



# A resposta a um protocolo de aquecimento de potenciação no sprint e mudança de direção em jogadoras de futebol feminino: um estudo randomizado

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

**Orientador:** Professor Doutor Ivan Baptista

**Coorientador:** Professor Doutor José Afonso

**Tomás Zylberberg Lapas dos Santos Luiz**

Porto, 2023

**Ficha de Catalogação:**

Zylberberg, T. (2023). *A resposta a um protocolo de aquecimento de potenciação no sprint e mudança de direção em jogadoras de futebol feminino: um estudo randomizado*. Porto: T. Zylberberg. Dissertação de Mestrado para a obtenção do grau de Mestre em Treino de Alto Rendimento, apresentado à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

**Palavras-Chave:** MELHORIA DO DESEMPENHO, AQUECIMENTO, SPRINT, MUDANÇA DE DIREÇÃO, FUTEBOL FEMININO

## **Agradecimentos**

Primeiramente, salientar que estes dois anos letivos/profissionais da minha vida foram inolvidáveis. Ter tido o virtuosismo de juntar este mestrado com o futebol profissional foi desgastante em todos os sentidos, mas, em contrapartida, extremamente enriquecedor no que tange o aumento do conhecimento. Acrescento ainda que, quanto mais conhecimento ganhei, percebi que “pouco” sabia, obrigando-me assim a ter de investigar mais para dar respostas às minhas dúvidas, incertezas e curiosidades. Não obstante, não comecei nem acabei este trajeto sozinho, estive acompanhado constantemente por todos aqueles que, embora à distância, não deixaram de exigir de mim, não me permitindo nunca ser apenas mais um ser comum. Como tal, segue a secção imprescindível deste tópico, a qual não faria sentido se não fosse proferida:

- Começo com um destaque para si, pai. Sei que este momento iria chegar, aquele em que mais uma promessa foi cumprida. Obrigado por tanto, por nunca me ter faltado nada, por todo o aconselhamento e me fazer entender que, apesar de haver estas coisas (passo a expressão: “chatas”), fazem-nos num futuro próximo conquistar patamares superiores e alcançar com mais mérito e dignidade as metas tão esperadas. Posto isto, pai, continue a meu lado como sempre, porque vou continuar a vingar por tudo o que me proporcionou! JUNTOS!

- À minha mãe e avós, que tanto bem me fazem e nunca deixaram que me faltasse nada. Por todas as facilidades oferecidas e, apesar da distância se mostrarem tão presentes, sei que todo este trajeto se tornou mais motivante devido a vocês! O meu sucesso é o vosso sucesso, como tal, merecemos continuar a triunfar juntos, como sempre o fizemos, felizes e unidos. Mãe, avó e avô Zylberberg, obrigado!

- Às minhas três meninas, Frederica, Raquelita e Ritinha, o mano nunca se esquece de vocês e espero continuar a orgulhar-vos. Talvez quiçá, ser o vosso ídolo!

- Aos meus tios de Braga, que me acompanharam desde o meu primeiro dia fora do meu lar, numa cidade diferente, que me deram casa e me fizeram sentir, como referi, em casa. Obrigado pelo “pontapé de saída” para este jogo

aleatório em que, infelizmente, há derrotas, nas quais caímos e duvidamos de nós. Posteriormente, começamos a sentir o cansaço e o corpo começa a fraquejar, olhamos para o nosso interior e já pouco sobeja, mas ainda assim, voltamos a tentar e refinamo-nos. Portanto, também há vitórias, as quais nos fazem lembrar ainda mais o porquê e por quem cá andamos. Obrigado, Tia Lili e Tio Parente!

- Tios do Porto, Tio Paulo e Tio Rui, que papel diferenciado que tiveram nesta jornada, nomeadamente neste último ano, mas não só, desde o começo de toda a caminhada que antecipou estes dois anos letivos. Nunca me senti só e sei que isso fez toda a diferença. As minhas conquistas são nossas, são vossas! Obrigado!

-A todos os meus amigos, que apesar de nos vermos tão pouco, sempre tiveram para comigo mensagens de apoio. Mensagens estas que me transmitiam segurança e proximidade. 'Os amigos são a família que nós escolhemos'.

- Aos meus dois professores orientadores, professor Doutor Ivan Baptista e professor Doutor José Afonso, por todo este acompanhamento de excelência durante estes dois anos, conseguindo, graças à vossa ajuda, a conclusão de um trabalho com uma relevância tão grande para o meu futuro.

- Por fim, mas não menos importante, a todas as jogadoras que acompanhei e acompanho. Sei que o facto de pôr em prática toda a literatura que analisei, seja no próprio dia ou num outro momento qualquer, de forma consciente, me fez entender melhor cada detalhe, mesmo os mais minimalistas relacionados com o treino desportivo. Foi e tem sido um trabalho em conjunto, no qual tive uma progressão exímia.

Concluindo, não vou parar por aqui, mas para já, o meu obrigado a todos(as)!

# Índice Geral

Agradecimentos .....	III
Índice de Tabelas .....	VII
Índice de Figuras .....	IX
Resumo .....	XI
Abstract .....	XIII
Lista de Abreviaturas .....	XV
Capítulo I .....	1
1.1 Introdução .....	3
1.2. Âmbito particular do estudo .....	5
1.3. Objetivos gerais .....	6
1.4. Estrutura geral do trabalho .....	6
Capítulo II .....	7
2.1. Revisão de Literatura .....	9
2.1.1. Aquecimento: Métodos de Potenciação .....	9
2.1.2. Desempenho no <i>Sprint</i> .....	10
2.1.3. Desempenho na mudança de direção pré-planeada .....	12
2.2. Processo fisiológico envolvente .....	15
2.2.1. Diferenciação de PAP e PAPE .....	15
2.2.2. Fisiologia da PAP e PAPE .....	17
Capítulo III .....	19
<b>The response to a potentiation warm-up protocol on sprint and COD in female football players: a randomized controlled study .....</b>	<b>21</b>
Capítulo IV .....	33
4.1. Discussão .....	35
4.2. Conclusões .....	36
Capítulo V .....	39
5. Referências .....	41



## Índice de Tabelas

<b>Table 1.</b> Independent t-tests between EXPG and CONG in the pre-protocol. ....	28
<b>Table 2.</b> Evolution from pre- to post-protocol in EXPG and CONG'S performance. ....	29
<b>Table 3.</b> Performance of both groups in the post-protocol. ....	29
<b>Table 4.</b> Differences in the two moments of the tests, in the two groups.....	29



# Índice de Figuras

<b>Figure 1.</b> Participants flow diagram.....	25
---	----



## **Resumo**

Um aquecimento adequado tem a capacidade de potenciar qualidades físicas, tais como a velocidade, força e capacidade explosiva, para um melhor desempenho atlético em treino ou competição. Além disso, é também uma oportunidade para os jogadores se prepararem mental e tecnicamente.

Os meus objetivos com esta dissertação foram: I) explorar e analisar a literatura existente sobre a importância e estratégias associadas a diferentes protocolos de aquecimento e de potenciação no futebol; II) e desenvolver um estudo científico que avalie o efeito agudo à exposição a um protocolo de aquecimento de potenciação em jogadoras de futebol feminino.

A investigação foi realizada através de um estudo randomizado paralelo durante três semanas, com participação de 17 jogadoras de futebol entre os 18 e 31 anos de idade. As participantes foram distribuídas aleatoriamente entre grupo de controlo (n=8), onde realizaram o seu aquecimento habitual, e um grupo experimental (n=9), onde eram expostas a um protocolo de potenciação de aquecimento.

O nosso estudo não revelou diferenças estatísticas de desempenho entre os grupos nos testes de velocidade e agilidade. No pós-protocolo, as sujeitas do grupo de controlo apresentam uma ligeira melhoria de desempenho em ambos os testes, embora os resultados não sejam estatisticamente significativos.

Por fim, os dados obtidos revelam que o protocolo não foi eficaz para a melhoria das variáveis analisadas.

**Palavras-Chave:** MELHORIA DO DESEMPENHO, AQUECIMENTO, SPRINT, MUDANÇA DE DIREÇÃO, FUTEBOL FEMININO



## **Abstract**

A warm-up has the potential to improve physical qualities, such as speed, strength and explosiveness, for better athletic performance in training or competition. Furthermore, warming up before training sessions, as well as giving the athlete greater physical readiness, is also an opportunity for players to prepare themselves mentally and technically.

My goals with this thesis were: I) to explore and analyze the existing literature on the importance and strategies associated with different warm-up and potentiation protocols in football; II) and to develop a scientific study that evaluates the acute effect of exposure to a potentiation warm-up protocol in female football players. The research was carried out through a 3-week parallel randomized study, with the participation of seventeen female football players between the ages of 18 and 31. The participants were randomly assigned to a control group (n=8), where they performed their usual warm-up, and an experimental group (n=9), where the players were exposed to a warm-up enhancement protocol.

Our study revealed no statistical differences in performance between the groups in the speed and agility tests. In the post-protocol, the subjects in the control group improved performance in both tests, although the results were not statistically significant.

Finally, the data obtained shows that the protocol was not effective in improving the variables analyzed.

**Keywords:** PERFORMANCE ENHANCEMENT, WARM UP, SPRINT, CHANGE OF DIRECTION, WOMEN'S FOOTBALL



## **Lista de Abreviaturas**

BJ- Broad Jumps

CAE- Ciclo Alongamento-Encurtamento

COD- Mudanças de Direção

CONG- Control Group

ES- Effect Sizes

EXPG- Experimental Group

HJ- Hurdle Jumps

PAP- Potenciação Pós-Ativação

PAPE- Melhoria da Performance Pós-Ativação

SSC- Stretching-Shortening Cycle

WU- Warm-Up



## Capítulo I



## 1.1 Introdução

O futebol é caracterizado por esforços intermitentes de alta intensidade, com contribuições do metabolismo aeróbio e anaeróbio (Wong et al., 2012), fazendo com que os jogadores possam cumprir distâncias entre os 10 e 13 km, situações de mudanças de direção (COD) vigorosas, saltos, *sprints*, acelerações e desacelerações com períodos muito breves de descanso (Aloui et al., 2021; Di Salvo et al., 2009; Mohr et al., 2003, 2005). Além disso, o jogador de futebol deve ter capacidades motoras desenvolvidas tais como, resistência, velocidade e força muscular (Aloui et al., 2021). Neste sentido, os treinadores têm dado não só importância às componentes tático-técnicas, mas também à otimização das diversas capacidades motoras (Metaxas et al., 2005). Assim, tem-se prestado atenção ao aquecimento, de forma a levar os jogadores às condições de prontidão física e psicológica (Till & Cooke, 2009), assim como ao desenvolvimento das componentes táticas necessárias para a prática da sua modalidade (Metaxas et al., 2005).

O aquecimento, por norma, é uma estratégia usada pelos jogadores antes do treino ou competição, que visa melhorar o seu desempenho para as tarefas exigidas (Thompsen et al., 2007). Porém, os aquecimentos utilizados em ambos os contextos são diferenciados, complementando dizendo que o grau de importância da competição, pode também alterar o tipo de preparação prévia. No caso de um aquecimento antes de uma sessão de treino, o propósito será preparar o jogador para as tarefas centrais (ou não) daquele treino, contudo, num contexto de competição, o aquecimento objetivará melhorar o desempenho do jogador para o jogo (Ajemian et al., 2010; Silva et al., 2020).

Os objetivos do aquecimento são diversos tais como, pretender aumentar a temperatura corporal (Cuenca-Fernández et al., 2022), tanto a prontidão física (Yanci et al., 2019) como psicológica (Bishop, 2003a, 2003b; McGowan et al., 2015), melhorar a aptidão para as questões técnicas (Metaxas et al., 2005), assim como, servir como estratégia auxiliar em jogadores, por exemplo em fase de reabilitação, que sintam dor ou desconforto (Rio et al., 2015). É possível alcançar estes pressupostos através de diversas formas, dentro das quais, o recurso a exercícios isométricos (Rio et al., 2015) e movimentos dinâmicos com

atividades de intensidade progressiva (Tsolakis & Bogdanis, 2012). Estas estratégias permitem aumentar de forma gradual a temperatura corporal, assim como ativar os músculos coadjuvantes para as ações pretendidas (Thompson et al., 2007), criando as condições fisiológicas e neuromusculares ótimas para a prática da modalidade (Faigenbaum et al., 2010).

Na literatura referente a este tema, tem-se visto um foco especial em métodos de aquecimento que promovam a potenciação do desempenho dos jogadores a eles submetidos (Fernandez-Fernandez et al., 2020; Wilson et al., 2013), especificamente através das atividades que contemplam movimentos dinâmicos e com intensidades máximas ou submáximas (Faigenbaum et al., 2010). De forma geral, estes métodos de aquecimento de potenciação, são compostos por atividades onde prevalece um rápido ciclo alongamento-encurtamento (CAE), ou seja, um aumento da capacidade do sistema neural e musculotendinoso em aplicar o máximo de força no menor espaço de tempo possível (Wang & Zhang, 2016). Este fenómeno, por sua vez, resulta em mudanças fisiológicas positivas que levam à melhoria do desempenho, nomeadamente através da exposição a protocolos que contemplem COD (Nicol et al., 2006), pliometria (Werfelli et al., 2021) e *sprints* (Matusiński et al., 2021).

Neste paradigma da potenciação, dois fenómenos em particular têm recebido bastante atenção, a Potenciação Pós-Ativação (PAP - *Post-Activation Potentiation*) e a Melhoria da *Performance* Pós-Ativação (PAPE - *Post-Activation Performance Enhancement*) (Prieske et al., 2020).

O fenómeno PAP é considerado quando existe um aumento da força contrátil do músculo, em resposta a contrações máximas voluntárias que têm a capacidade de condicionar contrações musculares subsequentes. Aplica-se em regimes laboratoriais, através da avaliação mecânica, por eletromiografia (Blazevich & Babault, 2019; Prieske et al., 2020). Por outro lado, considera-se a existência de PAPE quando existe uma melhoria do desempenho após uma contração máxima voluntária condicionante, com ou sem ação de eletromiografia (Prieske et al., 2020).

Por consequência, é indispensável ter uma série de fatores em conta quando se pretende aplicar métodos de potenciação nos jogadores que visem a

melhoria da sua performance através da sua história contrátil. Ou seja, jogadores com mais maturidade de treino, potencialmente estarão mais habituados a lidar com cargas mais intensas, portanto, a potenciação tenderá a ser superior à fadiga, enquanto que em jogadores mais inexperientes há a possibilidade que a fadiga se sobreponha ao efeito de potenciação (Robbins, 2005). Neste sentido, é necessário ter em consideração os tipos de contração muscular (contrações isométricas, concêntricas e excêntricas), intensidade da contração, volume (repetições, séries, cadência e tempo sob tensão) e tempo de repouso (Robbins, 2005).

O futebol é uma das modalidades mais praticadas no mundo, onde mais de 60% da população mundial está envolvida (Mariscal et al., 2021) e, apesar da profissionalização e popularidade do futebol feminino em todo o mundo, a investigação científica específica sobre as jogadoras é ainda mais limitada em comparação com o futebol masculino, especialmente nas áreas das características físicas e fisiológicas das jogadoras (Kryger et al., 2022; Martínez-Lagunas et al., 2014; Pfister, 2015). Mais concretamente, na história do futebol apenas 25% dos estudos incluem participantes do sexo feminino (Kirkendall, 2020). Todavia, o futebol feminino tem recebido recentemente uma maior atenção por parte dos investigadores desportivos (Pfister, 2015). Portanto, como afirmam Aloui et al. (2021), continua a ser necessária mais investigação para clarificar a variação em efeitos relatados nos diferentes protocolos de potenciação.

Consequentemente, o estudo que esta dissertação contempla, traz um acréscimo à literatura sobre este paradigma ainda não aprofundado. Isto porque, é mais um estudo sobre melhoria do desempenho (Nikolaidis et al., 2014), que permite constatar se existe ou não um efeito agudo em resposta a protocolos de potenciação (Aloui et al., 2021).

## **1.2. Âmbito particular do estudo**

O grande objetivo dos métodos de potenciação (Aloui et al., 2021; Evetovich et al., 2015) é permitir aos treinadores e preparadores físicos identificar variáveis de resposta dos jogadores, podendo desta forma, adaptar

estratégias de aquecimento que visem a sua melhoria de desempenho e sucesso desportivo (Nikolaidis et al., 2014). Pelo meu conhecimento e processo de investigação, nenhum artigo foi encontrado relativamente à melhoria do desempenho de jogadoras de futebol, em resposta a qualquer um dos métodos possíveis de potenciação do presente tema. Assim, este estudo é mais um contributo para a literatura referente a este tema, precursor de sentido crítico, analisando a oferta literária que há disponível sobre os subtemas associados a toda a investigação.

### **1.3. Objetivos gerais**

Os meus objetivos com esta dissertação são: I) explorar e analisar a literatura existente sobre a importância e estratégias associadas a diferentes protocolos de aquecimento e de potenciação no futebol; II) e desenvolver um estudo científico que avalie o efeito agudo à exposição a um protocolo de aquecimento de potenciação em comparação com o programa habitual de treino, numa equipa de jogadoras de futebol feminino.

### **1.4. Estrutura geral do trabalho**

Esta dissertação segue a estrutura do modelo escandinavo, estando redigida em cinco capítulos: 1- Introdução Geral; 2- Revisão de Literatura; 3- Estudo Científico, 4- Discussão e conclusões; e 5- Referências bibliográficas.

O capítulo 1 contempla uma introdução breve do tema do estudo, os objetivos pretendidos com a investigação e a estrutura geral do trabalho.

No capítulo 2 está inserida uma revisão de literatura formal sobre o tema da dissertação.

No capítulo 3 está apresentado o estudo científico intitulado: *“The response to a potentiation warm-up protocol on sprint and COD in female football players: a randomized controlled study”*.

No capítulo 4 está exposta uma discussão e conclusões de todo o processo de investigação deste tema, analisando os resultados obtidos.

E por fim, no capítulo 5, as referências bibliográficas.

## Capítulo II



## 2.1. Revisão de Literatura

### 2.1.1. Aquecimento: Métodos de Potenciação

É prudente um aquecimento prévio a uma atividade que objetive um melhor desempenho desportivo consequente (Dinç, 2019; McGowan et al., 2015) através de atividades que aumentem a temperatura muscular, promovam maior consumo de oxigénio e fluxo sanguíneo, reações metabólicas, condutividade nervosa, fornecimento de energia anaeróbica e expressão de força mais eficiente (Thapa et al., 2022).

Neste sentido, na literatura encontram-se descritos vários exemplos de aquecimentos passivos (que visam aumentar a temperatura muscular através de meios externos) e aquecimentos ativos (através de movimentos dinâmicos, que podem levar a maiores alterações metabólicas e cardiovasculares do que o aquecimento passivo) (Bishop, 2003a). Apesar das diferentes tipologias, o objetivo central do aquecimento no futebol passa por otimizar as qualidades e aptidões físicas dos jogadores mais importantes para o rendimento desportivo (Andrade et al., 2015), utilizando métodos que tenham a capacidade de gerar um efeito fisiológico de potenciação no jogador (Hodgson et al., 2005).

Dentro da tipologia de aquecimento ativo, encontram-se descritos na literatura métodos de aquecimento de potenciação, que são caracterizados por contemplar atividades onde prevalece um rápido CAE (Wang et al., 2016), tais como programas que possuam COD (Michailidis et al., 2019) pliometria (Hammami et al., 2020) e *sprints* (Matusiński et al., 2021). O CAE é considerada a função muscular fundamental na qual o músculo pré-ativado é primeiramente alongado (ação excêntrica) e posteriormente ocorre uma ação de encurtamento (concêntrica) (Nicol et al., 2006). Durante este ciclo, a energia elástica armazenada no músculo é utilizada para produzir mais força do que aquela que pode ser fornecida por uma ação concêntrica em solitário, mais concretamente, distingue-se por uma rápida desaceleração da massa seguida imediatamente pela sua rápida aceleração na direção vertical oposta (Wang & Zhang, 2016).

Em ambas as velocidades do CAE, ocorre uma fase excêntrica de absorção, na qual existe um estiramento das estruturas musculotendinosas. Após esta fase há um aumento da capacidade dos músculos produzirem força

durante a fase concêntrica consequente, isto é, a fase propulsiva (Markovic & Mikulic, 2010). De um ponto de vista mecanicista, alguns argumentos podem justificar este aumento de força, tais como: a) o tempo disponível para desenvolver força; b) o armazenamento e reutilização da energia elástica; c) a potenciação da maquinaria contrátil; d) relação entre a componente elástica em série e a maquinaria contrátil; e) e a contribuição dos reflexos (Walshe et al., 1998).

### **2.1.2. Desempenho no *Sprint***

No futebol é usual ocorrer variadas situações de exigência físicas e intensidades de treino/jogo elevadas, nomeadamente o *sprint* linear (Devismes et al., 2021; Faude et al., 2012; Lockie et al., 2020). Embora não seja um acontecimento constante ao longo do jogo, é um tipo de deslocamento frequentemente observado em momentos-chave do jogo, tais como nos momentos de ocorrência de golo (Faude et al., 2012) e criação de jogadas ofensivas ou momentos defensivos (Vanrenterghem et al., 2017).

A habilidade de *sprintar* linearmente num jogador de futebol é crucial e decisiva, independentemente do nível competitivo. É também caracterizada pela sua natureza multidirecional (Bradley et al., 2009; Freitas et al., 2023), a qual requer uma grande capacidade de produção de força explosiva concêntrica e um CAE de uma série de músculos dos membros inferiores (Markovic et al., 2007; Markovic & Mikulic, 2010). Em estudos precedentes, foi referenciado que há uma correlação entre a taxa de produção de força e fatores biológicos como a ativação neural, a massa muscular, arquitetura muscular e a composição do tipo de fibra muscular (Methenitis et al., 2016).

Num jogo de futebol, a distância total percorrida pode variar entre os 8-12km (Vigne et al., 2010), na qual estão integrados em média 30 *sprints* acima dos 25 km/h, superiores a 85% da sua velocidade máxima, correspondentes a 11% da distância total realizada no jogo, com uma duração média entre os 2-4 segundos e distâncias de exposição compreendidas entre os 10-40 metros (Al Haddad et al., 2015; Vigne et al., 2010). O *sprint* linear é comumente descrito como tendo uma fase de aceleração, velocidade máxima, velocidade resistente

e desaceleração (Kyröläinen et al., 1999; Mero et al., 1992). Adicionalmente, é necessário garantir que os jogadores tenham a capacidade de sprintar de forma eficiente (Freitas et al., 2023).

Após alguma investigação, é possível observar diversos estudos que sugerem melhorias no desempenho do *sprint* linear após exposição a protocolos de aquecimento que contemplem o CAE, principalmente em distâncias entre os 10-55m (Aloui et al., 2021; Markovic et al., 2007; Markovic & Mikulic, 2010; Rimmer & Sleivert, 2000; Wang & Zhang, 2016). Contudo, Rimmer and Sleivert (2000) e Delecluse et al. (1995) afirmam que a exposição a estes métodos que incluam o CAE, são principalmente visíveis na fase de aceleração do *sprint*, isto derivado tanto à velocidade da ação muscular, como força aplicada no solo nos exercícios desses mesmos métodos. Por conseguinte, num momento de avaliação de força e velocidade durante um *sprint*, é possível analisar que numa fase inicial, o jogador produz grandes quantidades de força a uma velocidade mais baixa, com o intuito de acelerar o corpo para a frente, enquanto que, com o aumento natural da velocidade da corrida, essa mesma produção de força diminui (Morin et al., 2012).

Desta forma, o desempenho do *sprint* linear pode ser caracterizado pela capacidade de acelerar e correr à máxima velocidade. Numa fase de aceleração, é fundamental o jogador conseguir aplicar uma elevada força horizontal no chão, de forma a conseguir acelerar o seu corpo para a frente, por conseguinte, quando está em velocidade máxima depende da produção de grandes quantidades de força vertical de reação do solo (Devismes et al., 2021).

Otimizar a capacidade de *sprintar* de forma linear tornou-se uma parte integrante do treino de futebol (Devismes et al., 2021) e, como tal, nas ciências do desporto é debatido qual o método mais eficaz para melhorar o desempenho no *sprint*, focando-se em duas estratégias principais: a) os métodos de potenciação que incorporem atividades dominantes do CAE; b) e o treino convencional de velocidade (Markovic & Mikulic, 2010).

Sendo este um tema que, tanto muitos outros, mostra alguma controvérsia, Rimmer and Sleivert (2000), pretenderam analisar dois grupos, expondo-os a dois métodos distintos durante oito semanas. Um dos grupos foi

submetido a um protocolo com exercícios dominantes de CAE e o outro submetido a um protocolo de treino específico de velocidade. Passadas as oito semanas, o grupo que desempenhou o protocolo de potenciação melhorou significativamente os tempos no desempenho de *sprint* linear de 10m (+2,6%) e 40m (+2,2%) nos tempos de desempenho de *sprint*. Ainda assim, comparativamente com o segundo grupo, as melhorias não foram significativas. Estes resultados indicam que os métodos de potenciação podem ser úteis para melhorar o desempenho do *sprint* linear em distâncias até 40 m.

### **2.1.3. Desempenho na mudança de direção pré-planeada**

A capacidade de acelerar rapidamente é preponderante no jogador de futebol (Devismes et al., 2021). Desta forma, parece lógico que a fase de aceleração (isto é, o momento em que ocorre aplicação de força horizontal elevada no solo) seja um fator decisivo para um melhor desempenho do jogador (Gómez Carmona et al., 2021) e, sendo que cada aceleração máxima ocorre na fase inicial do *sprint* (Akenhead et al., 2013; Little & Williams, 2005; Standing & Maulder, 2017), é possível afirmar que ter o domínio de atingir velocidades mais elevadas em distâncias muito curtas (por exemplo,  $\leq 5$  m) é parte integrante para o êxito nos desempenhos no futebol (Barnes et al., 2014), nomeadamente em momentos de COD, que integra uma das situações mais frequentes nesta modalidade (Faude et al., 2012).

Por conseguinte, um jogador tem de ter o domínio no desempenho da COD porque no futebol, durante as competições, são expostos frequentemente a mudanças de velocidade e direção (Freitas et al., 2022) em resposta a estímulos externos, tais como seguir a trajetória da bola (Young et al., 2015), ajustar o seu posicionamento em campo de forma de evitar a oposição do adversário e obter vantagens posicionais que podem levar a um momento de finalização (Bloomfield et al., 2007; Ross et al., 2014). Curiosamente, alguns estudos descobriram que os jogadores mais fortes, mais rápidos e mais explosivos, tendem a apresentar maiores défices de COD, o que nos sugere que são menos eficientes na COD em relação à sua velocidade máxima de *sprint* (Freitas et al., 2019; Loturco et al., 2018; Pereira et al., 2018).

Consequentemente, tem sido do interesse dos profissionais da área identificar os fatores determinantes para o desempenho da COD em desportos como o futebol (Thomas et al., 2018) devido aos mecanismos multifacetados que lhes são associados (Nimphius et al., 2018), visto que envolvem uma panóplia de aspetos de ordem técnica e física, tais como a força máxima aplicada e capacidades relacionadas com potência (M. Brughelli et al., 2008; Hewit et al., 2013). Adicionalmente, a COD pode ser considerada uma tarefa motora complexa e multifatorial que envolve movimentos horizontais e unilaterais de cadeia fechada e com ações multiarticulares (Brughelli et al., 2008).

Em todas as ações de COD é inevitável que ocorram múltiplas acelerações e desacelerações, assim, é possível supor que ser dominante nesta habilidade de acelerar e atingir velocidades mais elevadas em distâncias curtas, é o fator mais importante que coopera para mudanças rápidas na direção do movimento (Freitas et al., 2019). Contudo, esta habilidade para além de solicitar uma aplicação de força específica no chão, requer uma grande componente de técnica individual, sendo maioritariamente composta pelo domínio de aplicação de força lateral por parte do jogador, seja em resposta a COD pré-planeada como um teste-T, ou em resposta a um estímulo externo imposto pelo treino ou jogo (Brughelli et al., 2008).

Além disto, é também indicado na literatura que a técnica de corrida desempenha um papel importante no desempenho da COD (Sayers, 2000) nomeadamente, por requerer uma inclinação do corpo para a frente e colocando um centro de gravidade mais baixo, aumentando assim a estabilidade, tanto no momento de acelerar como desacelerar o corpo, permitindo desta forma uma COD mais rápida (Sayers, 2000; Sheppard & Young, 2006).

Devido a toda a complexidade já nomeada associada à COD, a avaliação do seu desempenho tem sido amplamente investigada, tanto através de estudos em contexto de campo, como através de análises biomecânicas em laboratório (Condello et al., 2016). A recolha de dados em campo é mais rápida e simplista, sendo que o principal resultado obtido é o tempo para efetuar uma tarefa específica que, por norma, já está pré-estabelecida (Young et al., 1996; Young et al., 2002). Em contrapartida, uma análise por via laboratorial de um teste de

COD pode fornecer informações mais pormenorizadas, como a força de reação ao solo (McLean et al., 2004), tempo de contato com o solo (Green et al., 2011), angulação articular realizada durante o movimento (Besier et al., 2001), velocidade angular (Green et al., 2011) e outras análises com recurso a eletromiografia (Landry et al., 2007).

Alguns autores concluíram que diferentes formas de exprimir velocidade estão positivamente associadas a uma capacidade superior de COD, isto porque os jogadores mais rápidos em trajetórias lineares tendem a ser mais rápidos em momentos de COD (Freitas et al., 2019; Loturco et al., 2019; Pereira et al., 2018). Ainda assim, Loturco et al. (2018), referem também que os jogadores mais rápidos em *sprints* lineares têm tendência a ser menos eficientes na COD, ou seja, em relação à sua velocidade máxima de *sprint* linear. Noutro contexto, as diferenças entre jogadores masculinos e femininos, nesta habilidade, já foram demonstradas em algumas variáveis relativamente ao seu desempenho (Meylan et al., 2009). Por exemplo, Condello et al. (2016) objetivaram comparar o desempenho na COD entre sexos. Os autores concluíram que o sexo masculino aplica maior força horizontal, enquanto o tempo de contato com o solo tende a ser semelhante entre ambos os sexos.

Portanto, verificamos que a grande parte das COD, requerem uma ação rápida do CAE (Markovic & Mikulic, 2010). Neste sentido, é sugerido que o recurso a métodos de potenciação que contemplem o CAE (e.g., protocolos de pliometria) podem diminuir os tempos de contato com o solo. Este fenómeno acontece devido ao aumento da força muscular e da eficiência do movimento, afetando positivamente o desempenho na COD (Aloui et al., 2021; Roper, 1998) e, por sua vez a eficácia em momentos de agilidade (Sheppard & Young, 2006). Concluindo, os métodos de treino para aprimorar a velocidade da COD e agilidade devem também compreender um treino altamente específico que reconheça as exigências específicas da modalidade, tal como, a exposição à própria modalidade (Sheppard & Young, 2006).

## **2.2. Processo fisiológico envolvente**

Como referido no capítulo anterior, dentro da potenciação, os fenómenos PAP e PAPE são os mais conhecidos e similares entre si, tendo vindo a receber bastante atenção. Contudo, existem diferenças que justificam a diferenciação conceptual destes dois termos (Prieske et al., 2020).

### **2.2.1. Diferenciação de PAP e PAPE**

Quando nos referimos a PAP, direcionamo-nos para o aumento da força contrátil do músculo, como resposta a contrações máximas de carácter voluntário e capazes de condicionar contrações musculares subsequentes. Este termo aplica-se exclusivamente à avaliação mecanística, em meio laboratorial, da contração muscular, através de eletromiografia (Blazevich & Babault, 2019; Prieske et al., 2020). Assim, quando ocorre uma breve contração muscular em resposta a um potencial de ação pré-sináptico ou um conjunto de potenciais de ação sincronizados (Hodgson et al., 2005), resultantes da aplicação de estímulos elétricos podemos afirmar que estamos na presença do fenómeno PAP (Blazevich & Babault, 2019).

A PAP, enquadra-se na categoria da potenciação que depende de uma atividade, a qual se diferencia das restantes (pós-tetânica e em escada - *staircase*) pelo cariz voluntário da contração condicionante. Nos restante tipos, a potenciação acontece por estimulação elétrica involuntária (Blazevich & Babault, 2019). Por outro lado, o método de avaliação do efeito de potenciação é de ordem involuntária, isto porque depende de uma aplicação de um impulso elétrico na fibra muscular, que responde através de uma contração involuntária (Blazevich & Babault, 2019).

Relativamente a este método, os autores sugerem que existe uma janela temporal ótima de forma a desencadear e otimizar o efeito PAP, no entanto, ainda não existe consenso de qual a ideal. Estes mesmos autores sugerem que janelas temporais de tempo reduzido (5 minutos), moderado (8 a 12 minutos) e extensivas (<19 minutos) de recuperação, podem estimular este efeito de potenciação (Wilson et al., 2013). Ainda assim, é possível encontrar descrito na

literatura que o período ótimo de repouso varia entre os 7 e os 10 minutos (Wilson et al., 2013).

No tocante ao termo PAPE, este pode ser utilizado para uma abordagem da melhoria da performance (Blazevich & Babault, 2019; Boullosa, 2021; Brink et al., 2021, 2022; Ciocca et al., 2021; Prieske et al., 2020), o que é considerado como um dos principais objetivos dos protocolos de aquecimento (McGowan et al., 2015). Adicionalmente, o fenómeno PAPE tem vindo a ser associado a aumentos da força voluntária máxima, níveis de potência ou velocidade (dinâmica ou isométrica), pressupõe a existência de um aumento subsequentemente da performance (salto, *sprint* ou COD), após uma contração máxima voluntária condicionante (Prieske et al., 2020). Isto significa que ocorre um aumento da capacidade de produção de força do músculo em posteriores contrações voluntárias na presença, ou não, de PAP verificada eletricamente, ou seja, sem avaliação eletromiográfica da contração muscular.

Desta forma, é possível afirmar que pode existir PAP sem PAPE (apenas existirem alterações elétricas no músculo sem que haja melhorias na performance) como o contrário (ocorrer um aumento de performance decorrente de um esforço máximo voluntário, sem que este produza alterações elétricas relevantes no músculo) (Blazevich & Babault, 2019).

Portanto, não é ainda evidente se a realização de contrações de intensidade máxima voluntárias é efetivamente significativa para que haja um aumento na performance, isto é, PAPE depender da PAP. Noutra sentença, se a ocorrência deste mesmo efeito pode ser alcançada após um aquecimento intenso, direcionado para a tarefa a realizar posteriormente e que, seja capaz de aumentar a temperatura muscular, melhorando consequentemente o desempenho do jogador (Blazevich & Babault, 2019). Novamente, os efeitos de melhoria da performance têm-se avistado como mais satisfatórios após 7 a 10 minutos da contração condicionante (Cuenca-Fernández et al., 2017; Maloney et al., 2014; Tillin & Bishop, 2009; Wilson et al., 2013).

### 2.2.2. Fisiologia da PAP e PAPE

A literatura sugere-nos que existem dois argumentos principais responsáveis pela ocorrência de PAP e PAPE. O mecanismo mais comprovado é a fosforilação das cadeias regulatórias leves de miosina (Prieske et al., 2020; Robbins, 2005; Tillin & Bishop, 2009), sendo que o mecanismo de aumento da capacidade de recrutamento de unidades motoras é também sugerido, embora ainda careça de uma maior sustentação científica. (Tillin & Bishop, 2009).

Começando pelo mecanismo primário, a molécula de miosina é um hexâmero composto por duas cadeias pesadas. A terminação destas cadeias, designada de cabeça da miosina, possui duas cadeias regulatórias leves. Por sua vez, cada cadeia possui um local específico de ligação para uma molécula de fosfato (Tillin & Bishop, 2009). A fosforilação das cadeias leves de miosina é catalisada pela enzima quinase, ativada pela libertação dos iões  $Ca^{2+}$  no sarcoplasma, aquando da contração muscular (Tillin & Bishop, 2009). Portanto, a fosforilação das cadeias reguladoras leves de miosina permite aumentar a sensibilidade ao cálcio.

A literatura referente a fibras musculares e humanas, explica que a magnitude do aumento da contração da fibra muscular, medida via estimulação elétrica e a magnitude da fosforilação das cadeias leves, estão fortemente correlacionadas (Manning & Stull, 1982; Moore & Stull, 1984). Esta fosforilação é mais notória nas fibras tipo IIb, as fibras denominadas rápidas glicolíticas (Hodgson et al., 2005). Este argumento, segundo Moore and Stull (1984) ocorre devido a uma maior atividade da enzima quinase que se encarrega pela fosforilação e, uma menor atividade da enzima fosfatase, que tem a responsabilidade da desfosforilação nestas fibras, em comparação com as fibras tipo I. Consequentemente, há o aumento da sensibilidade do complexo actina-miosina ao cálcio sarcoplasmático e assim a formação de novas pontes cruzadas, permitindo existir uma taxa mais rápida de desenvolvimento de força (Blazevich & Babault, 2019; Tillin & Bishop, 2009).

Neste sentido, o aumento da capacidade de recrutamento de unidades motoras possibilita que todas as unidades motoras sejam ativadas, inclusive as que necessitam de limiares máximos de força (Tillin & Bishop, 2009). Através de

estudos com eletromiografia (Folland et al., 2008; Güllich & Schmidtbleicher, 1996; Trimble & Harp, 1998), os autores procuraram analisar os efeitos de uma contração voluntária máxima no recrutamento de neurónios motores. Procederam avaliando o reflexo-H antes e depois de uma contração máxima, técnica que pretende examinar a excitabilidade dos neurónios motores da via aferente Ia (Patikas et al., 2016). Uma vez que a dimensão das unidades motoras ativadas se reflete na amplitude do reflexo-H, é esperado que ocorra uma potenciação deste reflexo após uma contração máxima voluntária (Hodgson et al., 2005; Tillin & Bishop, 2009).

Porém, os estudos que comprovaram este efeito ainda são escassos (Güllich & Schmidtbleicher, 1996; Trimble & Harp, 1998). No que concerne a melhoria do desempenho, recorrer à prática de exercícios intensos, não sendo necessário realizar exercícios de força máxima, poderão ser percursos de PAPE, particularmente ao nível da taxa de desenvolvimento de força e força máxima (Blazevich & Babault, 2019). Não obstante, estas melhorias do desempenho ainda não estão elucidadas relativamente à razão da sua ocorrência, seja por uma maior excitabilidade emocional proporcionados pela realização de exercício intenso, ou se efetivamente existe uma maior excitabilidade neural.

O suporte literário neste tema apresenta controvérsia e é pouco claro, uma vez que os estudos realizados têm tido protocolos diferentes e respostas bastante díspares, seja na avaliação da PAP ou PAPE (Blazevich & Babault, 2019; Hodgson et al., 2005).

## **Capítulo III**



# The response to a potentiation warm-up protocol on sprint and COD in female football players: a randomized controlled study

Tomás Zylberberg<sup>1</sup>, José Afonso<sup>1</sup>, Ivan Baptista<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Sport, Center of Research, Education, Innovation, and Intervention in Sport (CIFI2D), University of Porto, Porto, Portugal; <sup>2</sup>Department of Computer Science, Faculty of Science and Technology, UiT The Arctic University of Norway, Tromsø, Norway.

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the acute effect of exposure to a potentiation warm-up protocol compared to their usual training program, in a team of female football players. Seventeen female football players (age:  $23.9 \pm 3.9$  years), were randomly allocated between a control group (n=8) and an experimental group (n=9) and were tested pre- and post-intervention for 40-m linear sprint test and pre-planned COD T-test. In the control group, the performance in 40-m linear sprint test and pre-planned COD T-test increased slightly, although not significantly ( $p= 0.274$  and  $p= 0.748$ , respectively). In the experimental group occurred a decreased in the 40-m linear sprint test, although not significant ( $p= .137$ ) and performed significantly worse in the post-protocol compared to their pre-protocol performance in pre-planned COD T-test ( $p = 0.014$ ; ES = 0.3). The results observed show that the protocol was not effective in improving the performance in the tests analyzed.

**Keywords:** PERFORMANCE ENHANCEMENT, WARM UP, SPRINT, CHANGE OF DIRECTION, WOMEN'S FOOTBALL

## INTRODUCTION

A warm-up (WU) has the potential to enhance physical qualities, such as speed, strength and explosiveness, for better athletic performance in training or competition (Till & Cooke, 2009). Warming up before training sessions is, therefore, expected to increase body temperature (Cuenca-Fernández et al., 2022; Kapnia et al., 2023), give to the athletes a greater physical readiness (Hammami et al., 2016; Thapa et al., 2022) and is also an opportunity to mentally

prepare themselves for the training contents, while inducing positive psychological effects, such as strengthening concentration and self-confidence (Bishop, 2003a, 2003b; Fujii et al., 2023; González-Fernández et al., 2022; McGowan et al., 2015).

In most sports, WU aims to increase muscle blood flow, heart rate, overcome viscous resistance to muscle movement, and enhance neurological excitability (Fradkin et al., 2010) in order to prepare the players for an immediate performance (McGowan et al., 2015; Tillaar, 2016) and therefore being able to respond to physically demanding training sessions or competitions (Tillaar, 2016; Yanci et al., 2019). To achieve this, previous research have suggested that WU protocols should have static stretching exercises (McMillian et al., 2006; Vazini Taher & Parnow, 2017) and dynamic movements that increase both body temperature and range of motion, enhance motor unit excitability, improve kinesthetic awareness and work on technique by reinforcing critical motor programs (Mann & Jones, 1999; Rutledge & Faccioni, 2001; Thompsen et al., 2007).

More recently, alternative WU protocols focusing on potentiation methods have been proposed in the literature (Aloui et al., 2021; Brink et al., 2022; Ciocca et al., 2021; Matusiński et al., 2021) and applied in practice. These methods are characterized by a variety of exercises that use the stretching-shortening cycle (SSC) (Michailidis et al., 2019), that is, the ability of the neural and musculotendinous systems to produce maximum force in the shortest possible time (Wang & Zhang, 2016). To our knowledge, the most common WU protocol exploring the potentiating effect presented in the literature is the one that resorts to the use of plyometric exercises, sprint and change of direction (COD) (Aloui et al., 2021; Michailidis et al., 2019). In potentiation, Post-Activation Potentiation (PAP) and Post-Activation Performance Enhancement (PAPE) are two of the most studied and discussed phenomena. Nevertheless, some differences distinguish these two mechanisms (Prieske et al., 2020).

The phenomenon PAP is associated with an increase in contractile muscle force in response to maximal voluntary contractions and is capable of conditioning subsequent muscle contractions, measured as the maximal

contraction force evoked by supramaximal electrical stimulation (Blazevich & Babault, 2019; Prieske et al., 2020). From a physiological perspective, the primary mechanism of PAP is the phosphorylation of myosin regulatory light chains (Blazevich & Babault, 2019; Boulosa et al., 2018; Prieske et al., 2020; Tillin & Bishop, 2009). The authors suggest a time window to optimize the PAP, with a recovery period between 7-10 minutes (Wilson et al., 2013).

Conversely, PAPE refers to the increased maximal voluntary strength, power, or velocity (dynamic or isometric) following a conditioning contraction (Prieske et al., 2020). Accordingly, different training protocols have been used to improve the PAPE, such as plyometric exercises (Brink et al., 2022), resistance training (Carbone et al., 2020), sprint training (Bevan et al., 2010), the flywheel paradigm (Sañudo et al., 2020) and COD drills (Young et al., 2015). Similarly to PAP, the performance-enhancing effects may be observed after a resting period, peaking 7-10 minutes after a conditioning contraction (Cuenca-Fernández et al., 2017; Maloney et al., 2014; Tillin & Bishop, 2009; Wilson et al., 2013).

One of the purposes of warming up is to improve or enhance performance, even if it's acute effects (Afonso et al., 2023). In this sense, the effectiveness by which a conditioning activity can stimulate the mechanisms that strengthen muscles and improve performance depends on the balance between fatigue and potentiation (Rassier & Macintosh, 2000; Tillin & Bishop, 2009; Wilson et al., 2013). This balance is affected by a variety of factors, including training experience (Prieske et al., 2020), resting time using an optimal recovery time (Hodgson et al., 2005; Tillin & Bishop, 2009), the intensity of the conditioning activity performed (Sale, 2002), muscle fibre type and gender (DeRenne, 2010). Therefore, optimal performance occurs when fatigue decreases and the potentiated effect still exists (Hodgson et al., 2005).

To the best of our knowledge, there is no research available regarding these potentiation methods on female football players in response to any of the possible potentiating methods. On the other hand, in men's football, several studies have already analyzed these potentiation methods (Aloui et al., 2021; Lockie et al., 2014; Makhoulouf et al., 2018; Michailidis et al., 2019). Therefore, this study aims to determine if there is a potentiation effect after exposure to a

potentiation protocol. It is hypothesized that performance in the selected physical tests will improve significantly and meaningfully after performing the chosen potentiation protocol compared to the control group's WU.

## **METHODS**

### **Trial Design**

We performed a randomized parallel trial in a single highly trained female football team (highly trained/national level) (McKay et al., 2022) competing in the Portuguese top division. A convenience sample was used due to easy access from one of the researchers, who is employed in the club. One group received the experimental intervention (EXPG), which consisted of a potentiation protocol as a WU. The second group received the control intervention (CONG), which consisted of performing their usual WU exercise program. The EXPG had a one week (first week) of familiarization with the potentiation protocol. In CONG, during this familiarization week, they continued with their usual warm-up planning. Both groups were tested before and after performing the WU to which they were assigned. Physical tests and intervention protocol took place during the competitive period.

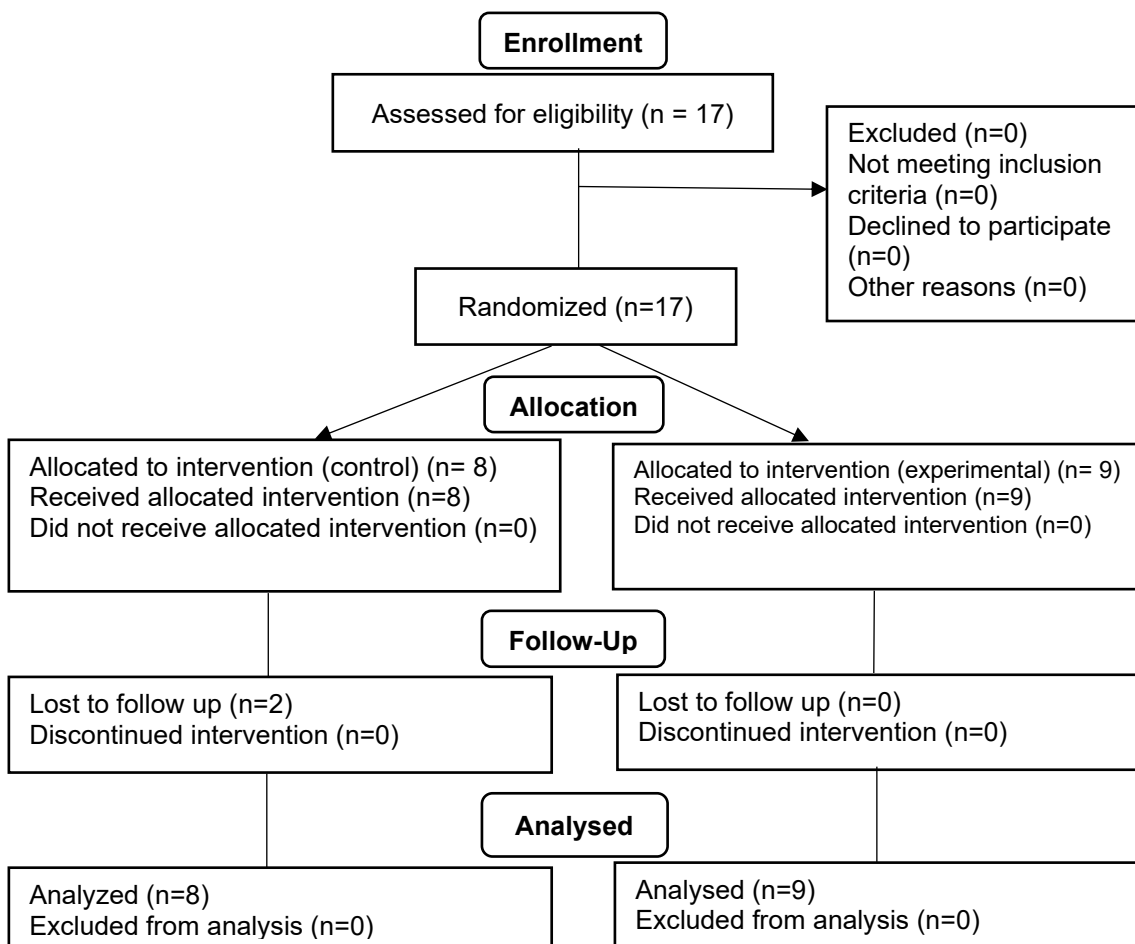
All training sessions and physical tests were performed on synthetic grass of the team's field. The tests were applied without a blinded assessor integrating the technical team. The technology used was objective and reliable, hardly influenced by knowledge of the interventions to which the participants were assigned. As such, we are confident that the non-blinded evaluators did not have a significant impact on the results.

This research was approved by the ethical committee of the Faculty of Sport of the University of Porto, with the following approval code assigned CEFADÉ 03 2022.

### **Participants**

Seventeen female football players, aged between 18 and 31 years ( $23.9 \pm 3.9$ ), participated in this study. Participants were randomly allocated between a

CONG (n=8) and an EXPG (n=9), using the Excel Software and the Random function. The allocation sequence was concealed from the researcher implementing protocols until the beginning of the interventions. The inclusion criteria, applied to 17 participants before the randomization process, considered players from any playing position (except goalkeepers, by their coaches' own decision) able to train without limitations. Subjects were excluded if they had any existing medical conditions that would compromise their participation. All participants were informed about the purpose and content of the project, and the potential risks and benefits of the study, signing an informed consent. In the CONG, two of the eight eligible athletes were excluded after performing the pre-planned COD T-test due to muscle discomfort, therefore, ending up not performing the 40-m sprint test. In EXPG, all the players completed both tests.



**Figure 1.** Participants flow diagram.

## **Experimental and active controls**

The interventions were stipulated to last three weeks (Aloui et al., 2021). During the first week, all players involved in the study were familiarized with the physical tests. This familiarization was performed before training sessions. The intervention protocol was carried out in the following two weeks, in a total of four training sessions (two per week). The data collection of the physical tests started in the second week. The first moment of collection was at the beginning of the first training session, and the second moment was at the end of the third week (after the fourth protocol session had been completed). The duration of each session was 20-min for both groups.

The intervention protocol proposed in the present study was modified from the protocol used by Aloui et al. (2021), and consists of four sets: (I) First set - 6 hurdle jumps (HJ), with a distance of 70-cm between each, followed by a 15-m sprint with COD; (II) Second set - 6 lateral HJ (3 to the left and 3 to the right) followed by a 10-m sprint with COD; (III) Third set - 6 bouncy strides, followed by a 15-m sprint with COD; (IV) Fourth set - 6 broad jumps (BJ) followed by a 10-m sprint with COD. All COD circuits represent different configurations, changing the sprint distance and the angle of the COD curve. In the last set, we replaced the drop jump with the BJ. Due to the drop jumps being done consecutively, there is a component of horizontal resistance, so we chose to implement the BJ, which offers a greater horizontal component (Dello Iacono et al., 2017) and the forces are generated in the same musculature across the hips, knees, and ankles (Svantesson & Grimby, 1995), being a precursor exercise to improved performance in the sprint and COD (Dello Iacono et al., 2017). All repetitions and sets were separated by 90-sec recovery intervals, and each set was performed three times (Aloui et al., 2021).

The CONG's warm-up followed an ideology of James (2004), which first included some dynamic stretching and drills to increase body temperature and, finally, a second phase with movements intended to mimic movements in the game with and without ball possession. The first phase mentioned above lasted 5-min and included slow jogging, light skipping's, dynamic stretches for hip flexors, glutes, quads, hamstrings, abductors, gastrocnemius and for lower limb's

joints. In the second phase, which lasted 15-min, there were exercises with and without possession of the ball with acceleration, COD, jumping over hurdles and playful games with ball possession. In this group, the players only rested in a slow jog, when they moved from the first phase to the second. Both groups had the same warm-up time.

It should be noted that the participants were intended to perform the procedures under study at the same time of day, i.e., same time and temperature as similar as possible. All physical tests and protocol under study were performed with the participants wearing their usual football shoes.

## **Outcomes**

### **40-m linear sprint test**

The primary outcome measure was the speed performance in the 40-m sprint test, measured using the WICHRO® Wireless photocell system by Chronojump® with a 0.94 ICC and 1.5% CV (Iruiria et al., 2022), which consists of two pairs of barriers that contain the photocell and its double reflector. The time was counted in seconds (s) and thousandths of a second (ms) with an error of  $\pm 0.001$  s (Sánchez-Pay et al., 2021). After a 5-sec countdown, the participants ran forward following the route marked by cones, one at 0-m indicating the start place and the other at 40-m indicating the finish place. Participants started the test from a standing start position with the front foot approximately behind the first cone.

### **Pre-planned COD T-test**

The second outcome was the pre-planned COD T-test (Krolo et al., 2020). This test was used according to a standardized version of previous literature (Miller et al., 2006). As forcing the participant to touch each cone is not uniform (Raya et al., 2013), we eliminated this step. We implemented the course directions used in the study by Miller et al. (2006). This test was measured using the WICHRO® Wireless photocell system with a great reliability score (0.903 ICC and 1.5% CV) (López-Samanes et al., 2020), and the test starts and ends on the same pair of barriers. Given the ICCs presented, all devices show high levels of

reliability (Vincent, 1999). Each player performed each test once due to the time limitation for collecting the test data.

### Statistical analysis

An intention-to-treat analysis was performed, with all the participants originally randomized being involved. Shapiro-Wilk test was used for checking the normality and the homogeneity of variances with Levene's test. Descriptive statistics were presented as means  $\pm$  SD. In this, we used Student's t-test for independent samples and Student's t-test for paired samples. Effect sizes (ES) were calculated using partial eta squared and will be classified as small (0.010-0.059), moderate (0.060-0.137), and large ( $>0.137$ ) (Cohen, 2013). Statistical significance was assumed at  $p < 0.05$ . Statistical analysis was performed using the IBM SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) version 27.

## RESULTS

### Pre- Protocol

There were no significant differences in the pre-protocol tests between the two groups. Details are given in Table 1.

**Table 1.** Independent t-tests between EXPG and CONG in the pre-protocol.

	Experimental	Control	
	(M $\pm$ SD)	(M $\pm$ SD)	Sig.
40-m Sprint test	6.16 $\pm$ 0.23	6.02 $\pm$ 0.11	.184
Pre-planned COD T-test	8.95 $\pm$ 0.27	8.97 $\pm$ 0.51	.909

M – Mean; SD - Standard Deviation

### Intra-group evolution

In the Pre-planned COD T-test the subjects in the EXPG perform significantly worse in the post-protocol compared to their pre-protocol performance (9.22-s vs 8.95-s), ( $p = .014$ ; ES = 0.3). In the CONG was observed a slightly increase of performance, though not significant, from the pre- to the post-protocol tests. The data is described in Table 2.

**Table 2.** Evolution from pre- to post-protocol in EXPG and CONG'S performance.

	Pre-protocol	Post-protocol	
	(M ± SD)	(M ± SD)	Sig.
<b>EXPG</b>			
40-m Sprint test (s)	6.18 ± 0.25	6.24 ± 0.25	0.137
Pre-planned COD T-test (s)	8.95 ± 0.27	9.22 ± 0.23	0.014*
<b>CONG</b>			
40-m Sprint test (s)	6.23 ± 0.25	6.09 ± 0.16	0.274
Pre-planned COD T-test (s)	9.22 ± 0.23	9.03 ± 0.31	0.748

M – Mean; SD - Standard Deviation; \*  $p \leq 0.05$ ;

### **Post- Protocol**

Table 3 presents the differences between both groups in the post-protocol tests.

**Table 3.** Performance of both groups in the post-protocol.

	Experimental	Control	
	(M ± SD)	(M ± SD)	Sig.
40-m Sprint test	6.23 ± 0.25	6.09 ± 0.16	0.215
Pre-planned COD T-test	9.22 ± 0.23	9.03 ± 0.31	0.169

. M – Mean; SD - Standard Deviation

### **Differences**

In the 40-m Sprint test, a positive difference between pre-protocol and post-protocol is greater in the CONG, although the difference is not statistically significant. In the Pre-planned COD T-test, the difference between the pre-protocol and post-protocol is greater in the EXPG, although the difference is not statistically significant ( $p = .258$ ). The data is described in Table 4.

**Table 4.** Differences in the two moments of the tests, in the two groups.

	Experimental	Control	
7	(M ± SD)	(M ± SD)	Sig.
40-m Sprint test	.05 ± .08	.09 ± .18	.567
Pre-planned COD T-test	.27 ± .26	.06 ± .48	.258

(M - Mean ± SD - Standard Deviation).

## DISCUSSION

The present study has shown that the potentiation warm-up protocol has no effect on the players performance in the speed and COD tests. At the post-protocol, CONG subjects showed slightly better values than EXPG, although the results are not significant. Thus, it is possible to verify that the difference in the 40-m sprint test is greater in CONG, and in the pre-planned COD T-test there is a greater significant difference in EXPG.

A finding that sought to corroborate the perspective proposed in this study is described in the research developed by Aloui et al. (2021) where the same potentiation protocol was applied to 34 male football players showing improvements in both sprint performance and COD ability. However, the moment these players were exposed to this protocol was at the beginning of the season, which may explain the positive results compared to the ones in this study.

In a study with 31 young football players, Michailidis et al. (2019) intended to investigate whether the combination of a football training session, plyometric training and COD exercises would improve football ability to a greater extent than football practice of its own. Players were randomly separated into a CONG (n = 14) who performed his usual WU exercise program and an EXPG that performed extra plyometric training and COD exercises (n = 17). After six weeks of the program, players' performance in acceleration and T-test improved in both groups. Therefore, these results indicate that a short-term combined program of plyometric training and COD exercises may improve acceleration capacity and COD ability.

Some of these effects of training can be explained by the level of the participants, the duration of exposure to the program and the volume of COD exercises used. On the other hand, it is important that more research is carried out to understand whether this type of protocol could be more effective in males.

However, as an example, in a randomized study involving both sexes of Zisi et al. (2023), where the authors intended to investigate the effects of some plyometric training on 30-m acceleration performance, they found that performing plyometric training results in an improvement in subsequent performance of the acceleration phase of the 5-m and 10-m sprint by 1.7% and 1.1%, respectively,

compared to baseline. In addition, athletes' running speed increased by 1.9% in the first 5-m of the sprint. The results of the latter study are parallel to ours concerning the improvement in the pre-planned COD T-test in EXPG, since we also followed a protocol that included plyometric training. Furthermore, improvements in this type of displacement have been found over short distances, in the acceleration regime (Cronin & Hansen, 2006) and in a horizontal direction (Hicks et al., 2020).

Conversely, training and competition cause stress and fatigue in athletes, often temporarily impairing players' physical performance (Thorpe et al., 2015). In addition, highly trained and national-level teams compete on a weekly/biweekly basis (Thorpe et al., 2015), and perceived muscular effort primarily affects players who regularly play longer than 45 minutes per game (Los Arcos et al., 2016). In the case of this study, the sample for the EXPG, despite being randomized, is composed almost entirely of players with more minutes of practice, either in match or training. This may justify the not-so-satisfactory results.

Currently, and since there is no specific dose of exposure to these methods, as they are variable from 2-12 weeks (Fatouros et al., 2000; Tillaar, 2016) of exposition, does not allow us to recommend an exact time window of exposure. However, all the information in the literature already provides the knowledge to try to improve the performance of the athletes.

On the other hand, taking into account the results obtained in this investigation, the most plausible reasons for the less than positive responses may be related to the small sample under study, the time frame of exposure and the total volume of exercises, which can be a determining factor in the success or not in the performance of a given activity (Thorpe et al., 2015).

Research data on acute changes in physical test performance are limited. Therefore, further research would be needed to verify the findings of the present study. The study's main limitation was the small sample used, which may have overlooked the results, as well as the time of the season when the protocol was submitted.



## Capítulo IV



## 4.1. Discussão

A implementação deste protocolo que possui *sprints* reduzidos, pliometria e COD, não demonstra grande conveniência de ser posto em prática quando pretendemos potenciar o desempenho de jogadoras de futebol feminino na COD e *sprint*, em virtude de não terem sido vistos resultados significativos. Exatamente como comparando esta estratégia com a imposta no CONG.

Levando em consideração os resultados obtidos nesta investigação, os motivos mais plausíveis que justificam as respostas pouco positivas, podem estar relacionados com a amostra reduzida em estudo, o espaço temporal de exposição, volume total dos exercícios e, por último, no que se refere ao EXPG, ser composto quase exclusivamente por jogadoras com mais minutos de prática, tanto em contexto de jogo como treino, tendo por sua vez, mais stress e fadiga acumulada, que prejudica temporariamente o seu desempenho físico (Thorpe et al., 2015). Assim sendo, sugere-se que, em investigações futuras, o momento de pôr em prática um protocolo de potenciação ocorra numa fase diferente da do campeonato, como na pré-época e/ou começo de época, evitando deste modo a sua aplicação no seu final, tal como aconteceu no presente estudo.

Num estudo de Zisi et al. (2023), pretenderam investigar os efeitos de um treino com recursos a exercícios com pliometria no desempenho da aceleração, verificando que, o desempenho melhorou na aceleração de 5 e 10-m em 1,7% e 1,1%, respetivamente. Além disso, a velocidade de corrida dos jogadores aumentou 1,9% nos primeiros 0-5-m do *sprint*. Os resultados deste último estudo são paralelos aos nossos no que diz respeito à melhoria do teste de COD pré planeada no EXPG, uma vez que também seguimos um protocolo que incluía treino pliométrico.

Complemento, afirmando que o recurso a protocolos de potenciação que capitalizem o CAE têm demonstrado resultar numa panóplia de adaptações fisiológicas distintas (por exemplo, o aumento do recrutamento de unidades motoras e da taxa de desenvolvimento de força), levando por sua vez à melhoria do desempenho (Sánchez et al., 2020).

Relativamente a estes métodos, nomeadamente num estudo no futebol feminino e, de forma a justificar os resultados obtidos não satisfatórios, a dose

exata de exposição a estes mesmos ainda não é explícita (Ramirez-Campillo et al., 2020). Por exemplo, Sánchez et al. (2020), sugerem exposições entre 6 a 12 semanas com uma frequência de treino de 1-3 sessões por semana para obter adaptações positivas para o desempenho.

Sob outra perspetiva, Nonnato et al. (2022) num estudo randomizado com uma equipa de futebol feminino, pretenderam analisar a eficácia da exposição de um EXPG a um protocolo de pliometria, uma vez por semana durante 12 semanas, em comparação com um CONG que iria manter a sua rotina de treino habitual. Concluído o período de exposição, o EXPG conseguiu demonstrar que uma única sessão semanal de treino com exercícios de pliometria, pode aumentar significativamente o desempenho na COD e no *sprint* linear. Em contrapartida, o CONG não registou qualquer variação positiva. Como é possível verificar, em ambos os exemplos, comparativamente com o nosso protocolo o tempo de exposição é bastante mais duradouro.

Por fim, sendo que mesmo no decorrer da época, nós treinadores pretendamos potenciar algumas destas capacidades físicas das jogadoras, embora seja um momento do campeonato mais complicado para os efeitos desejados, há a necessidade da existência de protocolos que permitam maximizar os efeitos do treino efetuado num período mais curto de exposição, como o pretendido com o protocolo deste estudo. Neste sentido, acredito que com mais anos de desenvolvimento científico em torno do futebol feminino, haverá uma inevitável evolução do desenvolvimento das várias componentes fisiológicas associadas ao rendimento desportivo, bem como as o desenvolvimento das questões técnicas e táticas.

## **4.2. Conclusões**

Em suma, conclui-se que o efeito de melhoria do desempenho após a exposição a protocolos de potenciação é inconsistente, com efeitos positivos ou negativos, tal como os resultados conseguidos por outros investigadores. O avanço do conhecimento científico neste tema é pertinente, de forma a facilitar as decisões em contexto prático, com o suporte de protocolos de potenciação mais esclarecidos e assertivos. Por fim, no meu entender, é necessário realizar

mais estudos nesta temática, em ambos os sexos, de preferência com uma amostra mais robusta, assim como, preferencialmente em pré-época ou fase inicial de campeonato, de forma a entender melhor os efeitos possíveis associados a estes métodos de potenciação.



## Capítulo V



## 5. Referências

- Afonso, J., Brito, J., Abade, E., Rendeiro-Pinho, G., Baptista, I., Figueiredo, P., & Nakamura, F. Y. (2023). Revisiting the 'Whys' and 'Hows' of the Warm-Up: Are We Asking the Right Questions? *Sports Medicine*.  
<https://doi.org/10.1007/s40279-023-01908-y>
- Ajemian, R., D'Ausilio, A., Moorman, H., & Bizzi, E. (2010). Why professional athletes need a prolonged period of warm-up and other peculiarities of human motor learning. *Journal of Motor Behavior*, *42*(6), 381-388.
- Akenhead, R., Hayes, P. R., Thompson, K. G., & French, D. (2013). Diminutions of acceleration and deceleration output during professional football match play. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *16*(6), 556-561. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2012.12.005>
- Al Haddad, H., Simpson, B. M., Buchheit, M., Di Salvo, V., & Mendez-Villanueva, A. (2015). Peak match speed and maximal sprinting speed in young soccer players: effect of age and playing position. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *10*(7), 888-896.
- Aloui, G., Hermassi, S., Hayes, L. D., Bouhafis, E. G., Chelly, M. S., & Schwesig, R. (2021). Loaded Plyometrics and Short Sprints with Change-of-Direction Training Enhance Jumping, Sprinting, Agility, and Balance Performance of Male Soccer Players. *Applied Sciences*, *11*(12), 5587. <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/12/5587>
- Andrade, D. C., Henriquez-Olguin, C., Beltran, A. R., Ramirez, M. A., Labarca, C., Cornejo, M., Alvarez, C., & Ramirez-Campillo, R. (2015). Effects of general, specific and combined warm-up on explosive muscular performance. *Biology of Sport*, *32*(2), 123-128.
- Barnes, C., Archer, D. T., Hogg, B., Bush, M., & Bradley, P. S. (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>
- Besier, T. F., Lloyd, D. G., Ackland, T. R., & Cochrane, J. L. (2001). Anticipatory effects on knee joint loading during running and cutting maneuvers.

- Medicine and science in sports and exercise*, 33(7), 1176-1181.  
<https://doi.org/10.1097/00005768-200107000-00015>
- Bevan, H. R., Cunningham, D. J., Tooley, E. P., Owen, N. J., Cook, C. J., & Kilduff, L. P. (2010). Influence of postactivation potentiation on sprinting performance in professional rugby players [Article]. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(3), 701-705.  
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c7b68a>
- Bishop, D. (2003a). Warm up I: potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance. *Sports Medicine*, 33(6), 439-454.  
<https://doi.org/10.2165/00007256-200333060-00005>
- Bishop, D. (2003b). Warm up II: performance changes following active warm up and how to structure the warm up. *Sports Medicine*, 33(7), 483-498.  
<https://doi.org/10.2165/00007256-200333070-00002>
- Blazevich, A. J., & Babault, N. (2019). Post-activation Potentiation Versus Post-activation Performance Enhancement in Humans: Historical Perspective, Underlying Mechanisms, and Current Issues. *Frontiers in physiology*, 10, 1359. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01359>
- Bloomfield, J., Polman, R., & O'Donoghue, P. (2007). Physical demands of different positions in FA Premier League soccer. *Journal of Sports Science & Medicine*, 6(1), 63.
- Boullosa, D. (2021). Post-activation performance enhancement strategies in sport: a brief review for practitioners. *Human Movement*, 22(3), 101-109.
- Boullosa, D., Del Rosso, S., Behm, D. G., & Foster, C. (2018). Post-activation potentiation (PAP) in endurance sports: A review. *European journal of sport science*, 18(5), 595-610.  
<https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1438519>
- Bradley, P. S., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P., & Krustup, P. (2009). High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Sciences*, 27(2), 159-168.  
<https://doi.org/10.1080/02640410802512775>
- Brink, N. J., Constantinou, D., & Torres, G. (2021). Postactivation performance enhancement (PAPE) of sprint acceleration performance. *European*

- Journal of Sport Science*, 1-7.  
<https://doi.org/10.1080/17461391.2021.1955012>
- Brink, N. J., Constantinou, D., & Torres, G. (2022). Postactivation Performance Enhancement (PAPE) using a vertical jump to improve Vertical Jump Performance. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*.  
<https://doi.org/10.23736/s0022-4707.22.12899-9>
- Brughelli, Cronin, J., Levin, G., & Chaouachi, A. (2008). Understanding change of direction ability in sport: a review of resistance training studies. *Sports Medicine*, 38(12), 1045-1063. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838120-00007>
- Brughelli, M., Cronin, J., Levin, G., & Chaouachi, A. (2008). Understanding change of direction ability in sport: a review of resistance training studies. *Sports Medicine*, 38, 1045-1063.
- Carbone, L., Garzón, M., Chulvi-Medrano, I., Bonilla, D. A., Alonso, D. A., Benítez-Porres, J., Petro, J. L., & Vargas-Molina, S. (2020). Effects of heavy barbell hip thrust vs back squat on subsequent sprint performance in rugby players. *Biology of Sport*, 37(4), 325-331.  
<https://doi.org/10.5114/biolport.2020.96316>
- Ciocca, G., Tschan, H., & Tessitore, A. (2021). Effects of Post-Activation Performance Enhancement (PAPE) Induced by a Plyometric Protocol on Deceleration Performance. *Journal of human kinetics*, 80, 5-16.  
<https://doi.org/10.2478/hukin-2021-0085>
- Cohen, J. (2013). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Routledge.
- Condello, G., Kernozek, T. W., Tessitore, A., & Foster, C. (2016). Biomechanical analysis of a change-of-direction task in college soccer players [Article]. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(1), 96-101. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2014-0458>
- Cronin, J., & Hansen, K. T. (2006). Resisted sprint training for the acceleration phase of sprinting. *Strength & Conditioning Journal*, 28(4), 42-51.
- Cuenca-Fernández, F., Boullosa, D., López-Belmonte, Ó., Gay, A., Ruiz-Navarro, J. J., & Arellano, R. (2022). Swimming warm-up and beyond:

- dryland protocols and their related mechanisms—A scoping review. *Sports Medicine-Open*, 8(1), 120.
- Cuenca-Fernández, F., Smith, I. C., Jordan, M. J., MacIntosh, B. R., López-Contreras, G., Arellano, R., & Herzog, W. (2017). Nonlocalized postactivation performance enhancement (PAPE) effects in trained athletes: a pilot study. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 42(10), 1122-1125. <https://doi.org/10.1139/apnm-2017-0217>
- Delecluse, C., Van Coppenolle, H., Willems, E., Van Leemputte, M., Diels, R., & Goris, M. (1995). Influence of high-resistance and high-velocity training on sprint performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27(8), 1203-1209.
- Dello Iacono, A., Martone, D., Milic, M., & Padulo, J. (2017). Vertical- vs. Horizontal-Oriented Drop Jump Training: Chronic Effects on Explosive Performances of Elite Handball Players. *Journal of strength and conditioning research*, 31(4), 921-931. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001555>
- DeRenne, C. (2010). Effects of Postactivation Potentiation Warm-up in Male and Female Sport Performances: A Brief Review. *Strength & Conditioning Journal*, 32(6), 58-64. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3181f412c4>
- Devismes, M., Aeles, J., Philips, J., & Vanwanseele, B. (2021). Sprint force-velocity profiles in soccer players: impact of sex and playing level. *Sports Biomechanics*, 20(8), 947-957. <https://doi.org/10.1080/14763141.2019.1618900>
- 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(3), 205-212. <https://doi.org/10.1055/s-0028-1105950>
- Dinç, N. (2019). The Effects of Dynamic Warm Up with and without Ball on Passing Performance and Dripping in Soccer. *Journal of Education and Training Studies*, 7(3).

- Evetovich, T. K., Conley, D. S., & McCawley, P. F. (2015). Postactivation potentiation enhances upper and lower-body athletic performance in collegiate male and female athletes [Article]. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(2), 336-342.  
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000728>
- Faigenbaum, A. D., McFarland, J. E., Kelly, N. A., Ratamess, N. A., Kang, J., & Hoffman, J. R. (2010). Influence of recovery time on warm-up effects in male adolescent athletes. *Pediatric Exercise Science*, 22(2), 266-277.
- Fatouros, I. G., Jamurtas, A. Z., Leontsini, D., Taxildaris, K., Aggelousis, N., Kostopoulos, N., & Buckenmeyer, P. (2000). Evaluation of plyometric exercise training, weight training, and their combination on vertical jumping performance and leg strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 14(4), 470-476.
- Faude, Koch, T., & Meyer, T. (2012). Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *Journal of sports sciences*, 30(7), 625-631. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.665940>
- Fernandez-Fernandez, J., García-Tormo, V., Santos-Rosa, F. J., Teixeira, A. S., Nakamura, F. Y., Granacher, U., & Sanz-Rivas, D. (2020). The effect of a neuromuscular vs. dynamic warm-up on physical performance in young tennis players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(10), 2776-2784.
- Folland, J. P., Wakamatsu, T., & Fimland, M. S. (2008). The influence of maximal isometric activity on twitch and H-reflex potentiation, and quadriceps femoris performance. *European journal of applied physiology*, 104(4), 739-748. <https://doi.org/10.1007/s00421-008-0823-6>
- Fradkin, A. J., Zazryn, T. R., & Smoliga, J. M. (2010). Effects of warming-up on physical performance: a systematic review with meta-analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(1), 140-148.  
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c643a0>
- Freitas, T. T., Pereira, L. A., Alcaraz, P. E., Arruda, A. F., Guerriero, A., Azevedo, P. H., & Loturco, I. (2019). Influence of strength and power

- capacity on change of direction speed and deficit in elite team-sport athletes. *Journal of Human Kinetics*, 68, 167.
- Freitas, T. T., Pereira, L. A., Alcaraz, P. E., Cadore, E. L., Grazioli, R., Azevedo, P. H. S. M., Jeffreys, I., & Loturco, I. (2023). Interrelationships Between Multiple Speed Tests in Youth Soccer: Are Players Equally Efficient at Performing Different Sprint and Change of Direction Tasks? *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 37(4), 848-853.  
<https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000004341>
- Freitas, T. T., Pereira, L. A., Alcaraz, P. E., Comyns, T. M., Azevedo, P. H., & Loturco, I. (2022). Change-of-direction ability, linear sprint speed, and sprint momentum in elite female athletes: differences between three different team sports. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(1), 262-267.
- Fujii, N., Fujisawa, K., Dobashi, K., Cao, Y., Matsutake, R., Lai, Y.-F., & Nishiyasu, T. (2023). Effects of High-Intensity Exercise Repetition Number During Warm-up on Physiological Responses, Perceptions, Readiness, and Performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 94(1), 163-172.
- Gómez Carmona, C. D., Bastida Castillo, A., Moreno Pérez, V., Ibáñez Godoy, S. J., & Pino Ortega, J. (2021). Multi-location external workload profile in U-18 soccer players. [Perfil multi-ubicación de carga externa en jugadores de fútbol sub-18] [article].  
<https://widgets.ebscohost.com/prod/customerspecific/ns000290/authentication/index.php?url=https%3a%2f%2fsearch.ebscohost.com%2flogin.aspx%3fdirect%3dtrue%26db%3dedsdia%26AN%3dedsdia.ART0001457557%26lang%3dpt-pt%26site%3ded-live%26scope%3dsite>
- González-Fernández, F. T., Sarmiento, H., González-Víllora, S., Pastor-Vicedo, J. C., Martínez-Aranda, L. M., & Clemente, F. M. (2022). Cognitive and physical effects of warm-up on young soccer players. *Motor Control*, 26(3), 334-352.
- Green, B. S., Blake, C., & Caulfield, B. M. (2011). A Comparison of Cutting Technique Performance in Rugby Union Players. *The Journal of Strength*

- & *Conditioning Research*, 25(10), 2668-2680.  
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318207ed2a>
- Güllich, A., & Schmidtbleicher, D. (1996). MVC-induced short-term potentiation of explosive force. *New studies in athletics*, 11, 67-84.
- Hammami, A., Zois, J., Slimani, M., Russell, M., & Bouhel, E. (2016). The efficacy, and characteristics of, warm-up and re-warm-up practices in soccer players: a systematic review. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 58(1-2), 135-149.
- Hammami, M., Gaamouri, N., Suzuki, K., Aouadi, R., Shephard, R. J., & Chelly, M. S. (2020). Effects of Unloaded vs. Ankle-Loaded Plyometric Training on the Physical Fitness of U-17 Male Soccer Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(21), 7877.  
<https://www.mdpi.com/1660-4601/17/21/7877>
- Hewitt, J. K., Cronin, J. B., & Hume, P. A. (2013). Kinematic factors affecting fast and slow straight and change-of-direction acceleration times. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(1), 69-75.
- Hicks, D. S., Schuster, J. G., Samozino, P., & Morin, J.-B. (2020). Improving mechanical effectiveness during sprint acceleration: practical recommendations and guidelines. *Strength & Conditioning Journal*, 42(2), 45-62.
- Hodgson, M., Docherty, D., & Robbins, D. (2005). Post-activation potentiation: underlying physiology and implications for motor performance. *Sports Medicine*, 35(7), 585-595. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535070-00004>
- Irurtia, A., Torres-Mestre, V. M., Cebrián-Ponce, Á., Carrasco-Marginet, M., Altarriba-Bartés, A., Vives-Usón, M., Cos, F., & Castizo-Olier, J. (2022). Physical Fitness and Performance in Talented & Untalented Young Chinese Soccer Players. *Healthcare*, 10(1), 98.  
<https://www.mdpi.com/2227-9032/10/1/98>
- James, C. (2004). *Warm Up Drills for Soccer*. Reedswain Inc.

- Kapnia, A. K., Dallas, C. N., Gerodimos, V., & Flouris, A. D. (2023). Impact of warm-up on muscle temperature and athletic performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 94(2), 460-465.
- Kirkendall, D. T. (2020). Evolution of soccer as a research topic. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 63(6), 723-729.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.pcad.2020.06.011>
- Krolo, A., Gilic, B., Foretic, N., Pojskic, H., Hammami, R., Spasic, M., Uljevic, O., Versic, S., & Sekulic, D. (2020). Agility Testing in Youth Football (Soccer) Players; Evaluating Reliability, Validity, and Correlates of Newly Developed Testing Protocols. *International journal of environmental research and public health*, 17(1). <https://doi.org/10.3390/ijerph17010294>
- Kryger, K., Wang, A., Mehta, R., Impellizzeri, F. M., Massey, A., & McCall, A. (2022). Research on women's football: a scoping review. *Science and Medicine in Football*, 6(5), 549-558.
- Kyröläinen, H., Komi, P. V., & Belli, A. (1999). Changes in Muscle Activity Patterns and Kinetics With Increasing Running Speed. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13, 400-406.
- Landry, S. C., McKean, K. A., Hubble-Kozey, C. L., Stanish, W. D., & Deluzio, K. J. (2007). Neuromuscular and Lower Limb Biomechanical Differences Exist between Male and Female Elite Adolescent Soccer Players during an Unanticipated Side-cut Maneuver. *The American Journal of Sports Medicine*, 35(11), 1888-1900.  
<https://doi.org/10.1177/0363546507300823>
- Little, T., & Williams, A. G. (2005). Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(1), 76-78. <https://doi.org/10.1519/14253.1>
- Lockie, R. G., Liu, T. M., Stage, A. A., Lazar, A., Giuliano, D. V., Hurley, J. M., Torne, I. A., Beiley, M. D., Birmingham-Babauta, S. A., & Stokes, J. J. (2020). Assessing repeated-sprint ability in division I collegiate women soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(7), 2015-2023.

- Lockie, R. G., Murphy, A. J., Callaghan, S. J., & Jeffriess, M. D. (2014). Effects of sprint and plyometrics training on field sport acceleration technique. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(7), 1790-1801. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000297>
- López-Samanes, Á., Gómez Parra, A., Moreno-Pérez, V., & Courel-Ibáñez, J. (2020). Does acute beetroot juice supplementation improve neuromuscular performance and match activity in young basketball players? A randomized, placebo-controlled study. *Nutrients*, 12(1), 188.
- Los Arcos, A., Méndez-Villanueva, A., Yanci, J., & Martínez-Santos, R. (2016). Respiratory and muscular perceived exertion during official games in professional soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(3), 301-304.
- Loturco, I., A. Pereira, L., T. Freitas, T., E. Alcaraz, P., Zanetti, V., Bishop, C., & Jeffreys, I. (2019). Maximum acceleration performance of professional soccer players in linear sprints: Is there a direct connection with change-of-direction ability? *PLoS One*, 14(5), e0216806.
- Loturco, I., Nimphius, S., Kobal, R., Bottino, A., Zanetti, V., Pereira, L. A., & Jeffreys, I. (2018). Change-of direction deficit in elite young soccer players. *German Journal of Exercise and Sport Research*, 48(2), 228-234.
- Makhlouf, I., Chaouachi, A., Chaouachi, M., Ben Othman, A., Granacher, U., & Behm, D. G. (2018). Combination of Agility and Plyometric Training Provides Similar Training Benefits as Combined Balance and Plyometric Training in Young Soccer Players [Original Research]. *Frontiers in Physiology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01611>
- Maloney, S. J., Turner, A. N., & Fletcher, I. M. (2014). Ballistic exercise as a pre-activation stimulus: a review of the literature and practical applications. *Sports Medicine*, 44(10), 1347-1359. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0214-6>
- Mann, D. P., & Jones, M. T. (1999). Guidelines to the implementation of a dynamic stretching program. *Strength and Conditioning Journal*, 21(6), 53-58.

- Manning, D. R., & Stull, J. T. (1982). Myosin light chain phosphorylation-dephosphorylation in mammalian skeletal muscle. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*, 242(3), C234-C241.
- Mariscal, S., Sánchez Garcia, V., Fernández-García, J. C., & Sáez de Villarreal, E. (2021). Acute Effects of Ballistic vs. Passive Static Stretching Involved in a Prematch Warm-up on Vertical Jump and Linear Sprint Performance in Soccer Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 35(1), 147-153. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002477>
- Markovic, G., Jukic, I., Milanovic, D., & Metikos, D. (2007). Effects of sprint and plyometric training on muscle function and athletic performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(2), 543-549. <https://doi.org/10.1519/r-19535.1>
- Markovic, G., & Mikulic, P. (2010). Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. *Sports Medicine*, 40(10), 859-895. <https://doi.org/10.2165/11318370-000000000-00000>
- Martínez-Lagunas, V., Niessen, M., & Hartmann, U. (2014). Women's football: Player characteristics and demands of the game. *Journal of Sport and Health Science*, 3(4), 258-272. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jshs.2014.10.001>
- Matusiński, A., Pietraszewski, P., Krzysztofik, M., & Gołaś, A. (2021). The Effects of Resisted Post-Activation Sprint Performance Enhancement in Elite Female Sprinters. *Frontiers in Physiology*, 12, 651659. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.651659>
- McGowan, C. J., Pyne, D. B., Thompson, K. G., & Rattray, B. (2015). Warm-Up Strategies for Sport and Exercise: Mechanisms and Applications. *Sports Medicine*, 45(11), 1523-1546. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0376-x>
- McKay, A. K. A., Stellingwerff, T., Smith, E. S., Martin, D. T., Mujika, I., Goosey-Tolfrey, V. L., Sheppard, J., & Burke, L. M. (2022). Defining Training and Performance Caliber: A Participant Classification Framework. *International journal of sports physiology and performance*, 17(2), 317-331. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2021-0451>

- McLean, S. G., Lipfert, S. W., & van den Bogert, A. J. (2004). Effect of gender and defensive opponent on the biomechanics of sidestep cutting. *Medicine and science in sports and exercise*, 36(6), 1008-1016. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000128180.51443.83>
- McMillian, D. J., Moore, J. H., Hatler, B. S., & Taylor, D. C. (2006). Dynamic vs. static-stretching warm up: the effect on power and agility performance. *J Strength Cond Res*, 20(3), 492-499. <https://doi.org/10.1519/18205.1>
- Mero, A., Komi, P., & Gregor, R. (1992). Biomechanics of sprint running: A review. *Sports Medicine*, 13, 376-392.
- Metaxas, T. I., Koutlianos, N. A., Kouidi, E. J., & Deligiannis, A. P. (2005). Comparative study of field and laboratory tests for the evaluation of aerobic capacity in soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(1), 79-84. <https://doi.org/10.1519/14713.1>
- Methenitis, S., Karandreas, N., Spengos, K., Zaras, N., Stasinaki, A.-N., & Terzis, G. (2016). Muscle Fiber Conduction Velocity, Muscle Fiber Composition, and Power Performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48(9), 1761-1771.
- Meylan, C., McMaster, T., Cronin, J., Mohammad, N. I., Rogers, C., & deKlerk, M. (2009). Single-Leg Lateral, Horizontal, and Vertical Jump Assessment: Reliability, Interrelationships, and Ability to Predict Sprint and Change-of-Direction Performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(4), 1140-1147. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318190f9c2>
- Michailidis, Y., Tabouris, A., & Metaxas, T. (2019). Effects of Plyometric and Directional Training on Physical Fitness Parameters in Youth Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(3), 392-398. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0545>
- Miller, M. G., Herniman, J. J., Ricard, M. D., Cheatham, C. C., & Michael, T. J. (2006). The effects of a 6-week plyometric training program on agility. *Journal of sports science & medicine*, 5(3), 459-465.
- Mohr, M., Krustup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue.

- Journal of sports sciences*, 21(7), 519-528.  
<https://doi.org/10.1080/0264041031000071182>
- 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>
- Moore, R. L., & Stull, J. T. (1984). Myosin light chain phosphorylation in fast and slow skeletal muscles in situ. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*, 247(5), C462-C471.
- Morin, J.-B., Bourdin, M., Edouard, P., Peyrot, N., Samozino, P., & Lacour, J.-R. (2012). Mechanical determinants of 100-m sprint running performance. *European Journal of Applied Physiology*, 112, 3921-3930.
- Nicol, C., Avela, J., & Komi, P. V. (2006). The stretch-shortening cycle : a model to study naturally occurring neuromuscular fatigue. *Sports Med*, 36(11), 977-999. <https://doi.org/10.2165/00007256-200636110-00004>
- 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.
- Nimphius, S., Callaghan, S. J., Bezodis, N. E., & Lockie, R. G. (2018). Change of direction and agility tests: Challenging our current measures of performance. *Strength & Conditioning Journal*, 40(1), 26-38.
- Nonnato, A., Hulton, A. T., Brownlee, T. E., & Beato, M. (2022). The Effect of a Single Session of Plyometric Training Per Week on Fitness Parameters in Professional Female Soccer Players: A Randomized Controlled Trial. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 36(4), 1046-1052.  
<https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003591>
- Patikas, D., Xenofondos, A., & Kotzamanidis, C. (2016). *Theoretical Background and Practical Applications of the Physiological Mechanism of Post-Activation Potentiation*. <https://doi.org/10.15405/epsbs.2016.06.6>
- Pereira, L. A., Nimphius, S., Kobal, R., Kitamura, K., Turisco, L. A., Orsi, R. C., Abad, C. C. C., & Loturco, I. (2018). Relationship between change of direction, speed, and power in male and female national olympic team

- handball athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(10), 2987-2994.
- Pfister, G. (2015). Assessing the sociology of sport: On women and football. *International review for the sociology of sport*, 50(4-5), 563-569.
- Prieske, O., Behrens, M., Chaabene, H., Granacher, U., & Maffiuletti, N. A. (2020). Time to Differentiate Postactivation "Potentiation" from "Performance Enhancement" in the Strength and Conditioning Community. *Sports Medicine*, 50(9), 1559-1565.  
<https://doi.org/10.1007/s40279-020-01300-0>
- Ramirez-Campillo, R., Sanchez-Sanchez, J., Romero-Moraleda, B., Yanci, J., García-Hermoso, A., & Manuel Clemente, F. (2020). Effects of plyometric jump training in female soccer player's vertical jump height: A systematic review with meta-analysis. *Journal of Sports Sciences*, 38(13), 1475-1487.
- Rassier, D. E., & Macintosh, B. (2000). Coexistence of potentiation and fatigue in skeletal muscle. *Brazilian journal of medical and biological research = Revista brasileira de pesquisas médicas e biológicas / Sociedade Brasileira de Biofísica ... [et al.]*, 33, 499-508.  
<https://doi.org/10.1590/S0100-879X2000000500003>
- Raya, M. A., Gailey, R. S., Gaunard, I. A., Jayne, D. M., Campbell, S. M., Gagne, E., Manrique, P. G., Muller, D. G., & Tucker, C. (2013). Comparison of three agility tests with male servicemembers: Edgren Side Step Test, T-Test, and Illinois Agility Test. *Journal of Rehabilitation Research & Development*, 50(7), 951-960.  
<https://doi.org/10.1682/jrrd.2012.05.0096>
- Rimmer, E., & Sleivert, G. (2000). Effects of a plyometrics intervention program on sprint performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 14(3), 295-301.
- Rio, E., Kidgell, D., Purdam, C., Gaida, J., Moseley, G. L., Pearce, A. J., & Cook, J. (2015). Isometric exercise induces analgesia and reduces inhibition in patellar tendinopathy. *British Journal of Sports Medicine*, 49(19), 1277-1283.

- Robbins, D. W. (2005). Postactivation potentiation and its practical applicability: a brief review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(2), 453-458. <https://doi.org/10.1519/r-14653.1>
- Roper, R. L. (1998). Incorporating agility training and backward movement into a plyometric program. *Strength & Conditioning Journal*, 20(4), 60-63.
- Ross, A., Gill, N., & Cronin, J. (2014). Match analysis and player characteristics in rugby sevens. *Sports Medicine*, 44, 357-367.
- Rutledge, I., & Faccioni, A. (2001). Dynamic warm-ups. *Sports Coach*, 24(1), 20-22.
- Sale, D. G. (2002). Postactivation potentiation: role in human performance. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 30(3), 138-143.
- Sánchez-Pay, A., Martínez-Gallego, R., Crespo, M., & Sanz-Rivas, D. (2021). Key Physical Factors in the Serve Velocity of Male Professional Wheelchair Tennis Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(4), 1944. <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/4/1944>
- Sánchez, M., Sanchez-Sanchez, J., Nakamura, F. Y., Clemente, F. M., Romero-Moraleda, B., & Ramirez-Campillo, R. (2020). Effects of plyometric jump training in female soccer player's physical fitness: a systematic review with meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(23), 8911.
- Sañudo, B., de Hoyo, M., Haff, G. G., & Muñoz-López, A. (2020). Influence of Strength Level on the Acute Post-Activation Performance Enhancement Following Flywheel and Free Weight Resistance Training. *Sensors (Basel)*, 20(24). <https://doi.org/10.3390/s20247156>
- Sayers, M. (2000). Running techniques for field sport players. *Sports Coach: Australian coaching magazine*, 23(1), 26-27.
- Sheppard, J. M., & Young, W. B. (2006). Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences*, 24(9), 919-932.
- Silva, N., Travassos, B., Gonçalves, B., Brito, J., & Abade, E. (2020). Pre-match warm-up dynamics and workload in elite futsal. *Frontiers in Psychology*, 3259.

- Standing, R. J., & Maulder, P. S. (2017). The Biomechanics of Standing Start and Initial Acceleration: Reliability of the Key Determining Kinematics. *J Sports Sci Med*, 16(1), 154-162.
- Svantesson, U., & Grimby, G. (1995). Stretch-shortening cycle during plantar flexion in young and elderly women and men. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 71(5), 381-385.  
<https://doi.org/10.1007/bf00635870>
- Thapa, R., Clemente, F., Moran, J., Garcia-Pinillos, F., Scanlan, A. T., & Ramirez-Campillo, R. (2022). Warm-up optimization in amateur male soccer players: A comparison of small-sided games and traditional warm-up routines on physical fitness qualities. *Biology of Sport*, 40(1), 321-329.
- Thomas, C., Dos' Santos, T., Comfort, P., & Jones, P. A. (2018). Relationships between unilateral muscle strength qualities and change of direction in adolescent team-sport athletes. *Sports*, 6(3), 83.
- Thompsen, A. G., Kackley, T., Palumbo, M. A., & Faigenbaum, A. D. (2007). Acute effects of different warm-up protocols with and without a weighted vest on jumping performance in athletic women. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(1), 52-56.  
<https://doi.org/10.1519/00124278-200702000-00010>
- Thorpe, R. T., Strudwick, A. J., Buchheit, M., Atkinson, G., Drust, B., & Gregson, W. (2015). Monitoring fatigue during the in-season competitive phase in elite soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(8), 958-964.
- Till, K. A., & Cooke, C. (2009). The effects of postactivation potentiation on sprint and jump performance of male academy soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(7), 1960-1967.
- Tillaar, V. d. (2016). Comparison of Two Types of Warm-Up Upon Repeated-Sprint Performance in Experienced Soccer Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(8), 2258-2265.  
<https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001331>

- 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>
- Trimble, M. H., & Harp, S. S. (1998). Postexercise potentiation of the H-reflex humans. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30, 933-941.
- Tsolakis, C., & Bogdanis, G. C. (2012). Acute effects of two different warm-up protocols on flexibility and lower limb explosive performance in male and female high level athletes. *Journal of Sports Science & Medicine*, 11(4), 669.
- Vanrenterghem, J., Nedergaard, N. J., Robinson, M. A., & Drust, B. (2017). Training Load Monitoring in Team Sports: A Novel Framework Separating Physiological and Biomechanical Load-Adaptation Pathways. *Sports Medicine*, 47(11), 2135-2142. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0714-2>
- Vazini Taher, A., & Parnow, A. (2017). Level of functional capacities following soccer-specific warm-up methods among elite collegiate soccer players. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 57(5), 537-542. <https://doi.org/10.23736/s0022-4707.16.06236-8>
- Vigne, G., Gaudino, C., Rogowski, I., Alloatti, G., & Hautier, C. (2010). Activity profile in elite Italian soccer team. *International journal of sports medicine*, 31(5), 304-310. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1248320>
- Vincent, W. J. (1999). Statistics in Kinesiology. In (pp. 2-3).
- Walshe, A. D., Wilson, G. J., & Ettema, G. J. (1998). Stretch-shorten cycle compared with isometric preload: contributions to enhanced muscular performance. *Journal of Applied Physiology*, 84(1), 97-106.
- Wang, C. C., Yang, M. T., Lu, K. H., & Chan, K. H. (2016). The Effects of Creatine Supplementation on Explosive Performance and Optimal Individual Postactivation Potentiation Time. *Nutrients*, 8(3), 143. <https://doi.org/10.3390/nu8030143>

- Wang, Y. C., & Zhang, N. (2016). Effects of plyometric training on soccer players. *Experimental and therapeutic medicine*, 12(2), 550-554.  
<https://doi.org/10.3892/etm.2016.3419>
- Werfelli, H., Hammami, R., Selmi, M. A., Selmi, W., Gabrilo, G., Clark, C. C. T., Duncan, M., Sekulic, D., Granacher, U., & Rebai, H. (2021). Acute Effects of Different Plyometric and Strength Exercises on Balance Performance in Youth Weightlifters. *Front Physiol*, 12, 716981.  
<https://doi.org/10.3389/fphys.2021.716981>
- Wilson, J. M., Duncan, N. M., Marin, P. J., Brown, L. E., Loenneke, J. P., Wilson, S. M., Jo, E., Lowery, R. P., & Ugrinowitsch, C. (2013). Meta-analysis of postactivation potentiation and power: effects of conditioning activity, volume, gender, rest periods, and training status. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(3), 854-859.  
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31825c2bdb>
- Wong, D. P., Chan, G. S., & Smith, A. W. (2012). Repeated-Sprint and Change-of-Direction Abilities in Physically Active Individuals and Soccer Players: Training and Testing Implications. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(9), 2324-2330.  
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31823daeab>
- Yanci, J., Iturri, J., Castillo, D., Pardeiro, M., & Nakamura, F. Y. (2019). Influence of warm-up duration on perceived exertion and subsequent physical performance of soccer players. *Biology of Sport*, 36(2), 125-131.  
<https://doi.org/10.5114/biolSport.2019.81114>
- Young, W., Hawken, M., & McDonald, L. (1996). Relationship between speed, agility and strength qualities in Australian rules football, *Strength and Conditioning Coach*, 4 (4), 3-6. *Search in*.
- Young, W. B., Dawson, B., & Henry, G. J. (2015). Agility and change-of-direction speed are independent skills: Implications for training for agility in invasion sports. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 10(1), 159-169.

Young, W. B., James, R., & Montgomery, I. (2002). Is muscle power related to running speed with changes of direction? *J Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42(3), 282-288.

Zisi, M., Stavridis, I., Bogdanis, G., Terzis, G., & Paradisis, G. (2023). The Acute Effects of Plyometric Exercises on Sprint Performance and Kinematics. *Physiologia*, 3(2), 295-304. <https://www.mdpi.com/2673-9488/3/2/21>