alba-Jiménez et al., 2022). A fadiga neuromuscular corresponde à diminuição da força máxima que conseguimos produzir voluntariamente após o exercício e acontece devido a mudanças na função neuromuscular, provocadas por contrações musculares repetidas ou mantidas ao longo do tempo, e tem uma duração de mais de 48 horas (Thomas, K., et al., 2018). Este tipo de fadiga pode acontecer tanto a nível periférico como central. A fadiga periférica aparece primeiro, a começar com a combinação neuromuscular e depois no próprio músculo, e ao ser a principal responsável pela redução do desempenho muscular a curto prazo. A fadiga central, relacionada à ativação neural do músculo, ocorre mais tarde e pode agir como um mecanismo de proteção para evitar danos maiores quando a fadiga periférica já está elevada (Gandevia S. C., 2001). Além disso, a fadiga neuromuscular varia dependendo da tarefa realizada, o que torna importante estudar as condições específicas de exercício para entender melhor como a fadiga evolui em atividades repetitivas (Weavil, J. C., & Amann, M., 2019).

Na impulsão vertical com contra-movimento, ou counter movement jump (CMJ), o executante colocado na posição de pé, com as mãos na cintura pélvica, passando pela posição de semi-flectido, salta à máxima altura sem retirar as mãos da cintura. Caso algum desses requisitos não fosse atendido, o salto era repetido. Desde o seu início até ao final, o movimento é contínuo, assumindo uma fase excêntrica e outra concêntrica antes da trajetória aérea. O salto foi repetido por três vezes, tendo-se utilizado como resultado obtido a média da altura atingida nas três execuções. Por outro lado, o trabalho mecânico realizado durante cada salto vertical foi determinado através do *peak power* (PP), recorrendo à fórmula proposta por Sayers et al. (1999):

Peak Power (W)

$$= 60.7 \times \text{altura do salto (cm)} + 45.3 \times \text{massa corporal (kg)} \\ - 2055$$

O CMJ foi avaliado utilizando a plataforma de salto Chronojump-Boscosystem® (Barcelona, Espanha) desenvolvida por de Blas et al. (2012), que revelaram níveis de teste

de correlação intraclassa entre 0,821 e 0,949 para medir a altura do salto. Este sistema foi conectado a um ASUS Rog Strix (Windows 11 Pro). Os valores foram analisados com cronógrafo e registados pelo Chronojump versão 2.3.0-79.

3.5 PROTOCOLO DE INTERVENÇÃO

Um desenho experimental randomizado foi usado para comparar os efeitos agudos da inclusão de exercícios isométricos na função neuromuscular, bem-estar e fadiga muscular durante o período de recuperação pós-jogo em jogadores de futebol. Todos os atletas foram previamente sujeitos a 3 sessões de familiarização com o protocolo no 1º dia de treino após o jogo. O grupo de controlo realizou o mesmo programa de recuperação que normalmente faria no dia J+2, isto é, libertação miofascial (5 minutos) um circuito de mobilidade (5 minutos) seguido de corrida aeróbia de baixa intensidade (10 minutos). O grupo isométrico foi sujeito a um protocolo de 5 exercícios isométricos. Por questões de conveniência logística e adaptação/progressão ao treino isométrico, foram selecionados os seguintes exercícios: i) Lateral Wall Iso Push; ii) Copenhagen Plank; iii) Wall Hip Iso Hold; iv) Split Squat Iso Hold; v) Wall Ankle Iso Hold (ver anexo I). Assim, os jogadores utilizaram somente o peso do seu corpo, em 3 séries de 1 repetição durante 30 segundos, com 60 segundos de recuperação. O tempo de aplicação do protocolo isométrico variou entre 15 e 18 minutos. Previamente, os jogadores incluídos no grupo isométrico realizaram um aquecimento que consistiu em exercícios de mobilização articular, aos quais já estavam acostumados como parte da sua rotina normal de treino.

3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todos os dados foram exportados e analisados com recurso ao software IBM Statistical Package for the Social Science para o Windows (SPSS v.29.0, IBM Corp.; Armonk, NY, USA). Para lidar com os dados omissos, quando existentes, foi utilizada a técnica de imputação por Expectation-Maximization, permitindo a estimativa dos valores omissos com base nos dados disponíveis para uma análise mais abrangente. Foi utilizada a

estatística descritiva para descrever e caracterizar a amostra (amplitude, média, erro padrão da média, intervalos de confiança, desvio padrão e percentagem do coeficiente de variação), e os testes de Shapiro-Wilk e Levene foram utilizados para avaliar os pressupostos de normalidade e homocedasticidade, respetivamente. Apenas as variáveis da função neuromuscular apresentaram uma distribuição normal. Consequentemente, a comparação entre grupos para estas variáveis foi realizada recorrendo ao teste T para amostras independentes, enquanto que a comparação entre os dias J-2 e J+2 foi calculada através do teste T para amostras emparelhadas. O nível de significância para rejeitar a hipótese nula foi definido em 5% para todos os testes estatísticos. A significância prática foi também avaliada calculando o tamanho do efeito d de Cohen, e a magnitude dos efeitos foi avaliada utilizando os seguintes critérios: <0.2 = trivial, 0.2 a 0.6 = pequeno, 0.6 a 1.2 = moderado, 1.2 a 2.0 = grande e > 2.0 = muito grande (Hopkins et al., 2009).

Quando os pressupostos de normalidade não foram cumpridos, recorreu-se à estatística não paramétrica. Consequentemente, as restantes variáveis foram analisadas através do teste Friedman ANOVA com comparações múltiplas. A comparação entre o grupo de controlo e o grupo de intervenção foi realizada recorrendo ao teste de Mann-Whitney para cada um dos dias analisados. Para a estimativa do tamanho do efeito foi utilizado o procedimento sugerido por Fritz, Morris e Richler (2011) para testes não-paramétricos: $r = Z/\sqrt{n}$. Deste modo, a interpretação do tamanho do efeito para os testes não paramétricos foi realizada de acordo com Rosnow & Rosenthal, 1996: <0.2 (insignificante); $0.2-0.6$ (pequeno); $0.6-1.2$ (moderado); $1.2-2.0$ (grande); $2.0-4.0$ (muito grande); >4.0 (extremamente grande).

Finalmente, a relação entre a carga de treino e a função neuromuscular foi explorada através da correlação produto-momento de Pearson – entre 2 variáveis contínuas, enquanto as associações entre 2 variáveis ordinais ou uma variável ordinal e uma variável contínua foram testadas com a correlação de Spearman. A magnitude das correlações foi classificada de acordo com Batterham et al. (2006): trivial (0.00 a 0.09), pequena (0.10 a 0.29), moderada (0.30 a 0.49), grande (0.50 a 0.69), muito grande (0.70 a 0.89) e quase perfeita (> 0.90).

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

O objetivo deste estudo foi o de examinar os efeitos agudos da inclusão do treino isométrico na função neuromuscular, bem-estar e fadiga muscular durante o período de recuperação pós-jogo em jogadores de futebol. Considerando a crescente atenção dada à recuperação no desporto de alto rendimento, este estudo procurou explorar a possibilidade da utilização de exercícios isométricos como uma estratégia viável a utilizar no período de recuperação pós-competição. As variáveis resultantes das medidas auto-percepcionadas para o bem-estar, dor muscular e carga de treino interna para a totalidade do grupo (21 observações) são apresentadas na Tabela 2. Para os indicadores de bem-estar verifica-se um crescendo ao longo da semana, até atingir o seu ponto mais elevado no dia do jogo, que contribui assim para um estado psicológico e físico mais favorável no bem-estar subjetivo (Foster, C. et. Al., 2001).

Analisando os resultados para a dor muscular, observamos valores mais baixos no dia de jogo (J), o que nos indica que os jogadores estão num estado ótimo para a competição devido à adequada periodização e gestão das cargas de treino ao longo do microciclo. Contudo, a maior carga ocorre nos dias de jogo (J), considerando tanto o esforço físico durante a partida (distância total percorrida, número de sprints ou ações de alta intensidade), tal como as exigências cognitivas e emocionais associadas (Malone, J. J., et al., 2015). É ainda notado um efeito do jogo na sessão de treino J+2, pois os jogos de alta intensidade causam picos de dor muscular devido ao esforço excêntrico e a microlesões musculares, e a fadiga está notavelmente presente após 48h (Nédélec M. et al., 2012). De resto, o efeito da semana de treino é também notado no dia da última sessão de treino (J-2), particularmente na dor na parte inferior do corpo e dor no corpo inteiro. Isto acontece porque sessões de maior intensidade causam uma acumulação de fadiga geral, mas principalmente na parte inferior do corpo, devido ao número de sprints, mudanças de direção e impactos repetidos (Clemente, F. M., et al., 2019).

Relativamente à distribuição das cargas de treino, observa-se uma configuração tradicionalmente aplicada pela Periodização Tática, com alternância das cargas, com a aplicação de uma carga mais elevada nos dias de aquisição (normalmente J-4 e J-3), seguido de um período de tapering (J-2 e J-1), que está de acordo com o estudo de Wang,

Z., et al., (2023), que revela que o treino de sobrecarga antes de um período de tapering proporciona maiores ganhos no desempenho dos atletas, favorece a recuperação muscular e minimiza sintomas de fadiga acumulada.

A distribuição das cargas assumiu um padrão semelhante, independentemente do grupo, ou seja, o dia J-2 foi o de intensidade mais baixa, enquanto o dia J-4 foi o de intensidade mais elevada ao longo da semana, ainda que significativamente diferente da intensidade de carga interna percebida no dia do jogo, pois os jogos tendem a causar respostas fisiológicas e psicológicas diferentes das sessões de treino, devido à presença de estímulos como a pressão competitiva e o contacto com adversários (Thorpe, R. T. et al., 2017). Por outro lado, o dia J+2 foi manifestamente o dia em que os atletas reportaram piores níveis de bem-estar e dor muscular. Estes níveis tendem a melhorar, em termos médios, ao longo da semana, até ao dia J-2. Por último, verifica-se uma elevada variação entre os resultados, variando a percentagem do coeficiente de variação entre 11.05 e 62.61%. Isto pode justificar-se pela variabilidade intra e inter-individual no futebol, tanto em treino, como no jogo. A variabilidade é inerente ao controlo motor (Nikolaidis, P. et al., 2014). A variabilidade inter-individual representa as diferenças entre jogadores influenciadas por fatores como a experiência, o perfil físico, o estilo de jogo e o nível de tomada de decisão, e por isso, cada atleta desenvolve padrões de desempenho únicos levando a uma variação nos resultados (Williams, A. M., & Hodges, N. J., 2005). A variabilidade intra-individual refere-se às flutuações de desempenho num determinado jogador ao longo do tempo, que podem variar devido a fatores como a fadiga, a aprendizagem motora e a capacidade do jogador de se ajustar a diferentes estímulos do jogo e do treino (Nakamura, F. Y. et al., 2023).

As tabelas 3 e 4 apresentam os resultados do Teste ANOVA de Friedman para o grupo de controlo e grupo isométrico, respetivamente, comparando diferentes indicadores de bem-estar, dor muscular e carga de treino em quatro momentos diferentes: J-2, J, J+2 e J-4. Quando foram comparados ambos os grupos para cada um dos dias da semana de treinos, não foram observadas quaisquer diferenças entre ambas, variando a magnitude dos efeitos entre trivial e pequeno. Porém, os resultados mostram que no dia J (dia de jogo) há um aumento significativo nos níveis de bem-estar e da carga tanto no grupo controlo, como no grupo isométrico. Isto reforça a noção de que o dia J é o que provoca maior fadiga durante todo o microciclo, devido ao esforço intenso (Carling, C., et al., 2015; Chena, M. et al., 2021; Martín-García, A. et al., 2018).

Tabela 2. Resultados descritivos das observações realizadas ($n=21$) para a totalidade da amostra.

	J-2			J			J+2			J-4		
	média±dp	IC 95%	%CV	média±dp	IC 95%	%CV	média±dp	IC 95%	%CV	média±dp	IC 95%	%CV
Bem-Estar												
Fadiga (U.A.)	3.3±0.7	3.0 a 3.5	20.36	4.1±0.6	3.8 a 4.3	14.89	2.8±0.9	2.4 a 3.2	32.72	3.1±0.7	2.8 a 3.4	22.08
Qualidade do sono (U.A.)	3.8±1.0	3.3 a 4.2	25.99	4.2±0.6	4.0 a 4.4	14.39	3.7±0.8	3.3 a 4.0	20.12	3.6±0.9	3.2 a 3.9	25.30
Mialgia geral (U.A.)	3.3±0.7	3.0 a 3.6	22.24	4.1±0.7	3.8 a 4.4	16.69	3.3±1.0	2.9 a 3.8	28.48	3.2±0.8	3.0 a 3.6	23.16
Stress (U.A.)	3.6±0.7	3.3 a 3.9	20.25	4.3±0.7	4.0 a 4.6	16.33	3.6±0.9	3.2 a 3.9	23.58	3.7±0.9	3.2 a 4.0	24.30
Humor (U.A.)	4.1±0.7	3.8 a 4.4	16.63	4.4±0.5	4.2 a 4.7	11.17	3.9±0.7	3.6 a 4.1	16.75	4.0±0.7	3.7 a 4.3	17.84
Total (U.A.)	18.0±3.0	16.8 a 19.3	16.32	21.1±2.4	20.1 a 22.1	11.05	17.3±2.2	16.3 a 18.2	12.63	17.7±3.2	16.3 a 19.0	17.64
Dor muscular												
Parte inferior das costas (U.A.)	2.0±0.9	1.6 a 2.4	45.10	1.6±0.9	1.3 a 2.0	52.12	2.2±1.1	1.7 a 2.6	51.04	1.9±0.9	1.5 a 2.3	48.35
Parte superior das costas (U.A.)	1.9±0.9	1.6 a 2.3	43.17	1.4±0.6	1.2 a 1.7	40.82	1.8±1.0	1.4 a 2.2	52.32	1.6±1.0	1.2 a 2.1	58.68
Dor na parte superior do corpo (U.A.)	1.9±0.8	1.5 a 2.3	43.05	1.5±0.6	1.2 a 1.7	40.16	1.9±0.9	1.5 a 2.3	48.60	1.7±0.9	1.3 a 2.1	50.05
Dor na parte inferior do corpo (U.A.)	2.3±1.0	1.8 a 2.7	44.23	1.7±0.6	1.5 a 2.0	34.90	2.4±1.1	2.0 a 2.8	42.74	2.2±1.0	1.8 a 2.7	43.92
Dor no corpo inteiro (U.A.)	2.1±0.9	1.7 a 2.5	42.96	1.6±0.6	1.4 a 1.9	35.75	2.2±1.0	1.8 a 2.6	43.28	2.0±0.9	1.6 a 2.4	43.78
Carga de treino												
PSEsessão (U.A.)	2.55±0.89	2.19 a 3.00	34.21	8.21±2.40	7.14 a 9.10	28.52	4.02±1.99	3.20 a 4.92	46.76	5.52±1.60	4.81 a 6.14	28.28
Carga de treino interna (U.A.)	211.55±77.92	179.89 a 249.73	35.95	707.07±280.52	587.03 a 819.26	38.72	281.85±180.82	208.99 a 362.06	62.61	496.92±143.99	432.86 a 552.86	28.28

Abreviaturas: dp, desvio padrão; IC, intervalo de confiança; %CV, percentagem do coeficiente de variação; U.A., unidades arbitrárias; PSE, percepção subjetiva de esforço.

Tabela 3. Análise Grupo Controlo (Friedman Anova Test) ($n=10$).

	J-2	J	J+2	J-4
	média±dp	média±dp	média±dp	média±dp
Bem-Estar				
Fadiga (U.A.)	3.2±0.6 ^{b, ‡}	3.9±0.7 ^{a, †, c, §, d, #}	2.7±0.8 ^{b, ‡}	2.9±0.6 ^{b, ‡}
Qualidade do sono (U.A.)	3.6±1.1	4.0±0.7 ^{d, #}	3.4±0.9	3.4±0.8 ^{b, ‡}
Mialgia geral (U.A.)	3.3±0.7 ^{b, ‡}	3.9±0.7 ^{a, †, d, #}	3.4±1.1	3.0±0.5 ^{b, ‡}
Stress (U.A.)	3.8±0.7	4.2±0.8	3.7±0.8	3.8±0.6
Humor (U.A.)	4.2±0.8	4.6±0.5 ^{c, §}	3.8±0.7 ^{b, ‡}	4.2±0.6
Total (U.A.)	18.0±3.1 ^{b, ‡}	20.6±2.7 ^{a, †, c, §, d, #}	17.0±2.7 ^{b, ‡}	17.3±2.2 ^{b, ‡}
Dor muscular				
Parte inferior das costas (U.A.)	1.9±0.9	1.5±0.7 ^{c, §}	2.1±1.2 ^{b, ‡}	1.8±0.9
Parte superior das costas (U.A.)	2.3±0.9 ^{b, ‡, c, §, d, #}	1.4±0.5 ^{a, †}	1.7±1.1 ^{a, †}	1.5±0.8 ^{a, †}
Dor na parte superior do corpo (U.A.)	2.0±0.9 ^{b, ‡, d, #}	1.4±0.5 ^{a, †, c, §}	1.9±1.0 ^{b, ‡}	1.6±0.8 ^{a, †}
Dor na parte inferior do corpo (U.A.)	2.5±1.1 ^{b, ‡}	1.8±0.6 ^{a, †, c, §, d, #}	2.6±1.1 ^{b, ‡}	2.5±0.9 ^{b, ‡}
Dor no corpo inteiro (U.A.)	2.3±1.0 ^{b, ‡}	1.6±0.5 ^{a, †, c, §, d, #}	2.3±1.0 ^{b, ‡}	2.1±0.8 ^{b, ‡}
Carga de treino				
PSEsessão (U.A.)	2.70±1.16 ^{b, ‡, §, d, #}	8.00±1.70 ^{a, †, c, §, d, #}	4.79±1.89 ^{†, b, ‡, d, #}	6.09±1.45 ^{a, †, b, ‡, c, §}
Carga de treino interna (U.A.)	224.50±101.09 ^{b, ‡, d, #}	700.80±246.29 ^{a, †, c, §}	322.09±198.29 ^{b, ‡, d, #}	548.53±130.47 ^{a, †, c, §}

Abreviaturas: dp, desvio padrão; U.A., unidades arbitrárias; PSE, percepção subjetiva de esforço.

^a Representa efeitos moderados com a sessão J-2.

^b Representa efeitos moderados com a sessão J.

^c Representa efeitos moderados com a sessão J+2.

^d Representa efeitos moderados com a sessão J-4.

[†] Representa diferenças significativas com J-2 ($p<0.05$).

[‡] Representa diferenças significativas com J ($p<0.05$).

[§] Representa diferenças significativas com J+2 ($p<0.05$).

[#] Representa diferenças significativas com J-4 ($p<0.05$).

Tabela 4. Análise Grupo Isométrico (Friedman Anova Test) (n=11).

	J-2	J	J+2	J-4
	média±dp	média±dp	média±dp	média±dp
Bem-Estar				
Fadiga (U.A.)	3.3±0.7 ^{b, ‡}	4.3±0.5 ^{a, †, c, §, d, #}	2.9±1.0 ^{b, ‡}	3.3±0.8 ^{b, ‡}
Qualidade do sono (U.A.)	4.0±0.9	4.5±0.5 ^{d, #}	4.0±0.4	3.7±1.0 ^{b, ‡}
Mialgia geral (U.A.)	3.2±0.8 ^{b, ‡}	4.3±0.6 ^{a, †, c, §, d, #}	3.3±0.9 ^{b, ‡}	3.5±0.9 ^{b, ‡}
Stress (U.A.)	3.5±0.8 ^{b, ‡}	4.4±0.7 ^{a, †, c, §, d, #}	3.5±0.9 ^{b, ‡}	3.5±1.1 ^{b, ‡}
Humor (U.A.)	4.0±0.6	4.3±0.5 ^{c, §}	3.9±0.7 ^{b, ‡}	3.9±0.8
Total (U.A.)	17.9±3.1 ^{b, ‡}	21.6±2.1 ^{a, †, c, §, d, #}	17.5±1.9 ^{b, ‡}	17.9±4.0 ^{b, ‡}
Dor muscular				
Parte inferior das costas (U.A.)	2.0±1.0	1.7±1.0	2.2±1.2	2.0±1.0
Parte superior das costas (U.A.)	1.7±0.8	1.5±0.7	1.9±0.9	1.7±1.1
Dor na parte superior do corpo (U.A.)	1.7±0.8 ^{b, ‡}	1.5±0.7 ^{a, †, c, §}	1.9±1.0 ^{b, ‡}	1.7±1.0
Dor na parte inferior do corpo (U.A.)	2.0±1.0 ^{b, ‡, c, §}	1.7±0.7 ^{a, †, c, §}	2.3±1.1 ^{a, †, b, ‡, d, #}	2.0±1.0 ^{c, §}
Dor no corpo inteiro (U.A.)	1.9±0.9 ^{b, ‡}	1.6±0.7 ^{a, †, c, §}	2.1±1.0 ^{b, ‡, d, #}	1.9±1.0 ^{c, §}
Carga de treino				
PSEsessão (U.A.)	2.41±0.58 ^{b, ‡, d, #}	8.41±2.97 ^{a, †, c, §, d, #}	3.32±1.76 ^{b, ‡, d, #}	5.00±1.61 ^{a, †, b, ‡, c, §}
Carga de treino interna (U.A.)	199.77±51.24 ^{b, ‡, d, #}	712.77±320.49 ^{a, †, c, §, d, #}	245.26±164.04 ^{b, ‡, d, #}	450.00±145.12 ^{a, †, b, ‡, c, §}

Abreviaturas: dp, desvio padrão; U.A., unidades arbitrárias; PSE, percepção subjetiva de esforço.

^a Representa efeitos moderados com a sessão J-2.

^b Representa efeitos moderados com a sessão J.

^c Representa efeitos moderados com a sessão J+2.

^d Representa efeitos moderados com a sessão J-4.

[†] Representa diferenças significativas com J-2 (p<0.05).

[‡] Representa diferenças significativas com J (p<0.05).

[§] Representa diferenças significativas com J+2 (p<0.05).

[#] Representa diferenças significativas com J-4 (p<0.05).

No grupo controlo, apesar de uma leve melhoria na qualidade do sono no dia J (4.0 ± 0.7), as diferenças significativas são observadas entre o dia J e J-4, o que pode indicar algum nervosismo e ansiedade no pré-jogo (Juliff, L. E., et al., 2015). Na mialgia geral, os valores mais altos foram reportados no dia J (3.9 ± 0.7), significativamente superiores ao dia J-2 e J-4. No stress, as variações foram pequenas, sem diferenças estatisticamente significativas. No dia J, o humor foi significativamente mais elevado do que no dia J+2, sugerindo uma possível recuperação pós jogo por parte da equipa. Na dor muscular, sentiram-se diferenças significativas em todos os indicadores (parte inferior das costas, parte superior das costas, dor na parte superior do corpo, dor na parte inferior do corpo e dor no corpo inteiro), sendo notório o efeito pós-jogo, após 48h, ou seja, no dia J+2. Relativamente à carga de treino e à PSE, foi notado que os valores são significativamente maiores no dia J do que em qualquer outro dia, comprovando mais uma vez um esforço maior no dia de jogo.

No grupo isométrico, todos os resultados do bem-estar foram maiores no dia J em comparação com as restantes sessões, tal como na carga de treino e na PSE, o que era de esperar. Por outro lado, para a dor muscular, os valores foram significativamente maiores em J+2, o que sugere um efeito retardado do dia J na parte superior e inferior do corpo, e na dor do corpo inteiro. A variação ao longo do microciclo nas variáveis de bem-estar, dor muscular e carga de treino seguem um padrão influenciado pela proximidade do jogo (J), apresentando a necessidade de equilibrar o desempenho e a recuperação como demonstrado em vários estudos (Bucheitt, M. et al., 2023; Chena, M. et al., 2021; Oliva-Lozano, J. M. et al., 2022; Silva H. et al., 2023). O treino isométrico está envolvido nas contrações musculares sem alteração do comprimento do músculo ou do movimento articular, contrariamente aos treinos excêntricos e concêntricos (Oranchuk, Dustin J. et al., 2019). Por outro lado, produz uma menor fadiga comparativamente aos treinos excêntricos e concêntricos, o que não deixa de ser um treino que promove melhorias na qualidade dos tendões, na força e potência e uma maior amplitude de movimento (Lum, D. & Barbosa, T., 2019).

A Tabela 5 apresenta os resultados da comparação entre o grupo de controlo e o grupo isométrico ao longo das sessões de treino. De acordo com os objetivos traçados para o presente estudo, maior ênfase é dado no dia de intervenção (J+2) e no dia seguinte (J-4). Não se verificaram quaisquer diferenças significativas entre ambos os grupos em nenhum dos dias analisados, tendo-se notado um tamanho dos efeitos geralmente pequeno. No

entanto, o GIso revelou valores médios da carga de treino inferiores aos do GC no dia J+2. Já no dia J-4, o GIso apresenta valores médios superiores para os indicadores de bem-estar, particularmente o score total, e menor dor na parte inferior do corpo e menor dor no corpo total.

Quando comparado o GC e GIso, verificamos vários resultados interessantes. Para a variável fadiga, o GIso apresentou valores, poucos significativos, mas ligeiramente mais altos do que o GC em todos os dias analisados. O GIso mostra ainda uma tendência para resultados superiores na qualidade do sono, e onde o valor mais alto é no dia J. Na mialgia geral, no stress e no humor os resultados são muito semelhantes entre os grupos, com um leve aumento no dia J. No bem-estar total, o GIso teve pontuações um pouco mais elevadas em termos médios nos dias J, J+2 e J-4, sugerindo que o impacto da inclusão dos exercícios isométricos possa ter sido menor neste grupo. Relativamente à dor na parte inferior das costas houve uma diferença ligeira, mas maior por parte do GIso. Na dor na parte superior das costas e superior do corpo, os resultados são muito semelhantes, contudo no dia J-2 há maior dor por parte do GC. Na dor na parte inferior do corpo e do corpo inteiro, o GC teve valores um pouco mais elevados praticamente em todos os dias, sugerindo que o treino isométrico pode ter reduzido a dor muscular na parte inferior do corpo e no corpo inteiro. Na PSEsessão e na carga de treino interna, o GC teve valores mais elevados no dia J-2, J+2 e J-4, sugerindo que o treino isométrico pode ter sido menos exigente do ponto de vista da carga interna.

Tabela 5. Comparação entre o grupo Controlo ($n=10$) x Grupo Isométrico ($n=11$) considerando cada um dos dias analisados.

	J-2		J		J+2		J-4	
	GC	GIso	GC	GIso	GC	GIso	GC	GIso
Bem-Estar								
Fadiga (U.A.)	3.2±0.6	3.3±0.7	3.9±0.7	4.2±0.5	2.7±0.8	2.9±1.0	2.9±0.6	3.3±0.8
Qualidade do sono (U.A.)	3.6±1.1	4.0±0.9	4.0±0.7	4.5±0.5	3.4±0.9	4.0±0.4	3.4±0.8	3.7±1.0
Mialgia geral (U.A.)	3.3±0.7	3.2±0.8	3.9±0.7	4.3±0.6	3.4±1.1	3.3±0.9	3.0±0.5	3.5±0.9
Stress (U.A.)	3.8±0.7	3.5±0.8	4.2±0.8	4.4±0.7	3.7±0.8	3.5±0.9	3.8±0.6	3.5±1.1
Humor (U.A.)	4.1±0.8	4.0±0.6	4.6±0.5	4.3±0.5	3.8±0.7	3.9±0.7	4.2±0.6	3.9±0.8
Total (U.A.)	18.0±3.1	17.9±3.1	20.6±2.7	21.6±2.1	17.0±2.7	17.5±1.9	17.3±2.2	17.91±4.0
Dor muscular								
Parte inferior das costas (U.A.)	1.9±0.9	2.0±1.0	1.5±0.7	1.7±1.0	2.1±1.2	2.2±1.2	1.8±0.9	2.0±1.0
Parte superior das costas (U.A.)	2.3±0.9	1.7±0.8	1.4±0.5	1.5±0.7	1.7±1.1	1.9±0.9	1.5±0.8	1.7±1.1
Dor na parte superior do corpo (U.A.)	2.0±0.9	1.7±0.8	1.4±0.5	1.5±0.7	1.9±1.0	1.9±1.0	1.6±0.8	1.7±1.0
Dor na parte inferior do corpo (U.A.)	2.5±1.1	2.0±1.0	1.8±0.6	1.7±0.7	2.6±1.1	2.3±1.1	2.5±0.9	2.0±1.0
Dor no corpo inteiro (U.A.)	2.3±1.0	1.9±0.9	1.6±0.5	1.6±0.7	2.3±1.0	2.1±1.0	2.1±0.8	1.9±1.0
Carga de treino								
PSEsessão (U.A.)	2.70±1.16	2.41±0.58	8.0±1.7	8.41±2.97	4.79±1.89	3.32±1.76	6.09±1.45	5.00±1.61
Carga de treino interna (U.A.)	224.5±101.09	199.77±51.24	700.80±246.29	712.77±320.49	322.09±198.29	245.26±164.04	548.53±130.47	450.00±145.12

Abreviaturas: *, $p<0.05$; **, $p<0.01$.

Na Tabela 6 podemos observar diferenças significativas entre o grupo de controlo e o grupo de intervenção, para o dia J-2 nos indicadores analisados para a função neuromuscular. Curiosamente, foram observadas diferenças entre grupos no dia J-2 para a altura do salto ($p = 0.008$; $d = 1.143$) e para a potência ($p = 0.013$; $d = 1.054$). Essas diferenças foram, no entanto, esbatidas no dia da intervenção (J+2) ($p = 0.140$; $d = 0.486$; $p = 0.131$; $d = 0.505$, respetivamente).

Na tabela 7, e analisando isoladamente cada um dos grupos, procurou-se examinar a variação dos indicadores da função neuromuscular no último dia da semana (J-2), e no primeiro dia de treino da semana seguinte (J+2), de acordo com a periodização habitualmente utilizada pela equipa observada. Porém, não foram observadas quaisquer diferenças estatisticamente significativas.

Os resultados obtidos no presente estudo parecem sugerir que a inclusão de exercícios isométricos no plano de treino durante o período de recuperação não comprometeu com as estratégias de recuperação normalmente utilizadas. A literatura existente sobre estratégias de recuperação no futebol sugere que diferentes métodos podem impactar nos resultados neuromusculares, fisiológicos e perceptivos de diversas maneiras. A investigação de Pino-Mulero, V. et al., (2025) destaca que métodos de força específicos podem melhorar a função neuromuscular sem impactos negativos no desempenho subsequente. Neste caso foi analisado o impacto de uma sessão de *priming*. Os exercícios de *priming* são atividades realizadas no próprio dia ou no dia anterior a uma competição, com o objetivo de induzir efeitos positivos no desempenho nas 2 a 48 horas seguintes à realização e os mecanismos fisiológicos propostos para explicar este efeito incluem a ativação de neurónios motores de alta frequência, o aumento da temperatura muscular, o aumento da rigidez mecânica, o aumento da sensibilidade das fibras aos íons de cálcio e possíveis alterações na concentração diária de testosterona e no cortisol após o exercício (González-García, J., et al., 2023).

Tabela 6. Análise das variáveis da função neuromuscular – Grupo Controlo x Grupo Isométrico (Independent Samples T-Test).

	J-2				J+2			
	GC (n=10)	GIso (n=11)	<i>p</i>	<i>d</i>	GC (n=10)	GIso (n=11)	<i>p</i>	<i>d</i>
CMJ (cm)	34.94±7.14	28.52±3.77	0.008	1.143	34.81±9.08	31.00±6.52	0.140	0.486
CMJ (Watts)	3545.97±495.80	3112.36±316.99	0.013	1.054	3513.14±465.94	3240.36±599.48	0.131	0.505

Tabela 7. Análise das variáveis da função neuromuscular – J-2 x J+2 para cada grupo (Paired Samples T-Test).

	GC (n=10)				GIso (n=11)			
	J-2	J+2	<i>p</i>	<i>d</i>	J-2	J+2	<i>p</i>	<i>d</i>
CMJ (cm)	34.94±7.14	34.81±9.1	0.474	0.021	28.52±3.77	31.00±6.52	0.123	-0.372
CMJ (Watts)	3545.94±3513.14	3513.14±465.94	0.395	0.087	3112.36±316.99	3240.36±599.48	0.207	-0.257

A percepção de recuperação em jogadores de futebol, e os resultados indicam que diferentes tipos de estímulo podem ser integrados no planeamento sem comprometer a recuperação ou a preparação dos atletas, utilizando um trenó com um baixo volume como um método de preparação para a competição. A análise das respostas mostrou que 62.5% dos participantes correram mais depressa e 81.3% saltaram mais alto 24 horas após o *priming*, em comparação com o grupo de controlo. Além disso, a adição do exercício de *priming* de empurrar o trenó não alterou os valores de recuperação percebidos pelos jogadores às 24 horas. Estes resultados apoiam a utilização de exercícios de preparação nos microciclos de competição, incorporando estas sessões no J-1, uma vez que parecem melhorar o tempo de sprint de 20 m e o salto vertical sem afetar a recuperação percebida.

O estudo de Altarriba-Bartes, A. et al., (2020), demonstra que a utilização de estratégias de recuperação em jogadores de futebol, tais como o vestuário de compressão, a imersão em água fria e a estratégia da higiene do sono, tem efeitos positivos significativos no desempenho de saltos (CMJ), mas não tem efeitos no sprint de 20m ou na contração voluntária máxima (CVM). Contudo, apresenta ainda efeitos mais positivos sobre o dano muscular (marcadores fisiológicos e dados de bem-estar), destacando a importância das estratégias de recuperação pós-jogo no futebol. O artigo de Heimlich, J., (2024), sugere que em casos de dor muscular leve a moderada, é seguro e até benéfico continuar com exercícios leves ou moderados. Atividades leves podem aumentar o fluxo sanguíneo para os músculos afetados e ajudar na recuperação e aliviar a rigidez. Contudo, é importante evitar exercícios intensos que envolvam os músculos afetados até que a dor diminua, para prevenir possíveis lesões.

O estudo de Diaz-Seradilla, E. et al., (2022) refere que a distribuição de carga ao longo do microciclo permite aos jogadores seguir o princípio da alternância horizontal, que consiste em maximizar uma determinada capacidade física enquanto as outras recuperam. Isto diminui as interferências fisiológicas, o que leva a melhores adaptações. Neste caso, e relacionado com o tema do presente documento, a introdução de exercícios isométricos no dia de recuperação pós-jogo, pode apresentar os benefícios já anteriormente mencionados, levando-se assim o treino como dedicado à força e à prevenção de lesões, sem afetar futuros treinos pensados em maximizar outras capacidades.

A natureza do desporto exige muitas vezes que os jogadores possuam um grande conjunto de capacidades, que vão desde a resistência, à força, passando pela velocidade e pela

agilidade (Dolci, F., et al., 2020). O treino de força desempenha um papel bastante importante nesta fase, uma vez que o desenvolvimento e a manutenção de um bom nível atlético tornam-se cruciais no futebol (Turner, A. & Stewart, P., 2014). O presente estudo reforça a importância da inclusão de treino de força, com a introdução de exercícios isométricos, no planeamento da periodização no futebol, considerando que a carga de treino deve ser cuidadosamente ajustada para evitar impactos negativos na recuperação. Esta intervenção consistiu em exercícios elementares, adaptados a uma fase inicial de familiarização com este tipo de treino, garantindo a sua acessibilidade e aplicabilidade. A inclusão de exercícios isométricos pode representar uma abordagem eficaz, uma vez que permite benefícios na força sem comprometer os processos de recuperação já estabelecidos. As contrações isométricas maximizam a ativação neuromuscular e promovem ganhos de força, mesmo em condições de fadiga, sem induzir um grau de microlesões musculares muito grande em comparação com exercícios excêntricos (Lum, D.; Barbosa, T. et al., 2019). Assim, os resultados deste documento parecem suportar a ideia de que o treino de força isométrico pode ser uma estratégia viável no contexto do futebol, particularmente ao não afetarem negativamente a função neuromuscular nos ciclos de recuperação habitualmente seguidos pelas equipas.

Finalmente, foi analisada a associação entre os indicadores da função neuromuscular, a perceção subjetiva de esforço e a carga de treino interna para ambos os grupos, examinando apenas o dia da semana em que foi realizada a intervenção, isto é, no dia J+2 (Figura 3 e Figura 4). Assim, foi observada uma correlação grande entre a PSEsessão e a altura do salto CMJ ($r = 0.574$; $p = 0.083$), e uma correlação moderada entre a carga de treino interna e altura do salto CMJ ($r = 0.394$; $p = 0.260$) para o GC (Figura 3). Já para o GIso (Figura 4), as correlações variaram entre o trivial e pequenas. É de notar que o GC reportou, ainda que de forma não significativa, valores médios mais elevados para a PSEsessão, levantando a possibilidade de que a carga interna da sessão é mitigada pela presença de exercícios isométricos.

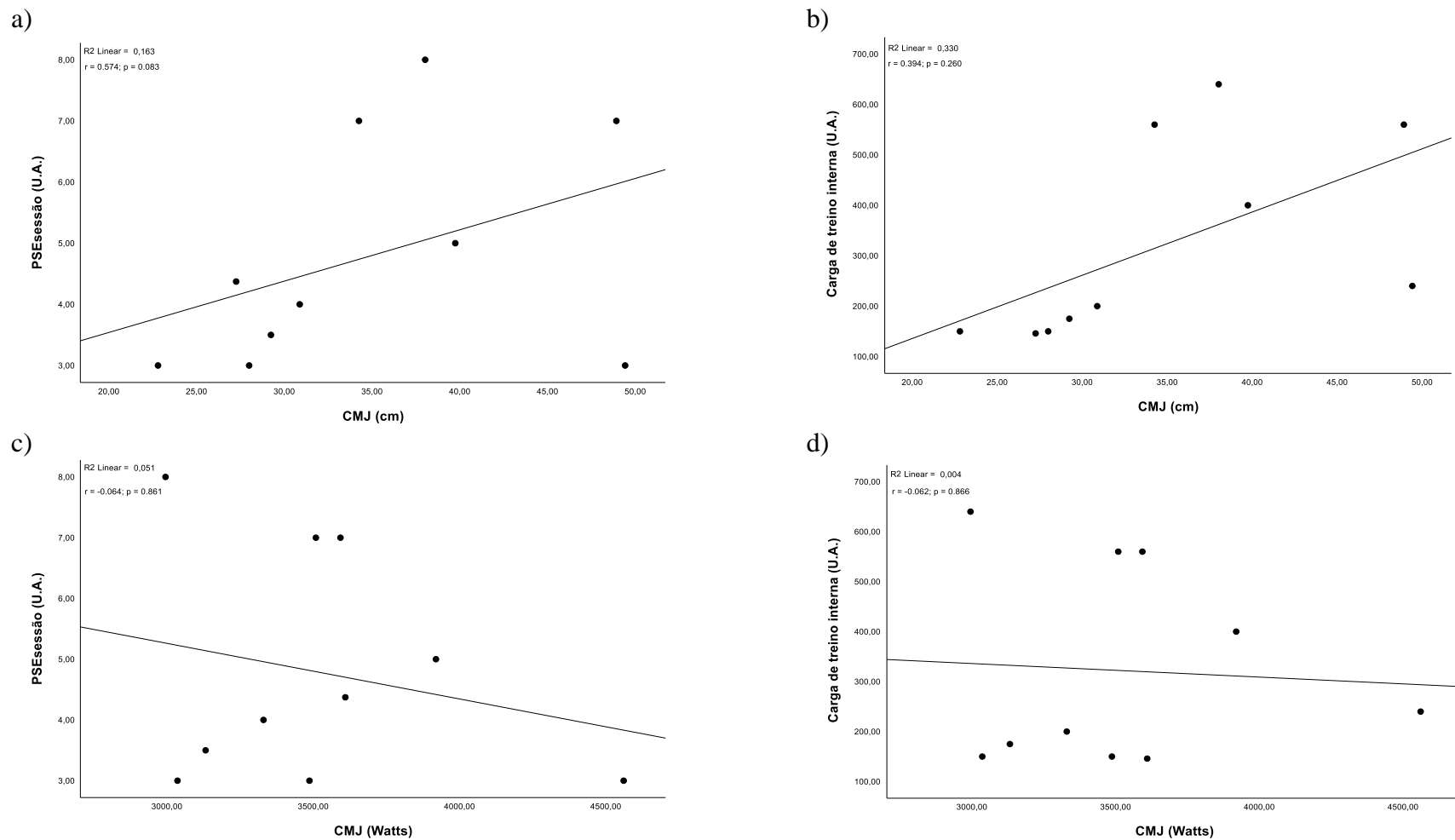


Figura 3. Gráficos de dispersão com linhas de regressão e coeficientes de correlação entre a carga de treino e a função neuromuscular para o grupo de controlo na sessão de treino J+2: a) PSEsessão e altura do salto CMJ; b) Carga de treino interna e altura do salto CMJ; c) PSEsessão e potência do salto CMJ; e d) Carga de treino interna e potência do salto CMJ.

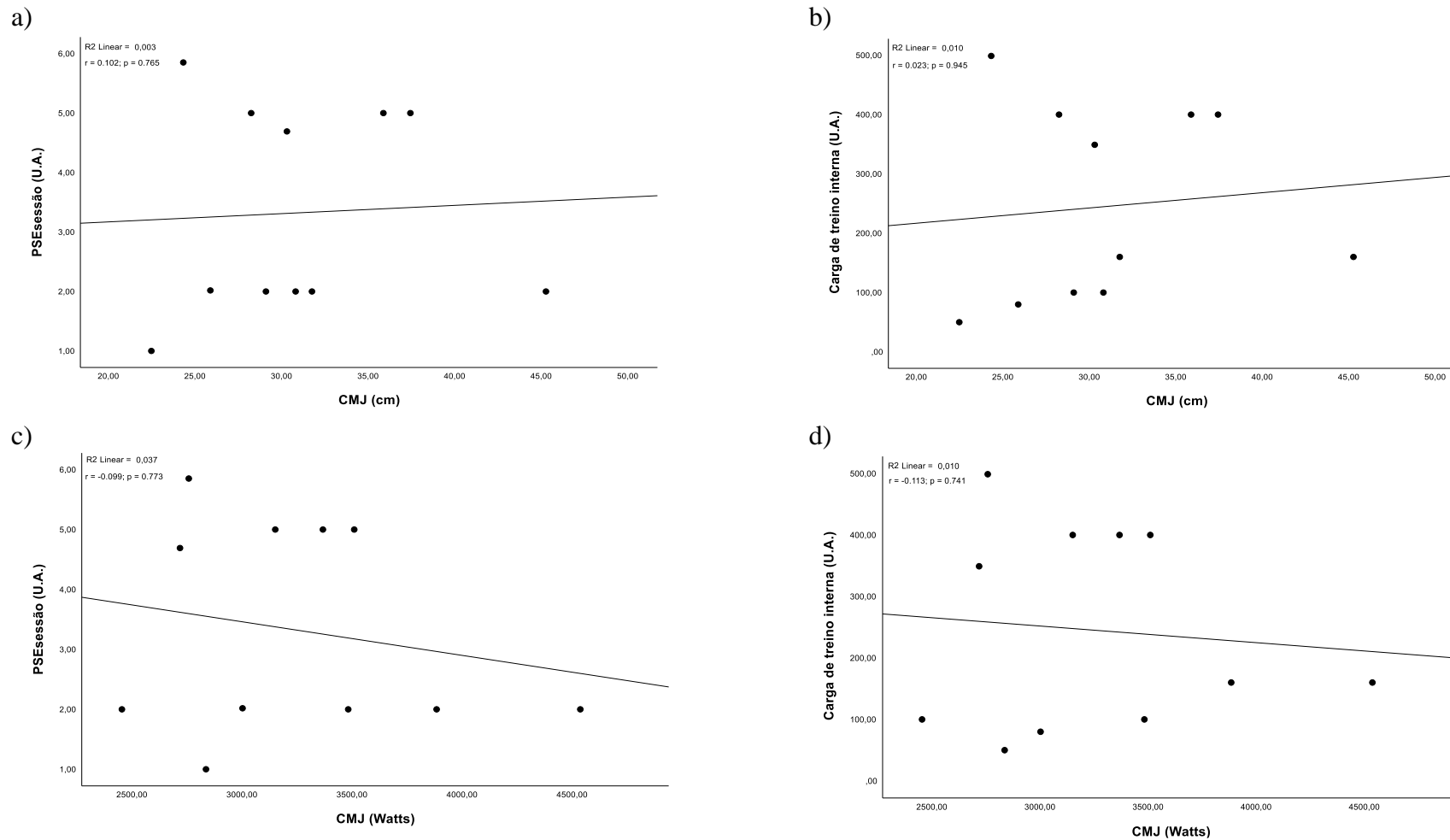


Figura 4. Gráficos de dispersão com linhas de regressão e coeficientes de correlação entre a carga de treino e a função neuromuscular para o grupo de intervenção na sessão de treino J+2: a) PSEessão e altura do salto CMJ; b) Carga de treino interna e altura do salto CMJ; c) PSEessão e potência do salto CMJ; e d) Carga de treino interna e potência do salto CMJ.

Normalmente, o primeiro treino da semana consiste num treino destinado à recuperação para os jogadores mais utilizados, com a introdução de exercícios de baixa intensidade, de recuperação ativa, exercícios neuromusculares leves e trabalhos técnico-táticos em baixa intensidade, e equilíbrio de cargas para os jogadores menos utilizados, com a introdução de exercícios de força e potência, treinos intervalados de alta intensidade (HIIT), exercícios técnico-táticos mais exigentes, onde se procura reestabelecer o retorno à homeostase fisiológica, de maneira que os jogadores não corram um maior risco de lesão e para que voltem ao seu melhor desempenho dando continuidade ao início de mais uma semana (Bucheitt, M. et al., 2023).

O presente estudo, apesar de relevante e inovador, também apresenta algumas limitações que devem ser consideradas. Estas partem dos resultados recolhidos que são apenas relativos a dois microciclos, o que acaba por ser escasso a nível de outras variáveis relativas ao jogo, à semana de treinos e a outros contextos externos. A limitação da amostra não permitiu uma randomização completamente aleatória, sendo mais de conveniência, em função dos critérios de seleção e do cruzamento de grupos entre as duas sessões examinadas. A falta de outros indicadores e avaliação da fadiga que seriam importantes e enriquecedores para o estudo em questão, como a inclusão de biomarcadores (e.g., a creatina quinase ou o ácido láctico), e a utilização de uma plataforma de forças na avaliação da função neuromuscular dada pela impulsão vertical, permitiriam a elaboração de uma análise mais consistente, mais assertiva, e uma melhor interpretação do que representou o estímulo de treino para os atletas.

A partir daqui haveria a necessidade e o preenchimento nas lacunas que ainda se expõem, através da realização de um estudo mais extenso a nível da observação, de maneira a compreender também como se alteram os resultados nas diferentes fases da época e acrescentar as restantes variáveis acima mencionadas para uma maior e melhor informação, com credibilidade e validade para o resto do estudo.

Ainda assim, o presente estudo pode abrir portas para que os treinadores e preparadores físicos possam implementar exercícios isométricos como um meio de recuperação ativa e, a partir dos resultados obtidos, também dar início a outro tipo de métodos de treino pertinentes ao seu plantel para uma gestão mais equilibrada de cargas, procurando sempre os benefícios das práticas de intervenção selecionadas e aplicadas. Por outro lado, dá a oportunidade a investigadores de prosseguir futuros estudos bastante promissores e

inovadores na área das Ciências do Desporto, particularmente quando a literatura carece de consistência relativamente às estratégias de recuperação a utilizar na primeira sessão de treino após o jogo.

CONCLUSÕES

Os estudos referentes à introdução de exercícios isométricos durante o período de recuperação pós-jogo, aquando da recuperação ativa são bastante escassos. O presente estudo procura reforçar este tema que carece de informação e trazer uma nova visão do que pode ser um passo inovador no planeamento das sessões de treino durante o período de recuperação, com o propósito de atingir ganhos provenientes dos benefícios do treino isométrico, acoplados de pouca fadiga e riscos de lesão.

Os resultados deste estudo reforçam a importância da inclusão do treino de força no planeamento do microciclo no futebol, particularmente no que diz respeito ao treino isométrico. A análise dos dados indica que a aplicação de exercícios isométricos pode ser uma estratégia viável para melhorar a força sem comprometer os processos de recuperação já estabelecidos. Além disso, os exercícios isométricos parecem contribuir para a ativação neuromuscular e o desenvolvimento da força, mesmo em condições de fadiga, sem provocar um nível elevado de microlesões musculares.

Com isto, os resultados deste estudo sugerem que a incorporação do treino isométrico parece ser uma abordagem benéfica na gestão da recuperação e preparação física dos jogadores de futebol, contribuindo para um melhor equilíbrio entre o desempenho, a força, a rigidez dos tendões e a prevenção de lesões.

BIBLIOGRAFIA

Abbott, W., Brickley, G., & Smeeton, N. J. (2018). Positional differences in GPS outputs and perceived exertion during soccer training games and competition. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(11), 3222–3231. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002387>

Afonso, J., Nakamura, F. Y., Baptista, I., Rendeiro-Pinho, G., Brito, J., & Figueiredo, P. (2022). Microdosing: old wine in a new bottle? Current state of affairs and future avenues. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 17(11), 1649–1652. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2022-0291>

Akbar, S., Soh, K. G., Nasiruddin, N. J. M., Bashir, M., Cao, S., & Soh, K. L. (2022). Effects of neuromuscular training on athletes physical fitness in sports: A systematic review. *Frontiers in Physiology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.939042>

Alba-Jiménez, C., Moreno-Doutres, D., & Peña, J. (2022). Trends Assessing Neuromuscular Fatigue in Team Sports: A Narrative review. *Sports*, 10(3), 33. <https://doi.org/10.3390/sports10030033>

Allégue, H., Turki, O., Oranchuk, D. J., Khemiri, A., Schwesig, R., & Chelly, M. S. (2023). The Effect of Combined Isometric and Plyometric Training versus Contrast Strength Training on Physical Performance in Male Junior Handball Players. *Applied Sciences*, 13(16), 9069. <https://doi.org/10.3390/app13169069>

Altarriba-Bartes, A., Peña, J., Vicens-Bordas, J., Milà-Villaroel, R., & Calleja-González, J. (2020). Post-competition recovery strategies in elite male soccer players. Effects on performance: A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*, 15(10), e0240135. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0240135>

Altarriba-Bartes, A., Vicens-Bordas, J., Peña, J., Alarcón-Palacios, F., Sixtos-Meliton, L. A., Matabosch-Pijuan, M., Giménez-Martínez, E., Beato, M., & Calleja-González, J. (2023). The effectiveness of two comprehensive recovery protocols on performance and physiological measures in elite soccer players: A parallel group-randomized trial.

International Journal of Sports Science & Coaching, 19(1), 171–181.
<https://doi.org/10.1177/17479541231155585>

Anandacoomarasamy, A., & Barnsley, L. (2005). Long term outcomes of inversion ankle injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 39(3), e14.
<https://doi.org/10.1136/bjism.2004.011676>

Anderson, L., Orme, P., Di Michele, R., Close, G. L., Morgans, R., Drust, B., & Morton, J. P. (2016). Quantification of training load during one-, two- and three-game week schedules in professional soccer players from the English Premier League: implications for carbohydrate periodisation. *Journal of sports sciences*, 34(13), 1250–1259.
<https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1106574>

Andersson, H., Raastad, T., Nilsson, J., Paulsen, G., Garthe, I., & Kadi, F. (2008). Neuromuscular fatigue and recovery in elite female soccer. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(2), 372–380. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31815b8497>

Arnason, A., Andersen, T. E., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2008). Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 18(1), 40–48. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2006.00634.x>

Askling, C., Karlsson, J., & Thorstensson, A. (2003). Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 13(4), 244–250.
<https://doi.org/10.1034/j.1600-0838.2003.00312.x>

Babault, N., Cometti, C., Maffiuletti, N. A., & Deley, G. (2011). Does electrical stimulation enhance post-exercise performance recovery? *European Journal of Applied Physiology*, 111(10), 2501–2507. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-2117-7>

Balshaw, T. G., Massey, G. J., Maden-Wilkinson, T. M., Tillin, N. A., & Folland, J. P. (2016). Training-specific functional, neural, and hypertrophic adaptations to explosive- vs. sustained-contraction strength training. *Journal of Applied Physiology*, 120(11), 1364–1373. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00091.2016>

Barnes, C., Archer, D., Hogg, B., Bush, M., & Bradley, P. (2014). The evolution of physical and technical performance parameters in the English Premier League. *International Journal of Sports Medicine*, 35(13), 1095–1100. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1375695>

Beato, M., Maroto-Izquierdo, S., Turner, A. N., & Bishop, C. (2021). Implementing strength training Strategies for injury Prevention in soccer: scientific rationale and methodological recommendations. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16(3), 456–461. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2020-0862>

Beltman, J. G. M., Van Der Vliet, M. R., Sargeant, A. J., & De Haan, A. (2004). Metabolic cost of lengthening, isometric and shortening contractions in maximally stimulated rat skeletal muscle. *Acta Physiologica Scandinavica*, 182(2), 179–187. <https://doi.org/10.1111/j.1365-201x.2004.01338.x>

Bimson, L., Langdown, L., Fisher, J. P., & Steele, J. (2017). Six weeks of knee extensor isometric training improves soccer related skills in female soccer players. *Journal of Trainology*, 6(2), 52–56. https://doi.org/10.17338/trainology.6.2_52

Bogdanis, G. C., Tsoukos, A., Methenitis, S. K., Selima, E., Veligeas, P., & Terzis, G. (2018). Effects of low volume isometric leg press complex training at two knee angles on force-angle relationship and rate of force development. *European Journal of Sport Science*, 19(3), 345–353. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1510989>

Brownstein, C. G., Dent, J. P., Parker, P., Hicks, K. M., Howatson, G., Goodall, S., & Thomas, K. (2017). Etiology and Recovery of Neuromuscular Fatigue following Competitive Soccer Match-Play. *Frontiers in Physiology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00831>

Brunner, R., Friesenbichler, B., Casartelli, N. C., Bizzini, M., Maffioletti, N. A., & Niedermann, K. (2018). Effectiveness of multicomponent lower extremity injury prevention programmes in team-sport athletes: an umbrella review. *British Journal of Sports Medicine*, 53(5), 282–288. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098944>

Buchheit, M., M. Sandua, J. Berndsen, A. Shelton, S. Smith, D. Norman, D. McHugh, & K. Hader. (2022). Loading patterns and programming practices in elite football [Journal-

article]. *sportperfsci.com*, 1, 1–153. <https://martin-buchheit.net/wp-content/uploads/2021/12/SPSR153-Buchheit.pdf>

Buchheit, M., Settembre, M., Hader, K., & McHugh, D. (2023). Planning the microcycle in elite football: to rest or not to rest? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 18(3), 293–299. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2022-0146>

Burke, D. G., Macneil, S. A., Holt, L. E., Mackinnon, N. C., & Rasmussen, R. L. (2000b). The effect of hot or cold water immersion on isometric strength training. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(1), 21–25. <https://doi.org/10.1519/00124278-200002000-00004>

Calleja-González, J., Mielgo-Ayuso, J., Ostojic, S. M., Jones, M. T., Marques-Jiménez, D., Caparros, T., & Terrados, N. (2019). Evidence-based post-exercise recovery strategies in rugby: a narrative review. *The Physician and sportsmedicine*, 47(2), 137–147. <https://doi.org/10.1080/00913847.2018.1541701>

Carling, C., Gregson, W., McCall, A., Moreira, A., Wong, D. P., & Bradley, P. S. (2015). Match running performance during fixture congestion in elite soccer: research issues and future directions. *Sports Medicine*, 45(5), 605–613. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0313-z>

Carling, C. (2013). Interpreting physical performance in professional soccer match-play: should we be more pragmatic in our approach? *Sports Medicine*, 43(8), 655–663. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0055-8>

Carling, C., Williams, A. M., & Reilly, T. (2006). Handbook of soccer match analysis. In *Routledge eBooks*. <https://doi.org/10.4324/9780203448625>

Chena, M., Morcillo, J. A., Rodríguez-Hernández, M. L., Zapardiel, J. C., Owen, A., & Lozano, D. (2021). The effect of weekly training load across a competitive microcycle on contextual variables in professional soccer. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(10), 5091. <https://doi.org/10.3390/ijerph18105091>

Chumanov, E. S., Heiderscheit, B. C., & Thelen, D. G. (2010). Hamstring musculotendon dynamics during stance and swing phases of high-speed running. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(3), 525–532. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3181f23fe8>

Claudino, J. G., Cronin, J., Mezêncio, B., McMaster, D. T., McGuigan, M., Tricoli, V., Amadio, A. C., & Serrão, J. C. (2017). The countermovement jump to monitor neuromuscular status: A meta-analysis. *Journal of science and medicine in sport*, 20(4), 397–402. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.08.011>

Clemente, F. M., Owen, A., Serra-Olivares, J., Nikolaidis, P. T., Van Der Linden, C. M. I., & Mendes, B. (2019). Characterization of the weekly external load profile of professional soccer teams from Portugal and the Netherlands. *Journal of Human Kinetics*, 66(1), 155–164. <https://doi.org/10.2478/hukin-2018-0054>

Comer, M., Leshner, T., Puls, G., Serrano, B. (2022). Microdosing: a practical approach to programming in professional basketball. *Adv Ortho and Sprts Med: AOASM-157*. <https://doi.org/10.37722/AOASM.2022101>

Dech, S., Bittmann, F. N., & Schaefer, L. V. (2022). Muscle oxygenation and time to task failure of submaximal holding and pulling isometric muscle actions and influence of intermittent voluntary muscle twitches. *BMC Sports Science Medicine and Rehabilitation*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/s13102-022-00447-9>

Deely, C., Tallent, J., Bennett, R., Woodhead, A., Goodall, S., Thomas, K., & Howatson, G. (2022). Etiology and recovery of neuromuscular function following academy soccer training. *Frontiers in Physiology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.911009>

Di Salvo, V., Gregson, W., Atkinson, G., Tordoff, P., & Drust, B. (2009). Analysis of high intensity activity in Premier League soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 30(03), 205–212. <https://doi.org/10.1055/s-0028-1105950>

Diaz-Seradilla, E., Rodríguez-Fernández, A., Rodríguez-Marroyo, J. A., Castillo, D., Raya-González, J., & Villa Vicente, J. G. (2022). Inter- and intra-microcycle external load analysis in female professional soccer players: A playing position approach. *PloS one*, 17(3), e0264908. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0264908>

Doherty, R., Madigan, S. M., Nevill, A., Warrington, G., & Ellis, J. G. (2021). The sleep and recovery practices of athletes. *Nutrients*, 13(4), 1330. <https://doi.org/10.3390/nu13041330>

- Dolci, F., Hart, N. H., Kilding, A. E., Chivers, P., Piggott, B., & Spiteri, T. (2020). Physical and energetic demand of soccer: A brief review. *Strength and Conditioning Journal*, 42(3), 70–77. <https://doi.org/10.1519/ssc.0000000000000533>
- Dupont, G., Nedelec, M., McCall, A., McCormack, D., Berthoin, S., & Wisløff, U. (2010). Effect of 2 soccer matches in a week on physical performance and injury rate. *The American Journal of Sports Medicine*, 38(9), 1752–1758. <https://doi.org/10.1177/0363546510361236>
- Ekstrand, J., Hägglund, M., & Waldén, M. (2011). Epidemiology of Muscle Injuries in Professional Football (SOCCER). *The American Journal of Sports Medicine*, 39(6), 1226–1232. <https://doi.org/10.1177/0363546510395879>
- Ekstrand, J., Hägglund, M., & Waldén, M. (2011). Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study. *British Journal of Sports Medicine*, 45(7), 553–558. <https://doi.org/10.1136/bjism.2009.060582>
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., Doleshal, P., & Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 109–115. <https://doi.org/10.1519/00124278-200102000-00019>
- Gabbett, T. J., & Oetter, E. (2024). From tissue to system: What constitutes an appropriate response to loading? *Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1007/s40279-024-02126-w>
- Gandevia, S. C. (2001). Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiological Reviews*, 81(4), 1725–1789. <https://doi.org/10.1152/physrev.2001.81.4.1725>
- García-Pinillos, F., Martínez-Amat, A., Hita-Contreras, F., Martínez-López, E. J., & Latorre-Román, P. A. (2014). Effects of a contrast training program without external load on vertical jump, kicking speed, sprint, and agility of young soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(9), 2452–2460. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000452>

Garganta, J. (2001). A análise da performance nos jogos desportivos. Revisão acerca da análise do jogo. *Revista Portuguesa De Ciências Do Desporto*, 2001(1), 57–64. <https://doi.org/10.5628/rpcd.01.01.57>

Garganta, J. (2004). Atrás do palco, nas oficinas do futebol. In J. Garganta, J. Oliveira & M. Murad (Orgs.), *Futebol de muitas cores e sabores. Reflexões em torno do desporto mais popular do mundo* (pp. 227-234).

González-García, J., Latella, C., Aguilar-Navarro, M., & Romero-Moraleda, B. (2023). Effects of resistance priming exercise on within-day jumping performance and its relationship with strength level. *International Journal of Sports Medicine*, 44(01), 38–47. <https://doi.org/10.1055/a-1898-4888>

Gregson, W., Drust, B., Atkinson, G., & Salvo, V. (2010). Match-to-match variability of high-speed activities in Premier League soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 31(04), 237–242. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1247546>

Gualtieri, A., Rampinini, E., Iacono, A. D., & Beato, M. (2023). High-speed running and sprinting in professional adult soccer: Current thresholds definition, match demands and training strategies. A systematic review. *Frontiers in Sports and Active Living*, 5. <https://doi.org/10.3389/fspor.2023.1116293>

Guitart, M., Casals, M., Casamichana, D., Cortés, J., Valle, F. X., McCall, A., Cos, F., & Rodas, G. (2022). Use of GPS to measure external load and estimate the incidence of muscle injuries in men's football: A novel descriptive study. *PLoS ONE*, 17(2), e0263494. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0263494>

Haff, G.G., Stone, M., O'bryant, H.S., Harman, E.A., Dinan, C., Johnson, R.L., & Han, K.H. Force-time dependent characteristics of dynamic and isometric muscle actions. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 1997; 11:269–272.

Hasler, E., Denoth, J., Stacoff, A., & Herzog, W. (1993). Influence of hip and knee joint angles on excitation of knee extensor muscles. *Journal of Biomechanics*, 26(3), 364. [https://doi.org/10.1016/0021-9290\(93\)90604-d](https://doi.org/10.1016/0021-9290(93)90604-d)

Heimlich, J. (2024, August 22). Should you work out if your muscles are sore? *TIME*. <https://time.com/7013374/sore-muscles-rest-or-work-out/>

Hoff, J., Wisløff, U., Engen, L. C., Kemi, O. J., & Helgerud, J. (2002). Soccer specific aerobic endurance training. *British Journal of Sports Medicine*, 36(3), 218–221. <https://doi.org/10.1136/bjsem.36.3.218>

Hoff, J., & Helgerud, J. (2004). Endurance and strength training for soccer players. *Sports Medicine*, 34(3), 165–180. <https://doi.org/10.2165/00007256-200434030-00003>

Hughes, D. C., Ellefsen, S., & Baar, K. (2018). Adaptations to endurance and strength training. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 8(6), a029769. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a029769>

Jarosz, J., Gaweł, D., Grycmann, P., Ashenbrenner, P., Spieszny, M., Wilk, M., & Krzysztofik, M. (2024). How repeatable is PAPE effect: the impact of in-season isometric squat activation on countermovement jump performance enhancement in professional soccer players. *Research Square (Research Square)*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4764634/v1>

Juliff, L. E., Halson, S. L., & Peiffer, J. J. (2015). Understanding sleep disturbance in athletes prior to important competitions. *Journal of science and medicine in sport*, 18(1), 13–18. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2014.02.007>

Kinugasa, T., & Kilding, A. E. (2009). A comparison of post-match recovery strategies in youth soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(5), 1402–1407. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181a0226a>

Kohavi, B., Beato, M., Laver, L., Freitas, T. T., Chung, L. H., & Iacono, A. D. (2018). Effectiveness of field-based resistance training protocols on hip muscle strength among young elite football players. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 30(5), 470–477. <https://doi.org/10.1097/jsm.0000000000000649>

Kubo, K., Ishigaki, T., & Ikebukuro, T. (2017). Effects of plyometric and isometric training on muscle and tendon stiffness in vivo. *Physiological Reports*, 5(15), e13374. <https://doi.org/10.14814/phy2.13374>

Lauersen, J. B., Andersen, T. E., & Andersen, L. B. (2018). Strength training as superior, dose-dependent and safe prevention of acute and overuse sports injuries: a systematic

review, qualitative analysis and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 52(24), 1557–1563. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099078>

Lauersen, J. B., Bertelsen, D. M., & Andersen, L. B. (2013). The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *British Journal of Sports Medicine*, 48(11), 871–877. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092538>

Lum, D., & Barbosa, T. M. (2019). Brief review: Effects of isometric strength training on strength and dynamic performance. *International Journal of Sports Medicine*, 40(06), 363–375. <https://doi.org/10.1055/a-0863-4539>

Lum, D., Haff, G. G., & Barbosa, T. M. (2020). The relationship between isometric force-time characteristics and dynamic performance: A Systematic Review. *Sports*, 8(5), 63. <https://doi.org/10.3390/sports8050063>

Lum, D., Barbosa, T. M., Joseph, R., & Balasekaran, G. (2021). Effects of two isometric strength training methods on jump and sprint performances: a randomized controlled trial. *Journal of Science in Sport and Exercise*, 3(2), 115–124. <https://doi.org/10.1007/s42978-020-00095-w>

Malone, J. J., Di Michele, R., Morgans, R., Burgess, D., Morton, J. P., & Drust, B. (2015). Seasonal Training-Load quantification in Elite English Premier League Soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(4), 489–497. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2014-0352>

Malone, S., Owen, A., Newton, M., Mendes, B., Collins, K. D., & Gabbett, T. J. (2016). The acute:chronic workload ratio in relation to injury risk in professional soccer. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(6), 561–565. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.10.014>

Malta, P., & Travassos, B. (2014). Caraterização da transição defesa-ataque de uma equipa de Futebol. *Motricidade*, 10(1). [https://doi.org/10.6063/motricidade.10\(1\).1544](https://doi.org/10.6063/motricidade.10(1).1544)

Marqués-Jiménez, D., Calleja-González, J., Arratibel-Imaz, I., & Terrados, N. (2022). Match loads may predict neuromuscular fatigue and intermittent-running endurance

capacity decrement after a soccer match. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(22), 15390. <https://doi.org/10.3390/ijerph192215390>

Martín-García, A., Díaz, A. G., Bradley, P. S., Morera, F., & Casamichana, D. (2018). Quantification of a professional football team's external load using a microcycle structure. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(12), 3511–3518. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002816>

Mateus, N., Gonçalves, B., Felipe, J. L., Sánchez-Sánchez, J., Garcia-Unanue, J., Weldon, A., & Sampaio, J. (2021). In-season training responses and perceived wellbeing and recovery status in professional soccer players. *PLoS ONE*, 16(7), e0254655. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0254655>

Mcguigan, M. R., Newton, M. J., Winchester, J. B., & Nelson, A. G. (2010). Relationship between isometric and dynamic strength in recreationally trained men. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(9), 2570–2573. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181ecd381>

Modric, T., Versic, S., & Sekulic, D. (2020). Aerobic fitness and game performance indicators in professional football players; playing position specifics and associations. *Heliyon*, 6(11), e05427. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05427>

Mohr, M., Krstrup, P., & Bangsbo, J. (2005). Fatigue in soccer: A brief review. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 593–599. <https://doi.org/10.1080/02640410400021286>

Nakamura, F. Y., Costa, J. A., Travassos, B., Ortuño, D., & Pino-Ortega, J. (2023). Intraindividual relationships between training loads and heart-rate variability in high-level female futsal players: a longitudinal study. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 18(3), 306–312. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2021-0500>

Nédélec, M., McCall, A., Carling, C., Legall, F., Berthoin, S., & Dupont, G. (2012). Recovery in soccer. *Sports Medicine*, 42(12), 997–1015. <https://doi.org/10.2165/11635270-000000000-00000>

Nédélec, M., McCall, A., Carling, C., Legall, F., Berthoin, S., & Dupont, G. (2013). Recovery in soccer: part ii-recovery strategies. *Sports medicine*, 43(1), 9–22. <https://doi.org/10.1007/s40279-012-0002-0>

- Nikolaïdis, P. & Laboratory of Human Performance and Rehabilitation, Department of Physical and Cultural Education, Hellenic Army Academy, Greece. (2012). Development of isometric muscular strength in adolescent soccer players. *Facta Universitatis*, 10(3), 231–242. <http://facta.junis.ni.ac.rs/pe/pe201203/pe201203-07.pdf>
- Nikolaidis, P., Ziv, G., Lidor, R., & Arnon, M. (2014). Inter-individual variability in soccer players of different age groups playing different positions. *Journal of Human Kinetics*, 40(1), 213–225. <https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0023>
- Noorkõiv, M., Nosaka, K., & Blazevich, A. J. (2014). Neuromuscular adaptations associated with knee joint angle-specific force change. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 46(8), 1525–1537. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000000269>
- Núñez, J., Suarez-Arrones, L., De Hoyo, M., & Loturco, I. (2021). Strength training in professional soccer: Effects on short-sprint and jump performance. *International Journal of Sports Medicine*, 43(06). <https://doi.org/10.1055/a-1653-7350>
- Odetoyinbo, K., Wooster, B., & Lane, A. (2008). The effect of a succession of matches on the activity profiles of professional soccer players. 131–136. <https://doi.org/10.4324/9780203893685-28>
- Oliva-Lozano, J. M., Gómez-Carmona, C. D., Fortes, V., & Pino-Ortega, J. (2022). Effect of training day, match, and length of the microcycle on workload periodization in professional soccer players: a full-season study. *Biology of Sport*, 39(2), 397–406. <https://doi.org/10.5114/biol sport.2022.106148>
- Oliveira, R., Brito, J., Martins, A., Mendes, B., Calvete, F., Carriço, S., Ferraz, R., & Marques, M. C. (2019). In-season training load quantification of one-, two- and three-game week schedules in a top European professional soccer team. *Physiology & Behavior*, 201, 146–156. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2018.11.036>
- Oranchuk, D. J., Storey, A. G., Nelson, A. R., & Cronin, J. B. (2019). Isometric training and long-term adaptations: Effects of muscle length, intensity, and intent: A systematic review. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 29(4), 484–503. <https://doi.org/10.1111/sms.13375>

Ortiz, R. O., Elder, A. J. S., Elder, C. L., & Dawes, J. J. (2018). A Systematic Review on the effectiveness of active recovery interventions on athletic performance of professional-, collegiate-, and competitive-level adult athletes. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(8), 2275–2287.

<https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002589>

Owen, A. L., Wong, D. P., Dellal, A., Paul, D. J., Orhant, E., & Collie, S. (2013). Effect of an injury prevention program on muscle injuries in elite professional soccer. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(12), 3275–3285.

<https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e318290cb3a>

Pérez-Gómez, J., Adsuar, J. C., Alcaraz, P. E., & Carlos-Vivas, J. (2022). Physical exercises for preventing injuries among adult male football players: A systematic review. *Journal of Sport and Health Science/Journal of Sport and Health Science*, 11(1), 115–122.

<https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.11.003>

Petersen, J., Thorborg, K., Nielsen, M. B., Budtz-Jørgensen, E., & Hölmich, P. (2011). Preventive effect of eccentric training on acute hamstring injuries in men's soccer. *The American Journal of Sports Medicine*, 39(11), 2296–2303.

<https://doi.org/10.1177/0363546511419277>

Pino-Mulero, V., Soriano, M. A., Giuliano, F., & González-García, J. (2024). Effects of a priming session with heavy sled pushes on neuromuscular performance and perceived recovery in soccer players: a crossover design study during competitive microcycles. *Biology of Sport*.

<https://doi.org/10.5114/biolSport.2025.139082>

Pooley, S., Spendiff, O., Allen, M., & Moir, H. J. (2020). Comparative efficacy of active recovery and cold water immersion as post-match recovery interventions in elite youth soccer. *Journal of Sports Sciences*, 38(11–12), 1423–1431.

<https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1660448>

Querido, S. (2022). O uso dos métodos de recuperação no futebol de elite: práticas, evidências e recomendações. *ProQuest Dissertations*.

<https://repositorio.ulisboa.pt/handle/10400.5/26717>

Querido, S. M., Radaelli, R., Brito, J., Vaz, J. R., & Freitas, S. R. (2022). Analysis of recovery methods' efficacy applied up to 72 hours postmatch in Professional football: A

Systematic review with graded recommendations. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 17(9), 1326–1342. <https://doi.org/10.1123/ij spp.2022-0038>

Ravé, G., Granacher, U., Boullosa, D., Hackney, A. C., & Zouhal, H. (2020). How to use global positioning systems (GPS) data to monitor training load in the “real world” of elite soccer. *Frontiers in Physiology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00944>

Rey, E., Padrón-Cabo, A., Barcala-Furelos, R., Casamichana, D., & Romo-Pérez, V. (2016). Practical active and passive recovery strategies for soccer players. *Strength and Conditioning Journal*, 40(3), 45–57. <https://doi.org/10.1519/ssc.0000000000000247>

Rey, E., Lago-Peñas, C., Casáis, L., & Lago-Ballesteros, J. (2012). The effect of immediate post-training active and passive recovery interventions on anaerobic performance and lower limb flexibility in professional soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 31(2012), 121–129. <https://doi.org/10.2478/v10078-012-0013-9>

Rønnestad, B. R., Kvamme, N. H., Sunde, A., & Raastad, T. (2008). Short-Term effects of strength and plyometric training on sprint and jump performance in professional soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(3), 773–780. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e31816a5e86>

Schaefer, L. V., & Bittmann, F. N. (2017). Are there two forms of isometric muscle action? Results of the experimental study support a distinction between a holding and a pushing isometric muscle function. *BMC Sports Science Medicine and Rehabilitation*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/s13102-017-0075-z>

Silva, H., Nakamura, F. Y., Castellano, J., & Marcelino, R. (2023). Training load within a Soccer Microcycle Week—A Systematic Review. *Strength and Conditioning Journal*, 45(5), 568–577. <https://doi.org/10.1519/ssc.0000000000000765>

Silva, J. R., Nassis, G. P., & Rebelo, A. (2015). Strength training in soccer with a specific focus on highly trained players. *Sports Medicine - Open*, 1(1). <https://doi.org/10.1186/s40798-015-0006-z>

Silva, J. R., Rumpf, M. C., Hertzog, M., Castagna, C., Farooq, A., Girard, O., & Hader, K. (2018). Acute and Residual Soccer Match-Related Fatigue: A Systematic Review and

Meta-analysis. *Sports Medicine*, 48(3), 539–583. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0798-8>

Slimani, M., Znazen, H., Miarka, B., & Bragazzi, N. L. (2019). Maximum oxygen uptake of male soccer players according to their competitive level, playing position and age group: implication from a network meta-analysis. *Journal of Human Kinetics*, 66(1), 233–245. <https://doi.org/10.2478/hukin-2018-0060>

Soligard, T., Schwelunus, M., Alonso, J., Bahr, R., Clarsen, B., Dijkstra, H. P., Gabbett, T., Gleeson, M., Hägglund, M., Hutchinson, M. R., Van Rensburg, C. J., Khan, K. M., Meeusen, R., Orchard, J. W., Pluim, B. M., Raftery, M., Budgett, R., & Engebretsen, L. (2016). How much is too much? (Part 1) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of injury. *British Journal of Sports Medicine*, 50(17), 1030–1041. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096581>

Styles, W. J., Matthews, M. J., & Comfort, P. (2016). Effects of strength training on squat and sprint performance in soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(6), 1534–1539. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001243>

Swann, C., Moran, A., & Piggott, D. (2014). Defining elite athletes: Issues in the study of expert performance in sport psychology. *Psychology of Sport and Exercise*, 16, 3–14. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2014.07.004>

Thomas, K., Brownstein, C. G., Dent, J., Parker, P., Goodall, S., & Howatson, G. (2018). Neuromuscular Fatigue and Recovery after Heavy Resistance, Jump, and Sprint Training. *Medicine and science in sports and exercise*, 50(12), 2526–2535. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001733>

Thorborg, K., Krommes, K. K., Esteve, E., Clausen, M. B., Bartels, E. M., & Rathleff, M. S. (2017). Effect of specific exercise-based football injury prevention programmes on the overall injury rate in football: a systematic review and meta-analysis of the FIFA 11 and 11+ programmes. *British Journal of Sports Medicine*, 51(7), 562–571. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097066>

Thorpe, R. T., Atkinson, G., Drust, B., & Gregson, W. (2017). Monitoring Fatigue Status in Elite Team-Sport Athletes: Implications for practice. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(s2), S2-34. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0434>

Tillin, N. A., & Bishop, D. (2009). Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. *Sports Medicine*, 39(2), 147–166. <https://doi.org/10.2165/00007256-200939020-00004>

Tsoukos, A., Bogdanis, G. C., Terzis, G., & Veligeas, P. (2016). Acute improvement of vertical jump performance after isometric squats depends on knee angle and vertical jumping ability. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(8), 2250–2257. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001328>

Turner, A. N., & Stewart, P. F. (2014). Strength and conditioning for soccer players. *Strength and Conditioning Journal*, 36(4), 1–13. <https://doi.org/10.1519/ssc.0000000000000054>

Van Beijsterveldt, A. M. C., Van De Port, I. G. L., Vereijken, A. J., & Backx, F. J. G. (2012). Risk factors for hamstring injuries in male soccer players: A Systematic Review of Prospective studies. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 23(3), 253–262. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2012.01487.x>

Varela-Olalla, D., Balsalobre-Fernández, C., Romero-Moraleda, B., & Jiménez-Sáiz, S. L. (2024). Reliability and validity of the strain gauge “GSTRENGTH” for measuring peak force in the isometric belt squat at different joint angles. *Sensors*, 24(10), 3256. <https://doi.org/10.3390/s24103256>

Vuksanovikj, V., Tanceski, A., & Aceski, A. (2023). External load in football- based on GPS metrics. *Repository of UKIM*. <https://repository.ukim.mk/handle/20.500.12188/31739>

Wang, Z., Wang, Y., Gao, W., & Zhong, Y. (2023). Effects of tapering on performance in endurance athletes: A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*, 18(5), e0282838. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0282838>

Weavil, J. C., & Amann, M. (2019). Neuromuscular fatigue during whole body exercise. *Current Opinion in Physiology*, 10, 128–136. <https://doi.org/10.1016/j.cophys.2019.05.008>

Westcott, W. L. (2012). Resistance Training is Medicine. *Current Sports Medicine Reports*, 11(4), 209–216. <https://doi.org/10.1249/jsr.0b013e31825dabb8>

Wilke, J., Fleckenstein, J., Krause, F., Vogt, L., & Banzer, W. (2016). Sport-specific functional movement can simulate aspects of neuromuscular fatigue occurring in team sports. *Sports biomechanics*, 15(2), 151–161.

<https://doi.org/10.1080/14763141.2016.1159322>

Wilke, J., Krause, F., Vogt, L., & Banzer, W. (2015). What is Evidence-Based about myofascial Chains: A Systematic Review. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 97(3), 454–461. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2015.07.023>

Williams, A. M., & Hodges, N. J. (2005). Practice, instruction and skill acquisition in soccer: Challenging tradition. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 637–650.

<https://doi.org/10.1080/02640410400021328>

Winett, R. A., & Carpinelli, R. N. (2001). Potential Health-Related Benefits of Resistance Training. *Preventive Medicine*, 33(5), 503–513. <https://doi.org/10.1006/pmed.2001.0909>

Yu, B., Liu, H., & Garrett, W. E. (2017). Mechanism of hamstring muscle strain injury in sprinting. *Journal of Sport and Health Science/Journal of Sport and Health Science*, 6(2), 130–132. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2017.02.002>

ANEXOS

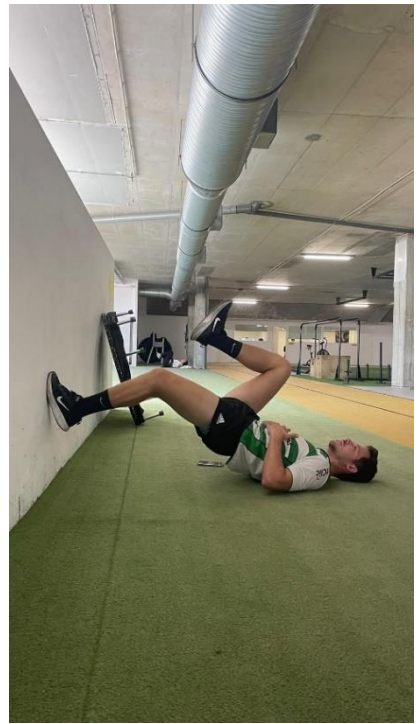
ANEXO 1



Lateral Wall Iso Push



Copenhagen Plank



Wall Hip Iso Hold



Split Squat Iso Hold



Wall Ankle Iso Hold