

Universidade da Maia - ISMAI

Departamento de Ciências da Educação Física e Desporto



Dissertação de Mestrado em Treino Desportivo

**EFEITO AGUDO DE UM PROTOCOLO CRUZADO DE
POTENCIAÇÃO NO PERFIL FÍSICO DE FUTEBOLISTAS DO
SEXO FEMININO**

Vinicius Santos da Silva

Mestrado em Ciências da Educação Física e Desporto - Especialização
em Treino Desportivo

Orientador Institucional: Prof. Doutor. Eduardo Abade

Coorientador: Prof. Doutor Fábio Nakamura

Castêlo da Maia, Setembro 2021



Vinicius Santos da Silva

Nº 35926

Dissertação com vista à obtenção do grau de Mestre em Ciências da Educação Física e Desporto – Especialização em Treino Desportivo, nos termos do Decreto-Lei nº 74/2006, de 24 de março, republicado pelo Decreto-Lei nº 63/2016, de 13 de setembro.

Trabalho realizado sob a orientação institucional do Professor Doutor Eduardo Abade – ISMAI e coorientação do Professor Doutor Fábio Nakamura – ISMAI.

Setembro/2021

Agradecimentos

Quero agradecer ao grupo de professores do ISMAI, em destaque o meu orientador Prof. Dr. Eduardo Abade, que sempre foi solícito nas aulas e durante a produção deste trabalho. Ministrou as suas disciplinas com maestria, inspirando-me a idealizar e concretizar este estudo, colaborando para o meu crescimento.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Fábio Nakamura, que de forma muito prestativa, abriu oportunidade e condições de conseguir a amostra, tem engrandecido-me com seu conhecimento e abrindo novas portas no ambiente da investigação e pesquisa. Vale destacar e agradecer também ao professor João Nuno que participou de forma ativa nas recolhas de dados e na logística.

Mas não posso deixar de mencionar o principal: Mabel Santos da Silva e Valdecir Celso da Silva, meus pais amados, que de origem humilde, sacrificaram-se por toda uma vida para crescer e ter uma condição melhor, sem nunca deixar o carinho de lado. Hoje, sacrificam-se mais uma vez para apoiar meus objetivos e projetos, abrindo mão da possibilidade de ter mais conforto financeiro, pessoal, da presença física e administrando a saudade. Jamais conseguiria sem eles. São meus heróis e meus amigos a quem devo tudo. Amo vocês!

Ao meu irmão Rafael Celso Araújo da Silva, outra parte da minha inspiração para sair do Brasil, que com sua história de coragem e resiliência, saiu muito jovem de casa para o outro lado do continente norte americano para perseguir um sonho. Espero que um dia as nossas vidas sejam mais estreitas para voltarmos a compartilhar experiências.

Minha namorada, que entrou na minha vida de forma rápida, mas deu todo suporte, tornando-se uma parceira de vida e ajudando-me a finalizar esta etapa.

Sobretudo a Deus, que em tempos de pandemia e lockdown, deu-me saúde física e mental para amadurecer o suficiente com as circunstâncias, superando a fase mais desafiante da minha vida.

Obrigado.

Resumo

O presente trabalho tem o objetivo investigar o efeito de 2 protocolos experimentais de warm up para induzir o efeito PAPE local e cruzado. Pelas lacunas da ciência nos mecanismos fisiológicos envolvidos no PAPE, abre-se oportunidade de investigar novas estratégias de potenciação. Sendo assim, 14 atletas de futebol de elite feminino ($22,3 \pm 1,5$ anos; $3,5 \pm 1,5$ anos de experiência em treino resistido, altura $164,0 \pm 4,2$ cm; peso corporal $60,2 \pm 7,8$ kg e gordura corporal $21,33 \pm 4,9\%$) foram avaliadas nos testes de impulsão vertical (CMJ), salto horizontal (SH) e sprints com mudança de direção (SMD) pré e pós 6-7 minutos do exercício condicionante (EC) de bench press (BP) e half squat (HS) a 90% 1RM em diferentes sessões. Para cada desfecho foram realizadas análises de variância de anova *two-way*, apresentando os efeitos principais e de interação para sessão (controle vs. HS+PAPE vs. BP+PAPE) e momento (pré vs. pós). Para as comparações múltiplas foi utilizado o teste de Bonferroni. Foram observados efeitos significativos da interação (Momento*Sessão) nos testes de SH ($F_{2,39} = 18.700$; $p < 0.001$; ES = 0.490) e de SMD ($F_{2,39} = 7.243$; $p = 0.002$; ES = 0.271) apenas nas condições experimentais. Diante os resultados encontrados na investigação, podemos concluir que os protocolos desenhados foram eficientes para induzir uma potenciação local e cruzada de atletas mulheres futebolistas. Mais pesquisas são importantes para diminuir lacunas na literatura e levantar novas hipóteses de mecanismos fisiológicos envolvidos no PAPE, principalmente reflexões de potenciações a nível cruzado que até então não foi mencionado.

Palavras-chave: PAPE, warm up, futebol feminino.

Abstract

This work aims to investigate the effect of 2 experimental warm up protocols to induce the local and crossover PAPE effect. An opportunity to investigate new potentiation strategies is perceived due to the gaps in the physiological mechanisms of the science involved in PAPE. Therefore, an evaluation of 14 elite female soccer players (22.3 ± 1.5 years old; 3.5 ± 1.5 years of experience in strength training, height 164.0 ± 4.2 cm; body weight 60.2 ± 7.8 kg and body fat $21.33 \pm 4.9\%$) was conducted. They were assessed in the countermovement jump (CMJ), horizontal jump (HJ) and sprints with change of direction (SCD) before and after 6-7 minutes of exercise bench press (BP) and half squat (HS) at 90% 1RM, in different sessions. In each outcome, multiple comparisons analysis were performed for *two-way* anova variation, the main characteristics and interaction for session (control vs. HS + PAPE vs. BP + PAPE) and moment (pre vs. post). The Bonferroni test was used for such analysis. Effects obtained from the interaction (Moment*Session) were observed in the HJ tests ($F_{2,39} = 18.700$; $p < 0.001$; $ES = 0.490$) and SCD ($F_{2,39} = 7.243$; $p = 0.002$; $ES = 0.271$) only in the experimental conditions. Given the results found in the investigation, we can conclude that the designed protocols were efficient to induce a local and cross empowerment of female elite soccer players. More research is important to reduce gaps in the literature and raise new hypotheses of physiological mechanisms involved in PAPE, especially with regards to reflections on cross-level potentiation that has not been done so far.

Keywords: PAPE, Warming Up, Women's Football

Lista de Símbolos e Abreviaturas

BP – Bench Press;

CMJ – Countermovement Jump;

EC – Exercício Condicionante;

EMG – Eletromiografia;

HF- Half Squat;

SH – Salto Horizontal;

SMD – Sprint com Mudança de Direção;

TF – Treino de Força;

PAP – Postactivation Potentiation;

PAPE - Postactivation Potentiation Enhancement;

RM- Repetição Máxima.

Índice de Tabelas

Tabela 1. Caracterização da Amostra	33
Tabela 2. Efeito do Controlo, HS + PAPE e do BP + PAPE (cruzado) na performance	34

Índice de Gráficos

Gráfico 1. Performance Individual nas Sessões Controlo e Experimentais nos Testes 35

Índice Geral

Agradecimentos	III
Resumo	IV
Abstract	V
Índice de Símbolos e Abreviaturas	VI
Índice de Tabelas	VII
Índice de Gráficos	VIII
1. Introdução	11
1.1 Importância do Treino de Força no Futebol	11
1.2 Treino de Força e Lesões no Futebol	12
1.3 Manifestações de Força no Futebol e Enquadramento Semanal	15
1.3.1 Força Muscular Máxima Dinâmica	16
1.3.2 Força Muscular Explosiva	17
1.3.3 Força Muscular Localizada	19
1.4 Efeito PAPE	20
1.5 Possíveis Mecanismos Fisiológicos do PAPE	22
1.5.1 Aumento da Temperatura Muscular	22
1.5.2 Aumento do Conteúdo de Água no Músculo	22
1.5.3 Aumento da Tensão nos Tendões	23
1.5.4 Influências Corticais e Corticoespinhais	24
1.6 Pertinência do Estudo	25
1.7 Objetivos do Estudo	27
1.7.1 Objetivo Geral	27
1.7.2 Objetivos Específicos	27
2. Métodos	27
2.1 Desenho do Estudo	27
2.2 Amostra	28
2.2.1 Sujeitos Participantes	28
2.2.2 Critérios de Inclusão	28
2.2.3 Critérios de Exclusão	28
2.3 Técnicas de Recolha de Dados	29
2.3.1 Antropometria	29

2.3.2 Teste de Carga Máxima para HS e BP	29
2.3.3 Impulsão Vertical	30
2.3.4 Salto Horizontal	30
2.3.5 Sprints com Mudança de Direção	31
2.4 Procedimentos para Recolha de Dados	31
3. Procedimentos para Análise Estatística	32
4. Resultados	33
5. Discussão	35
6. Conclusão	40
7. Referências	40

1. Introdução

1.1 Importância do Treino de Força no Futebol

O jogo de futebol traduz-se como uma sequência de eventos organizada de forma catastrófica e que oscila entre períodos de relativa estabilidade, previsibilidade e acontecimentos casuísticos geradores de desequilíbrios e imprevistos, sendo a principal função dos treinadores, na formação ou no alto rendimento, preparar convenientemente os seus atletas para competir. (Duarte, 2014; Ekstrand, et al., 2018). Portanto, a performance no jogo coletivo deve ser resultado de um processo de treino de longo prazo, que envolvam aprendizagem de habilidades e desenvolvimento de diversas valências físicas para o máximo rendimento, aproveitamento e sucesso nas execuções de ações motoras, preparando-os para os desafios do jogo (Stolen et al., 2005; Sampaio & Maçãs, 2012; Duarte, 2014).

Artigos de revisões, como de Stolen (2005) e Suchomel (2016), já levantaram a importância da força em diversos parâmetros da performance atlética e a alta intensidade do futebol é uma característica importante do desporto. Já é sabido que o componente físico é um fator diferencial, nos quais grupos de atletas com habilidades semelhantes, os mais fortes obtêm níveis superiores de desempenho (Suchomel et al., 2016). Apesar do futebol ser predominantemente aeróbio; com uma demanda de 90% do consumo total de energia proveniente do sistema aeróbio e muitas vezes próximo do limiar anaeróbio, as ações decisivas ocorrem acima deste limiar com altas manifestações de força, acelerações e velocidade (1 sprint a cada 90 segundos, diversos saltos, desacelerações, cabeceios e finalizações) (Bangsbo, 1994; Stolen et al., 2005).

Segundo Soares (2005), o treino de força no futebol tem a finalidade de aumentar a qualidade do gesto técnico através do aumento específico induzido pela melhor funcionalidade muscular, aumentar a resistência à fadiga muscular, diminuir os fatores de risco de lesão associados à fadiga muscular e instabilidade articular e recuperar os níveis de força o mais rápido possível após jogos e treinos intensos.

Para isso o treino contra resistência é um método seguro e eficaz de condicionamento físico (Faigenbaum et al., 2009). O treino resistido, que também pode ser mencionado como treino com pesos ou de força, é uma das formas mais populares de melhorar a aptidão física de atletas de diversos desportos. As sessões caracterizam-se por exercícios que exigem que a musculatura corporal se movimente (ou tente se movimentar)

contra forças opostas, geralmente por algum tipo de carga ou equipamento (Fleck & Kraemer, 2017).

Pesquisa de Sander e colaboradores (2013) acompanharam durante 2 anos os efeitos do treino contra resistência de jovens atletas futebolistas de diversas faixas etárias. A frequência de 2 vezes por semana já foi suficiente para a melhora do desenvolvimento de força máxima e da capacidade de sprints de 30 metros em até 6% comparado com ao controlo. Resultados semelhantes foram encontrados também na pesquisa de Styles (2015) com jovens atletas de futebol, demonstrando que em 6 semanas durante a época competitiva, já foi possível a melhora da capacidade de sprints e de força com a execução do squat.

Estudo de Abade e colaboradores (2019), em 20 semanas, encontrou também efeitos positivos na capacidade de saltos e sprints com a execução dos exercícios de squat e hip trust. Neste estudo foi possível reparar uma associação da aplicação dos vetores de força vertical e horizontal com a melhora na performance dos testes, na qual a execução do squat potenciou em destaque a capacidade de salto vertical, enquanto o hip trust melhorou de forma mais significativa a capacidade de sprints e salto horizontal.

Recente meta-análise de Pardos-Mainer e colaboradores (2021) buscaram verificar o impacto do treino contra resistência e do treino pliométrico na capacidade de saltos, sprints e SMD no futebol feminino. Foi observado que as atletas se beneficiam com o treino de força, entretanto os tamanhos de efeitos foram considerados pequenos a moderados, mostrando uma vantagem para os treinos de pliometria. Contudo os autores destacam a necessidade de mais estudos, levando em consideração a escassez de pesquisas com mulheres no futebol e as poucas voluntárias comparado aos estudos com os pares do sexo masculino no mesmo desporto.

1.2 Treino de Força e Lesões no Futebol

A prevenção e o surgimento das lesões no futebol estão baseados em fatores intrínsecos (idade, lesões prévias, instabilidade articular, preparação física e habilidade) e em fatores extrínsecos (planeamento, execução dos exercícios, número de jogos, qualidade dos campos, equipamentos, arbitragem, faltas e jogadas violentas). Além da necessidade de desenvolvimento das capacidades físicas, os atletas de futebol visam cada vez mais reconhecimento profissional, sendo alcançado através de esforços físicos e

psíquicos cada vez mais exaustivos. Por isso; é necessário, sobretudo no desporto de alto rendimento, considerar a importância de compreender as necessidades da modalidade, para evitar prejuízos a nível de desempenho das equipas, rendimento dos atletas e diminuir transtornos financeiros aos clubes (Morgan & Oberland, 2001; Cohen & Abdala, 2002; Silva et al., 2019).

Segundo levantamento realizado entre 2010 e 2019 pelo grupo de pesquisadores de Silva (2019), a maior incidência de lesões musculoesqueléticas em jogadores de futebol masculino profissional no Brasil foi o estiramento muscular nos membros inferiores, muitas vezes estes associados aos ciclos intensos de contração e relaxamento dos músculos, principalmente em fases rápidas de aceleração e desaceleração. Em outro estudo, foi relatado que de todas as lesões musculares da modalidade, as lesões nos isquiotibiais representavam 50% (Hoskins & Pollard, 2005). Na Major League Soccer, 10% dos jogadores de toda liga tiveram que se ausentar dos treinos e partidas oficiais devido a lesões musculares nos isquiotibiais em uma temporada (Morgan & Oberland, 2001).

Já a entorse de tornozelo é uma das lesões mais comuns em atletas profissionais de desportos coletivos, correspondendo a 20% de todas as lesões do futebol, chegando a segunda maior causa de afastamento da modalidade entre adultos e jovens. Quando ocorrido o primeiro mecanismo lesivo, existem grandes chances de desenvolvimento de instabilidade crônica com limitação de sua função (Ekstrand et al., 1990; Souza, 2004; Fong, et al., 2007).

Ao lesionar-se, os indivíduos apresentam grandes perdas de função em fase aguda, subsequente de uma recuperação lenta (geralmente com tempo maior de um mês) e com riscos significativamente aumentados para reincidências, que variam entre 12-33% (Woods et al., 2002; Hoskins & Pollard, 2005). Os momentos mais críticos são os finais das etapas de cada tempo de jogo, pois ao decorrer do tempo de prática, a fadiga (periférica e central) diminui a capacidade contráctil e de estabilização articular fazendo um aumento do risco de lesões (Harkins et al., 2005; Noronha et al., 2019).

Em estudo dirigido por Baroni e colaboradores (2008) com atletas de 6 seleções nacionais de futsal, modalidade com gestos esportivos semelhantes ao futebol, 56,25% das entorses aconteceram na pre season e no início da época competitiva, levantando a

hipótese que o menor condicionamento físico expõe os atletas em fadiga de modo a contribuir para o aumento dos riscos de lesões.

Comparando as lesões entre futebolistas masculinos e femininos da divisão de elite espanhola, um estudo epidemiológico relatou uma incidência 30-40% maior nos homens comparado as mulheres. Isso pode estar correlacionado ao maior número de horas de jogos e treinos para os homens com um menor tempo de descanso, sendo a principal diferença as lesões musculares. Em contrapartida, as mulheres passam mais dias ausentes, com injúrias mais graves nos ligamentos dos tornozelos e joelhos, concluindo que é necessário adaptar os treinos as necessidades de cada público (Larruskain et al., 2017).

Em revisões, já foi mencionado que, além da maior força muscular estar associada com características de força-tempo (taxa de desenvolvimento de força e potência) no desempenho geral das habilidades esportivas, mas está também correlacionado a efeitos de prevenção e redução de lesões musculares e articulares (Sochumel, et al., 2016).

Isso já foi observado no estudo de Lehan e colaboradores (1996) com um grupo de atletas universitários de futebol que realizaram programas de força, diminuindo as taxas de lesões por 1000 horas quase a metade. Em meta-análise, a aplicação de exercícios de força e outros componentes reduziu em 27% a taxa de lesões em geral e em 45% as lesões de ligamento cruzado anterior em 11773 mulheres futebolistas de diversas faixas etárias, reforçando a necessidade de diferentes protocolos de intervenções comparado aos homens para maiores eficácias dos programas de prevenção e adesão por parte das atletas e treinadores (Crossley et al., 2020).

A mais recente revisão de Beato e colaboradores (2021) também sugere que o treino de força dinâmico, excêntrico e *flywell training* são métodos válidos para a redução de lesões em jogadores de futebol. Estratégias que combinem exercícios contra resistência, pliometria e equilíbrios parecem ser eficientes para prevenir lesões sem contato na modalidade. A pesquisa destacou a aplicação de treinos excêntricos por terem efeitos fisiológicos distintos e importantes para as ações de acelerações-desacelerações, em particular, tratando-se dos músculos isquiotibiais.

Exercícios excêntricos, como o nórdico, parecem colaborar e serem significativos na prevenção de lesões neste grupamento muscular. O objetivo deste exercício é resistir uma queda em posição ajoelhado, maximizando justamente a desaceleração. Na pesquisa

de Arnason e colaboradores (2008), 100 equipas de futebol entre os anos de 1999 e 2002, puderam optar por uma rotina para os isquiotibiais de alongamento (estático de 20 segundos), ou flexibilidade (usando um método de contração por 10 segundos com relaxamento de 45 segundos) ou trabalho de força excêntrico, utilizando o exercício nórdico na fase de aquecimento da sessão de treino. Apenas o exercício de força excêntrico foi capaz de reduzir a incidência, chegando a ser 65% menor entre as equipas que usaram outros programas, apesar de não demonstrar nenhuma correlação no impacto da gravidade das lesões.

Resultados semelhantes foram encontrados no grupo de Van de Horst (2015), a intervenção com futebolistas de nível amador começou com uma fase adaptativa de 5 semanas, durante a pré-temporada e uma fase de manutenção até a 13ª semana durante a competição. Após 52 semanas foi verificado efeitos positivos com 3 vezes menos lesões no grupo intervenção comparado com o grupo controlo.

Grupo de Chumanov (2007) e Schache e colaboradores (2009) explicam, através da biomecânica, que ocorre um maior estresse durante a fase de balanço do ciclo da marcha, necessitando de maior força pico da musculatura dos isquiotibiais, onde ocorre a flexão de quadril combinada com a extensão do joelho. É nesta fase que os isquiotibiais estão sendo alongados ao máximo, realizando a força excêntrica para auxiliar a desaceleração do joelho, sendo neste momento onde ocorrem maiores índices de lesões, assim o exercício nórdico torna-se um potencial agente para prevenção. Szymanski (2001) cita que a sobrecarga excêntrica produz uma proteção na curva do comprimento do músculo, recrutando um número maior de sarcômeros, onde permite uma contração mais forte e menos propensa a lesão em músculos mais longos.

1.3 Manifestações de Força no Futebol e Enquadramento Semanal

Estudos em homens e mulheres já verificaram efeitos positivos na capacidade de saltos verticais e horizontais, velocidade máxima de sprints e SMD em sessões de exercícios com pesos (Sander et al., 2013; Keiner et al., 2014; Styles et al., 2015; Abade et al., 2019; Pardos-Mainer et al., 2021). Entre os vários parâmetros que diferenciam atletas de futebol dos escalões mais baixos para os mais altos, estão as capacidades de força e potência muscular, velocidade de corrida (10-30m) e agilidade (Slimani & Nikolaidis, 2017), informações estas que reforçam a importância da compreensão do que

é força, suas manifestações e desenvolvimento para adequar as prescrições de exercícios visando otimização do desempenho desportivo que se quer atingir.

Ao se referir sobre o conceito de força, temos que diferenciar o conceito de força como grandeza física e a capacidade de executar movimentos esportivos. A segunda lei de Newton refere-se a grandeza física, na qual a força é produto da massa pela aceleração (Força = massa * aceleração). Já o conceito de força referida ao movimento esportivo, podem distinguir-se em força externa e interna, onde a força externa são as que agem externamente sobre o corpo (gravidade, atrito, resistência do ar, oposição de um peso ou adversário) e força interna refere-se a exercida pelos componentes musculares (Barbanti, 2001).

A American College of Sports Medicine (2006) define força muscular como a capacidade de um grupo muscular executar contrações repetidas por um período de tempo até que gere a fadiga ou manter um percentual específico de contração voluntária máxima por um tempo. Kraemer & Hakkinen (2004) citam que a força muscular está relacionada ao volume de tensão exercida por um músculo ou grupo de músculos, levando em consideração o padrão e velocidade de movimento exercida, ou ainda pode ser traduzida como a capacidade da musculatura produzir tensão, aquilo que podemos vulgarmente denominar por contração muscular (Hertohg, et al., 1994).

A terminologia desportiva diferencia a capacidade de força de diferentes formas, nos quais, segundo Weineck (2000), as principais manifestações de força no futebol são: força muscular máxima dinâmica, explosiva (ou força rápida) e resistência localizada.

1.3.1 Força Muscular Máxima Dinâmica

A força muscular máxima pode ser definida como a máxima força que pode ser desenvolvida por uma máxima contração muscular, mas segundo as condições de forças externas, ele poderá ser estático ou dinâmico. Na força estática existe um equilíbrio entre as forças internas e externas exercidas, enquanto a dinâmica a força interna é maior, gerando movimento (Barbanti, 2001).

De acordo com Silva e colaboradores (2015), a força dinâmica pode ser desenvolvida com a hipertrofia ou com o aumento do aperfeiçoamento neuromuscular. Apesar do efeito adaptativo para ganho de força não implicar necessariamente no aumento do músculo (hipertrofia), existem outras adaptações importantes que podem

chegar nesse mesmo efeito, como: maior recrutamento de unidades motoras, frequência de potenciais neurais, sincronização e coordenação intermuscular.

A hipertrofia está associada a um aumento no conteúdo de miofibrilas das fibras, principalmente nos treinos de longo prazo, mas este acúmulo pode gerar acréscimos de peso corporal, não sendo algo desejável para âmbito de alguns esportes, entre eles o futebol. Ao ter o ganho de massa corporal total, o atleta terá que transportar mais carga, o que pode interferir negativamente na força muscular relativa para gerar potência (Hoff & Helgerud, 2004).

Treinos de hipertrofia requerem contrações lentas (enfatizando ações concêntricas e excêntricas), com alto volume, entre 8 e 12 repetições com resistências submáximas de 60-90% de 1RM, levando os músculos a exaustão (Tesch & Larson, 1992 *apud* Hoff & Helgerud, 2004), contrações que se distanciam da velocidade específica exercida pelo músculo no desporto.

Para o desenvolvimento de força máxima, o grupo muscular necessita do máximo de unidades motoras possíveis, pois grande parte da melhora da capacidade de levantar pesos vem da coordenação de vários músculos envolvidos no movimento, incluindo aqueles que estabilizam o corpo (Behm, 1995). Programas de treinos com cargas entre 85 a 100% de 1 RM com contrações explosivas, são capazes de gerar adaptações neurais nas unidades motoras mais rápidas, assim desenvolvendo maior força e gerando menor estímulo hipertrófico (Hoff & Helgerud, 2004).

Em revisão, ainda foi sugerido que frequências de 2 vezes por semana, em períodos de pre season, são suficientes para observar benefícios, enquanto in season também é possível manter os resultados com apenas 1 vez por semana de sessões de treino com pesos (Silva et al., 2015). O mesmo autor ainda menciona que estratégias de exercícios de força e, de modo subsequente ao exercício, executar esforços que exijam movimentos explosivos (saltos ou sprints) podem potencializar parâmetros neuromusculares.

1.3.2 Força Muscular Explosiva

A força muscular explosiva é a capacidade de superar uma resistência externa ao movimento com elevada rapidez de contração. Portanto, a força rápida tem estreita

ligação com a capacidade de força máxima (sendo importante conhecê-la) e do tamanho da resistência externa que se quer vencer, onde a força rápida será maior quanto menor é a resistência e diminui-se à medida que é aumentada (Barbanti, 2001).

Para Hoff & Helgerud (2004) a força máxima é uma qualidade básica que influencia na potência devido ao aumento da força relativa e, por sua vez, melhora as habilidades de potência. O futebol é denominado por acelerações e desacelerações, que para um dado peso corporal do atleta, a aceleração é proporcional a magnitude de força, reafirmando a estreita relação entre força e resultados de sprints e saltos.

Grande parte dos gestos esportivos (correr, arremessar ou saltar) tem combinações de fases de alongamento e encurtamento na função muscular, conhecido como ciclo alongamento-encurtamento (Kubo et al., 1999). Neste ciclo existe uma fase de absorção de impacto, ou acúmulo de energia (fase excêntrica), onde parte da energia mecânica é absorvida como potencial elástico nas cabeças de miosina, tendões e demais tecidos conectivos dos músculos e outra parte é dissipada na forma de calor. A utilização desta energia só é possível quando após a fase excêntrica existe imediatamente uma fase concêntrica, havendo um aumento da produção de força ativa (graças à colaboração dos componentes passivos) com menor gasto metabólico e maior eficiência (Cavagna 1977; Kubo et al., 1999).

Tradicionalmente, para trabalhar essa capacidade física, são realizados treinos com pesos ou treinos de pliometria (Hoff & Helgerud, 2004; Hakett et al., 2015; Pardos-Mainer et al., 2021). Meta análise de Hakett e colaboradores (2015) com mais de 200 praticantes de TF, observou que movimentos olímpicos foram capazes de beneficiar a potência e a capacidade de salto vertical sem diferença significativa quando comparado aos treinos pliométricos. Kraemer & Ratamess (2004) citam que rápidas velocidades de execução com intensidades mais baixas, entre 30-60% 1 RM, são recomendadas para o desenvolvimento da potência muscular.

Outra recente meta análise de Pardos-Mainer e colaboradores (2021) observou que através do treino de pliometria pode-se obter resultados superiores em atletas de futebol do sexo feminino comparado ao treino com pesos nos testes de SMD, sprints e saltos. Revisão de Bedoya e colaboradores (2015) verificou que o treino pliométrico também é eficaz a jovens futebolistas, sugerindo evidências que o treino neste método deve ter frequência de 2 vezes por semana, durante 8 a 10 semanas na prática do futebol,

com descanso de 72h entre os dias de treino com saltos. Por sessão, o número de contatos no solo é sugerido entre 50-60 inicialmente, podendo evoluir para 80-120 contatos no máximo, dividido em 3-4 exercícios de 2-4 séries, entre 6-15 repetições.

1.3.3 Resistência Muscular Localizada

A resistência muscular localizada é a capacidade de se opor a fadiga em repetidas contrações musculares, ou seja, um esforço relativamente prolongado no tempo, geralmente caracterizado por movimentos cíclicos (Barbanti, 2001). Ela pode ainda ter o metabolismo predominantemente aeróbio ou anaeróbio, diferenciando-os como é produzida e transformada a energia, seja possibilitando contrações musculares continuamente na presença de oxigênio (aeróbio) ou resistirem a fadiga na insuficiente provisão de oxigênio (anaeróbio) (Barbanti, 2001).

Esta capacidade pode ser trabalhada em sessões com método em circuito, ocorrendo no salão de pesos (Marín-Pagan et al., 2020) ou no campo (Altimari et al., 2008; Giménez et al., 2019), conforme o objetivo do treinador. Na construção de trabalho em campo, estações com saltos, pesos livres, sprints ou incluindo deslocamentos com ou sem bola, criando infinitas possibilidades que tragam mais especificidade para o desporto. O treino em circuito já foi amplamente estudado e utilizado em adultos saudáveis e atletas de futebol, com indicações na literatura na melhora da força máxima, velocidade de sprints, altura de saltos e benefícios cardiovasculares (Hoff & Helgerud, 2004; Muñoz-Martínez et al., 2017; Marín-Pagan et al., 2020).

As condições específicas da sua manifestação têm influências da grandeza do peso: (i) entre 5 a 20% da carga máxima existirá um aumento proporcional da corrente de sangue local com a força, (ii) aproximadamente a 40% de 1RM a corrente de sangue reduz drasticamente e com utilização de substrato energético anaeróbios e (iii) até 80% de 1RM é possível intensificar as demandas anaeróbias (Gomes, 2009).

Quanto a duração ou número de repetições, dependerá da grandeza da carga e das intenções do treinador, podendo durar entre poucos segundos a 6 minutos ou até valores que superam as 20 repetições. Geralmente, são incluídos 8 a 12 estações com exercícios de força (com pesos, barras, barreiras e trações, por exemplo), 2 a 3 séries, com pausas de 5 a 7 minutos. Apesar do atleta sair com fadiga muscular, este tempo de pausa já é possível reestabelecer as fontes energéticas (Gomes, 2009).

1.4 Efeito PAPE

Quando presenciamos o alto desempenho físico-esportivo de atletas, estamos observando o fruto da interação de fatores fisiológicos, biomecânicos e psicológicos (Rochel, H.; Tricoli, V. & Ugrinowitsch, C., 2011). O treinador desportivo tem crucial importância na organização e processo de treino na preparação desses atletas, incluindo também articulação pré e pós campeonato visando sempre o referencial do desporto (Resende et al., 2017).

Tratando-se dos momentos que antecedem a competição, muitos treinadores optam pela estratégia de realizar estímulos através do treino de força (TF), um exercício condicionante (EC), minutos, horas ou dias antes para potencializar a performance da tarefa subsequente (Dobbs et al., 2018; Harrison et al., 2019). Tratando especificamente de efeitos agudos, temos o Postactivation Potentiation (PAP), definido por Cuenca-Fernandez (2018) como um efeito que permite melhorar a contração muscular, força e velocidade através de cargas máximas ou submáximas aplicadas previamente no sistema muscular.

Alguns autores mais recentes (Blazevich & Babault, 2019; Boullosa et al., 2020) atualizaram este conceito como Postactivation Potentiation Enhancement (PAPE), diferenciando a sua taxonomia de acordo com tempo de efeito da potenciação e seu percurso fisiológico distinto, mecanismos estes que, apesar de diferentes, podem agir concomitantemente. Ambos os fenômenos não tem seus mecanismos totalmente esclarecidos, mas o PAP aparenta ter efeitos de aproximadamente 28 segundos a 5 minutos, enquanto o PAPE tem efeitos que podem superar esta janela temporal (Blazevich & Babault, 2019; Boullosa et al., 2020).

A fisiologia por trás do PAP, baseia-se na pré ativação do músculo esquelético a um comando voluntário ou induzido eletricamente, numa estratégia da contração prévia para potencializar a tarefa seguinte (Hodgson et al., 2005). A fadiga causada pelo estímulo prévio coexiste junto a potenciação da musculatura, havendo uma diminuição da capacidade de gerar força, entretanto a fadiga dissipa-se mais rápido, gerando uma janela de oportunidade onde a performance do indivíduo para aspetos do desporto é melhorada (saltos, sprints, arremessos e mudanças de direção) (Hodgson et al., 2005; Thompsen et al., 2007; Boullosa et al., 2020). Ao ser estimulado, acontece uma sensibilização das cadeias leves de miosina, acontecendo a fosforilação, assim aproximando as pontes

cruzadas e encurtando as miofibrilas, graças a diminuição da saturação do cálcio no retículo sarcoplasmático que se ligam com a troponina-C durante a contração, contribuindo para uma geração de força rápida maior, principalmente no que se refere as fibras do tipo II (Moore & Stull 1984; Szczeman et al., 2002; Hodgson et al., 2005).

Muitas variáveis devem ser consideradas e correlacionadas para a realização desta estratégia: nível de treinamento, tipo de contração, exercício, carga, número de séries e repetições, velocidade de execução e intervalo, sendo este último um dos fatores que mais influencia o effect size para a performance (Dobbs, et al. 2018). Outras revisões e meta análises publicadas pelos pesquisadores Wilson e colaboradores (2013) e Seitz & Haff (2016) destacaram que os tamanhos de efeitos maiores ficaram para os indivíduos mais experientes e mais fortes, com cargas mais elevadas e tempos de intervalo entre 5 a 10 minutos até a análise do desempenho.

Pesquisadores já encontraram efeitos positivos do PAP para o desempenho neuromuscular em nadadores, atletas rugby, handebol, levantadores de peso e praticantes recreativos de treino de resistido (Fukutani et al., 2014; Coock et al., 2014; Dello et al., 2017; Cuenca-Fernandez et al., 2018; Alves et al., 2019), entretanto ainda há uma série de inconsistências na literatura sobre os seus efeitos que devem ser investigadas (Wilson, et al., 2013; Seitz & Haff, 2016). Algumas investigações como de Linder e colaboradores (2010) verificaram melhora da performance de sprints de 100m em mulheres universitárias após 9 minutos entre a execução do EC e a corrida de alta intensidade, referindo-se como efeito PAP. Considerando-se que o efeito através da sensibilização das cadeias leves de miosina é pouco duradouro (inferior a 5 minutos), na verdade o estudo supracitado refere-se ao PAPE pois, diversos estudos em humanos levam pelo menos entre 6 a 10 minutos para aparecer sua repercussão, ou então por aproximadamente 15 minutos (Blazevich & Babault, 2019), sendo provável que outros mecanismos fisiológicos agudos estão a potencializar a performance dos avaliados.

O PAPE assume participações de fenômenos não definidos totalmente, mas alguns mecanismos levantados por diversos autores citam mudanças na temperatura muscular, conteúdo de água da célula, aumento na tensão nos tendões, influências espinhais e supra espinhais no efeito de potenciação da performance no músculo, com tempos de efeitos que superam os 5 minutos (Blazevich & Babault, 2019; Boullosa et al., 2020).

1.5 Possíveis Mecanismos Fisiológicos do PAPE

1.5.1 Aumento da Temperatura Muscular

As mudanças de desempenho buscadas do EC para a performance seguinte dependem muito de fatores temporais (Seitz & Haff, 2016), fatores estes que parecem ter relação com o efeito temporal para o aumento da temperatura muscular, que aumenta gradualmente minutos após exercícios intensos em humanos, havendo seu pico aproximadamente em 3 minutos, tempo este comumente usada em atividades para evocar o PAPE (Gonzalez-Alonso et al., 2000; Blazevich & Babault, 2019). Existe uma associação de aumento da taxa de produção de força e velocidade das fibras musculares rápidas e lentas com a temperatura devido sua influência pela reação da miosina ATPase com as pontes cruzadas, alteração a sensibilidade do cálcio e melhorando a disposição helicoidal das cabeças de miosina, facilitando a ligação a actina (Stein et al., 1982; Xu et al., 2003; Blazevich & Babault, 2019). Portanto, parte das evidências do PAPE poderia ser amplamente explicada por um aumento da temperatura muscular local, principalmente quando existe efeito mesmo quando não precedido por um extenso período de aquecimento, entretanto a temperatura corporal elevada pelo EC parece ser modesta e insuficiente (<2°C) após breves contrações musculares, assim embora a temperatura muscular tenda a melhorar sua função, ainda não é suficiente para sustentar efeitos do PAPE (Blazevich & Babault, 2019).

1.5.2 Aumento do Conteúdo de Água no Músculo

O aumento do fluxo sanguíneo no músculo devido as contrações intensas, gera por consequência, aumento da quantidade de água intramuscular que, por sua vez, impacta no equilíbrio da força iônica (Sjogaard et al., 1985). Estudos atribuídos a Sugi e colaboradores, em 2013 e 2015, observaram que *in Vitro*, as amostras de cabeças de miosina hidratadas de modelos animais, deslocam-se na medida que ocorre diminuição da carga iônica (alterando a sensibilidade de Ca^{2+}), aumentando a tensão e a velocidade de contração do filamento, com tamanho de efeito maior nas fibras tipo II (Fink et al., 1986). Portanto, suponha-se que o número de pontes cruzadas aumentaria junto com a tensão nos componentes elásticos do músculo durante a produção de forças dinâmicas, o aumento de líquido intramuscular gera uma pressão que pode influenciar na geração de força e velocidade (Blazevich & Babault, 2019).

Em contrapartida, existe uma limitação de estudos e é improvável que essa mudança também seja significativa em toda rigidez passiva do músculo, o que dificulta a conclusão exata do mecanismo em humanos (Edman & Hwang, 1977). Teoricamente, o perfil temporal do aumento do fluxo sanguíneo e o tipo de fibra que tem maior magnitude de efeito seja compatível para justificar o efeito PAPE, mas ainda não é possível afirmar que *in Vivo* os efeitos sejam os mesmos, sendo necessário pesquisas futuras (Blazevich & Babault, 2019).

1.5.3 Aumento da Tensão nos Tendões

A contração muscular é capaz de influenciar significativamente a tensão intramuscular e seus componentes elásticos, armazenando energia ao absorver o trabalho das pontes cruzadas (Edman & Josephson, 2007; Blazevich & Babault, 2019). Isso, hipoteticamente, poderia estar correlacionado com o PAPE e com o aumento da capacidade de gerar força segundos ou minutos depois do estímulo condicionante.

A titina, um importante componente para a força passiva muscular, é uma proteína sarcomérica que se estende desde a linha Z até a linha M. Em razão de sua localização, representa um importante sensor biomecânico com um papel fundamental na manutenção da integridade estrutural do sarcômero (Lee et al., 2007; Joumaa et al., 2008). A Titina funciona como uma mola que regula o comprimento sarcomérico e realiza ajustes adequados da tensão passiva sempre que o comprimento varia (Joumaa et al., 2008). O aumento da concentração de Ca^{2+} após a contração muscular poderia alterar a rigidez da titina, colaborando para geração de força passiva, mas esse aumento parece não ser significativo e tampouco durar muitos segundos após o músculo ficar em repouso não sendo um mecanismo plausível para colaborar com o efeito PAPE (Lee et al., 2007; Joumaa et al., 2008; Blazevich & Babault, 2019).

Isso foi observado em investigação que tentou verificar o efeito PAP e a tensão do tendão de aquiles após 6 segundos de contração isométrica em atletas de elite (Gago et al., 2014). Nesta pesquisa, encontrou-se benefícios para o pico de torque no tríceps sural, contudo sem mudanças significativas na rigidez do tendão, levando-se a crer que as melhorias estariam correlacionadas apenas as propriedades do tecido muscular, corroborando com as hipóteses supracitadas.

1.5.4 Influências Corticais e Corticoespinhais

Ao realizar contrações musculares, principalmente numa sessão de treino de força, teoricamente pode ocorrer um aumento da excitabilidade das projeções dos motoneurônios corticoespinhais e assim refletindo numa maior eficácia das sinapses para os músculos envolvidos, sendo estes detetados por eletromiografia (EMG) (Nuzzo et al., 2016). O aumento da excitabilidade na região cortical e corticoespinhal foram já encontrados, via equipamentos de captação de sinais transcranianas e cervicomedulares, imediatamente após contrações musculares e gradativamente diminuídos a linha de base em torno de 20 minutos (Nuzzo, et al., 2016), janela temporal que poderia influenciar o efeito PAPE.

É comumente usada a EMG para verificar as adaptações neurais agudas ao treino resistido pela quantificação da amplitude do sinal, já que é possível ver um aumento nas unidades motoras recrutadas e a frequência de disparos (Cadore et al., 2012), conseqüentemente gerando uma elevação na produção máxima de força em decorrência de impulsos centrais nervosos aumentados (Häkkinen et al., 2000). Contudo o reflexo H capacitado na EMG não é obtido na origem do sinal, mas sim no músculo, não podendo avaliar as alterações nas sinapses corticoespinhais (Nuzzo et al., 2016) e informações relevantes podem ser perdidas.

Estudo de Xenofondos e colaboradores (2015) examinaram o efeito PAP no torque de flexores plantares e a amplitude do reflexo H após contração voluntária máxima de 10 segundos e constataram uma diminuição significativa dos sinais após 1 minuto, não sendo possível atribuir o aumento da excitabilidade do neurônio motor através da via reflexiva avaliada com a melhora modesta do rendimento. Todavia, outra pesquisa observou aumento da sinalização por 12 minutos após contrações intensas voluntárias no quadríceps femoral, apesar de não terem encontrados efeitos na melhoria da performance (Folland et al., 2008). Já uma terceira investigação acabou por encontrar aumento dos sinais de EMG após 3 minutos da realização de agachamentos em intensidade leve e moderada, gerando um aumento significativo da altura no teste de countermovement jump (CMJ), mas a pesquisa não contou com grupo controle, inviabilizando determinar o motivo desta alteração (Sotiropoulos et al., 2010). Essas contradições supracitadas a nível local levam a necessidade de mais pesquisas para compreender se realmente há

influências e quais as suas supostas magnitudes para o efeito PAPE (Blazevich & Babault, 2019).

Durante o percurso cortical e corticoespinal descendente do estímulo, avaliações com captação de sinais transcranianas e corticomedulares seguem inconclusivos. Pesquisadores verificaram durante breves contrações submáximas do bíceps braquial um aumento dos sinais magnéticos transcranianos no córtex motor e também na região corticoespinal, mas com diminuição imediatamente após contrações da excitação na região da espinha (Aboodarda et al., 2015), contrariando os achados no estudo de Nuzzo (2016) anteriormente mencionado. O grupo de pesquisa de Aboodarda (2015) levantaram a hipótese que o limiar de recrutamento diminuiu na região espinal devido a maior captação dos sinais sinápticos nos fusos musculares e/ou em decorrência de mudanças nas partes intrínsecas dos motoneurônios espinais, contudo não foi verificado o desfecho no desenvolvimento e manutenção da força.

Estudo recente de Smith e colaboradores (2020) buscaram correlacionar os sinais corticoespinais com o efeito PAP nos músculos abdutores do dedo indicador. Encontrou-se um aumento de força e na taxa de desenvolvimento de força após diferentes protocolos com contração máxima isométrica voluntária e excitação elétrica involuntária, acompanhados com efeitos inibitórios corticoespinais. Os pesquisadores sugerem que o motivo da inibição seria a excitabilidade reduzida do “pool” de neurônios motores dentro da medula espinal, efeito este independente da fadiga.

A inibição corticoespinal parece estar localizada no sistema nervoso central, enquanto o tecido contrátil periférico do músculo experimenta uma potenciação local que supera qualquer fadiga muscular possível (Smith et al., 2020). Ainda não é totalmente compreendido como e por quê a aparente inibição corticoespinal (Aboodarda et al., 2015; Smith et al., 2020) e excitação do córtex motor (Nuzzo et al., 2016) podem influenciar positivamente o efeito PAP e PAPE a nível local.

1.6 Pertinência do Estudo

Segundo uma meta análise de Wilson e colaboradores (2013), em indivíduos não treinados o estímulo condicionante pode prejudicar a performance da atividade subsequente, mas em atletas treinados a melhora posterior pode atingir 300%, sem distinção entre os géneros ou tipologia do exercício (estático vs dinâmico).

No futebol, pesquisas já encontraram efeitos agudos positivos após squat com altas e moderadas cargas na velocidade de sprint, capacidade de sprints repetidos, agilidade, saltos uni e bipodais em rotinas de warm up pouco ou mais específicas à realidade desportiva, havendo possibilidade de aplicação prática (McBride et al., 2005; Petisco et al. 2020). Portanto, a inclusão de EC, especialmente de exercícios resistidos, podem fazer parte da estratégia de warm up, aumentando a resposta contrátil muscular e, conseqüentemente, a potência muscular (Silva et al., 2018).

Logo, as construções de protocolos de otimização do desempenho devem respeitar o nível de treino, familiarização, intensidade e especificidade da prática desportiva. Ainda assim, é necessário aprofundar a compreensão dos mecanismos envolvidos no PAPE, abrindo lacunas para experimentar outras possibilidades. Apesar das explicações deste efeito se tratarem principalmente a nível local (Boullossa et al., 2019), a possibilidade de efeitos cruzados ainda não foi profundamente investigada.

Já foram verificados alguns efeitos neurais cruzados distintos na literatura. Adamson e colaboradores (2008) encontraram aumento na taxa de produção de força na mesma magnitude do braço não treinado após 2 meses de treino resistido no membro superior contralateral de mulheres. Outra investigação verificou o impacto da escolha da ordem de 2 exercícios num grupo de 6 mulheres iniciantes no treino resistido e observaram que realizando 4 séries máximas de 75% de 1RM no exercício leg press, a capacidade de repetições de flexões de cotovelos na série seguinte aumentou aproximadamente 11% (Souza et al., 2013), mostrando uma possível potencialização no plano transversal. O grupo de pesquisadores de Andrews (2016) procuraram compreender o efeito PAP sobre o membro contralateral ao realizar uma série de exercícios de agachamento búlgaro em participantes universitários experientes no treino de força. Apesar de encontrarem um ligeiro benefício na performance de saltos unilaterais na perna exercitada, houve déficit no outro membro, o que pressupõe uma fadiga neural cruzada.

A equipa de pesquisadores de Evetovich (2015) e Tsolakis (2011), até onde sabemos, foram os únicos que investigaram um potencial efeito cruzado PAP/PAPE no plano transversal. Ao analisar o efeito do exercício squat no desempenho de arremesso de peso em atletas universitários da modalidade, não foi encontrar efeito significativo comparado ao controlo; inclusive, diminuindo o desempenho em 0,10m. Apenas o aquecimento e o exercício bench press (BP), como condicionante, foi capaz de melhorar

a distância do arremesso (Evetovich et al, 2015). Resultado similar foi encontrado com atletas de esgrima, onde diferentes tipos de contração (isométrica e pliométrica) de membros superiores no exercício BP, piorou a performance posterior no teste de impulsão vertical em diferentes momentos após a intervenção (Tsolakis et al., 2011).

Levando em consideração a carência de artigos sobre o tema e a falta de explicações dos meios neurofisiológicos, é relevante investigar quais estratégias mais viáveis e pertinentes para a estruturação de um warm up que vise a potenciação aguda da performance, em particular da potenciação cruzada de membros superiores para membros inferiores.

1.7 Objetivos do Estudo

1.7.1 Objetivo Geral

- Verificar o efeito cruzado de exercícios resistidos na capacidade de impulsão vertical, impulsão horizontal e sprints com mudança de direção (SMD) de futebolistas do sexo feminino.

1.7.2 Objetivo Específico

- Identificar a performance neuromuscular countermovement jump (CMJ), salto horizontal (SH) e sprints com mudança de direção (SMD) após estímulo condicionante do bench press e half squat a 90% de 1RM;
- Comparar o efeito PAPE após 6-7 minutos de uma sessão de treinamento em intensidade relativa ao percentual de repetição máxima do voluntário ao grupo controle;
- Comparar se há um efeito PAPE cruzado de um exercício para membros superiores na melhora do desempenho dos membros inferiores na atividade subsequente;

2. Métodos

2.1 Desenho do Estudo

Este estudo, quanto à natureza, caracteriza-se como uma pesquisa aplicada de abordagem quantitativa. Segundo Gil (2010), a pesquisa aplicada é aquela que tem como

objetivo adquirir conhecimentos voltados à aplicação em situações específicas. Já a pesquisa quantitativa é aquela que traduz em números as opiniões e informações para classificá-las e analisá-las (Thomas & Nelson, 2002).

Quanto aos objetivos, o presente estudo classifica-se como descritiva, que é um estudo das características de uma determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relação entre variáveis (Thomas & Nelson, 2002). Os procedimentos técnicos desta investigação enquadra-se como uma pesquisa empírica, descritiva do tipo interrelação, sendo classificado como um estudo do tipo correlacional. Na pesquisa correlacional, são coletados dados sobre diferentes variáveis e estabelece-se uma relação entre elas (Thomas, Nelson, Silverman, 2007).

2.2 Amostra

2.2.1 Sujeitos Participantes

A amostra foi composta de 14 atletas de futebol feminino (1ª divisão nacional) da categoria sênior, experientes no treino resistido por pelo menos 1 ano. As recolhas ocorreram durante o período pré competitivo, no turno da manhã, que tradicionalmente engloba 4 a 5 treinos por semana.

2.2.2 Critérios de Inclusão

Para participar do estudo, os sujeitos deveriam ter idade mínima de 18 anos, ser do sexo feminino, futebolistas com experiência mínima de 1 ano em treino resistido, familiarizados com os exercícios bench press e half squat, saudáveis, sem lesões nos últimos seis meses ou dores que impeçam de realizar os procedimentos e aceitar participar de forma voluntária.

2.2.3 Critérios de Exclusão

Não poderiam participar do estudo os sujeitos que não tinham a experiência mínima exigida e familiarização com os exercícios executados no protocolo ou que tinham alguma queixa de dor, histórico de lesão osteomuscular nos últimos seis meses, manifestação de desistência e ausência em qualquer um dos encontros.

2.3 Técnicas de Recolha de Dados

2.3.1 Antropometria

Para mensurar a medida de composição corporal utilizou-se um aparelho Inbody 770 de bioimpedância de multifrequência tetrapolar com 8 elétrodos. Os avaliados, antes de realizarem a avaliação, cumpriram uma sequência de requisitos, tais como: (i) estar em jejum, (ii) não ter tomado banho, (iii) ter efetuado suas necessidades fisiológicas básicas (defecar e urinar) e (iv) não ter feito atividade física de alta intensidade nas últimas 12 a 24 horas antes da avaliação.

Para a recolha correta da pesagem, a atleta posiciona-se na balança com os calcanhares centrados nos elétrodos e a parte anterior do pé apoiada nos elétrodos mais à frente. Em seguida, era orientado para que o mesmo segurasse com as mãos outros 2 elétrodos, que estão apoiados na máquina. Os polegares das mãos deviam permanecer em contacto com os elétrodos e os braços afastados e em extensão. Após isso, o avaliado ficava estático e quieto por volta de 1 minuto para garantir uma boa precisão.

2.3.2 Teste de Carga Máxima para Half Squat e Bench Press

Todos os voluntários foram devidamente orientados para realizar um aquecimento padrão durante 8 minutos, depois 1 série de aquecimento específico no exercício bench press (BP) ou half squat (HS), ambos realizados no smith machine. Nesse momento, começou o processo para identificar a carga máxima do voluntário. O aquecimento padrão foi uma sequência progressiva de movimentos corporais globais e dinâmicos escolhidos pela familiarização já existente dos participantes, visando uma preparação sistêmica e articular para o teste.

Os movimentos passaram por drills de coordenação de movimento dinâmicos dos membros inferiores e superiores num espaço no qual os atletas deslocaram-se num percurso de 10 metros para ida (exercitando-se com skippings, alongamentos dinâmicos, pequenos saltos e acelerações) e retornando mais 10 metros em trote durante 4 minutos. Os últimos 4 minutos dessa fase inicial foram realizados exercícios isométricos e dinâmicos submáximos com peso corporal para ativação dos estabilizadores dos ombros, tronco e quadril.

Na sequência foi introduzido a 1ª série do exercício uma carga empírica leve-moderado (50-70% de 1 repetição máxima (RM)), sugerido pelo avaliado para

aquecimento específico, para dar início ao teste de 10 RM, seguindo as normas da American College of Sports Medicine (2010). O voluntário deveria alcançar a falha concêntrica em até 10 repetições. Foram permitidas 4 tentativas com intervalos entre 3 a 5 minutos, com acréscimo de 2,5 a 20kg, até o sujeito não completar as repetições. A velocidade e amplitude de execução foram constantes e consistentes em todo momento.

A carga final levantada com sucesso é registrada como o peso absoluto de 1RM ou qualquer múltiplo até a décima repetição, neste último caso, é estimado a carga máxima pela equação de Brzycki, onde $1RM = 100 * \text{valor da carga de execução em quilogramas} / (102,78 - 2,78 * \text{número de repetições})$, fórmula esta já validada pelo grupo de pesquisa de Nascimento e colaboradores (2007).

2.3.3 Impulsão vertical

A capacidade de impulsão vertical, via “countermovement jump” (CMJ), foi avaliada com recurso do Optojump (Microgate, Itália, V1.12.17.0). Este equipamento funciona através de duas barras, uma que transmite e outra que recebe os sinais, contendo 96 leds cada uma delas, servindo para comunicação. Os sinais quando interrompidos, pela interposição de algo ou alguém, é contabilizado a duração dessa interrupção até o restabelecimento dos sinais. Com isto, é possível registrar valores, entre eles, o tempo de contacto e altura do salto.

O CMJ foi executado com a atleta posicionado entre as barras do aparelho, sendo indicado permanecer com as mãos nas ancas e com as pernas em extensão. Contudo quando o avaliador dava o sinal sonoro, o avaliado flexionava os joelhos e quadril rapidamente e em seguida realizava uma impulsão vertical máxima com as pernas em extensão, permanecendo com as mãos nas ancas. Este procedimento foi realizado 2 repetições com intervalos de 30 segundos entre eles.

2.3.4 Salto Horizontal

O Teste de salto horizontal (SH) foi executado em solo rígido e apropriado. O avaliado, após sinal verbal do avaliador, saiu de uma posição estática e em pé, podendo utilizar o balanço dos braços, saltando com as duas pernas o mais longe horizontalmente e fazendo a recepção ao solo em pé. Foi feita a medida com fita métrica do ponto de partida até os calcanhares do voluntário. Realizou-se 2 tentativas com pausas de 30 segundos,

sendo considerando a melhor performance e média dos saltos, ambas as medidas em centímetros.

2.3.5 Sprints com Mudança de Direção

Para o teste de sprints com mudança de direção (SMD), os sensores fotocélulas usados eram da marca Photocells Witty-Gate. Eles estavam posicionados numa distância de 1m entre eles, 20 cm à frente da marcação da linha inicial. O voluntário partia, após sinal verbal do avaliador, de uma posição estática atrás da linha e percorria uma distância de 20m à máxima velocidade, realizando uma mudança de direção de 180°, assim regressando à posição inicial. O total do percurso realizado é de 40m, sendo registrado o tempo final do atleta quando o mesmo passa pela segunda vez pelos sensores. Foram realizadas 2 tentativas com pausas de 60 segundos. Registrou-se o tempo dos sprints e o tempo médio em segundos.

2.4 Procedimentos para Recolha de Dados

Primeiramente, o presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da Universidade da Maia (ISMAI). Foram realizados 4 encontros intervalados por; pelo menos, 72 horas. Os encontros ocorreram sempre durante as manhãs na fase pré competitiva, que tradicionalmente, é composto por 4 a 5 sessões semanais. Os participantes foram informados previamente para não realizarem esforços físicos de alta intensidade e não consumirem álcool e/ou estimulantes 24 horas antes de todos os encontros do estudo, incluindo a primeira sessão de familiarização.

O primeiro encontro foi dividido em 3 momentos: (i) explicação dos procedimentos metodológicos (instrumentos e protocolos de treino e avaliação), (ii) assinatura dos termos de consentimento e (iii) avaliação dos parâmetros antropométricos e valores de carga máxima (RM) nos exercícios constituintes do protocolo. Após o esclarecimento de todas as questões relativamente ao desenho e participação no estudo, foram realizadas as avaliações no equipamento de bioimpedância. Posteriormente foi efetuado um protocolo de aquecimento para preparação dos testes de carga máxima (RM) nos exercícios HS e BP (ordem escolhida de forma aleatória). Para isso, os sujeitos deste estudo já estavam familiarizados com os exercícios, por um período mínimo de um ano, tal como descrito nos critérios de inclusão. Finalmente, foi permitido o primeiro contato

dos voluntários com os instrumentos e avaliações. Os mesmos tiveram a oportunidade de executar 2 tentativas dos testes CMJ, SH e SMD (20m ida e volta, com sensores de fotocélulas) com intensidade moderada para minimizar os possíveis efeitos de aprendizagem.

No segundo encontro foi realizada a recolha de dados que servirá de controlo para comparação com as sessões experimentais. Nesta sessão, os participantes foram orientados e incentivados a realizar a sua melhor performance. Primeiro, realizou-se um aquecimento padrão com uma sequência de movimentos multiarticulares de 8 minutos de duração que antecedeu a avaliação do CMJ, SH e SMD. Após 15 minutos de intervalo passivo os mesmos testes foram repetidos.

No terceiro e quarto encontro (i.e. primeira e segunda sessões experimentais), os participantes foram aleatoriamente alocados aos grupos do HS ou BP (após sorteio realizado no início da primeira sessão experimental). O aquecimento padrão foi iniciado e executado o protocolo de testes completo (CMJ, SH e SMD) conforme ocorreu na sessão de controlo. Imediatamente após a realização dos testes, os voluntários realizam o EC (HS ou BP) de acordo com a seguinte sequência protocolar: primeiro, aquecimento específico através da realização de 2 séries de 3 repetições com 60 segundos de pausa, com carga entre 70% e 80% de 1RM; segundo, realização de 3 séries de 3 repetições a 90% de 1RM, com pausa de 120 segundos, com velocidade máxima na ação concêntrica e velocidade controlada de 2 a 3 segundos na ação excêntrica (processo deve durar aproximadamente 7 minutos); terceiro, os atletas ficaram em recuperação passiva por 6 minutos, período após o qual cumpriram o re-teste do CMJ, SH e SMD com intervalo de 60 segundos entre avaliações (totalizando cerca de 15 minutos de intervalo entre pré e pós testes).

3. Procedimento para Análise Estatística

As variáveis descritivas e os desfechos foram apresentados por meio de médias e desvios padrão (DP), considerando-se a melhor performance de cada atleta nos testes. Para cada desfecho (CMJ, SH e SMD) foram realizadas análises de variância de duas vias (anova *two-way*), apresentando os efeitos principais e de interação para sessão (Controlo vs. HS + PAPE vs. BP + PAPE) e momento (pré vs. pós). Para as comparações múltiplas foi utilizado o teste de Bonferroni. O tamanho de efeito para efeitos principais e interação

foi estimado calculando os valores de partial eta square (efeito pequeno: 0.01; efeito médio 0.06; efeito grande: >0.14) (Cohen, 1988).

A análise estatística foi realizada no programa SPSS® - Statistical Package for the Social Sciences (versão 22.0) e o nível de significância estatística adotado em todas as análises foi de 5% ($p < 0,05$). O avaliador responsável pela parte estatística não teve acesso a descrição do grupo controle e experimentais, impossibilitando a diferenciação, tratando os dados de maneira cega.

4. Resultados

A tabela 1 apresenta as características descritivas da amostra estudada. Foram avaliadas 14 participantes com média etária de 22.3 ± 4.0 anos e com 3.4 ± 1.5 anos de experiência com treinamento resistido. A carga dos testes de 1RM variou entre 20.6 e 50.0 kg para o teste BP e 60.0 – 133.4 kg para o HS.

Tabela 1. Caracterização da amostra.

	Média ± DP	Mínimo – Máximo
Idade, anos	22,3 ± 4,0	18 – 29
Experiência com treino resistido, anos	3,4 ± 1,5	2 – 7
Estatura, cm	164,1 ± 4,2	158,0 – 170,0
Peso corporal, kg	60,2 ± 7,8	51,5 – 79,3
Massa livre de gordura (FFM), kg	47,2 ± 5,0	39,1 – 55,6
Massa de gordura corporal (BFM), kg	13,0 ± 4,4	7,8 – 24,1
Percentual de Gordura, %G	21,3 ± 5	14,5 – 30,3
1RM – BP, kg	33,0 ± 8,0	20,6 – 50,0
1RM – HS, kg	92,5 ± 22,5	60,0 – 133,4

Nota. Valores apresentados em média ± DP.

Os efeitos das sessões controle, PAPE e PAPE cruzado são apresentados na tabela 2. Foram observados efeitos significativos da interação (Momento*Sessão) nos testes de SH ($F_{2,39} = 18.700$; $p < 0.001$; $ES = 0.490$) e de SMD ($F_{2,39} = 7.243$; $p = 0.002$; $ES = 0.271$). Verificou-se, nas comparações múltiplas, que houve efeito significativo ($p < 0.05$) e relevante ($ES > 0.14$) somente para as sessões experimentais em ambos os testes. Nesses casos, as intervenções melhoraram o desempenho nas duas sessões. Não houve diferença

significativa entre as sessões (controle, PAPE e PAPE cruzado) antes e nem depois da intervenção.

Tabela 2. Efeito do Controle, HS + PAPE e do BP + PAPE (cruzado) na performance.

Variáveis	Antes	Depois	Efeitos
	Média ± DP	Média ± DP	
CMJ			
Controle	28.4 ± 3.8	28.1 ± 3.8	Interação ($F_{2,39} = 1.250$; $p = 0.298$; ES = 0.060)
HS + PAPE	29.3 ± 4.2	29.5 ± 4.0	Sessão ($F_{2,39} = 0.435$; $p = 0.650$; ES = 0.022)
BP + PAPE	29.4 ± 4.3	29.7 ± 3.9	Momento ($F_{1,39} = 0.098$; $p = 0.756$; ES = 0.003)
SH			
Controle	1.86 ± 0.12	1.86 ± 0.13	Interação ($F_{2,39} = 18.700$; $p < 0.001$; ES = 0.490)
HS + PAPE	1.89 ± 0.14	1.96 ± 0.16 ^a	Sessão ($F_{2,39} = 0.910$; $p = 0.411$; ES = 0.045)
BP + PAPE	1.87 ± 0.12	1.94 ± 0.15 ^a	Momento ($F_{1,39} = 51.957$; $p < 0.001$; ES = 0.571)
SMD			
Controle	7.59 ± 0.28	7.60 ± 0.27	Interação ($F_{2,39} = 7.243$; $p = 0.002$; ES = 0.271)
HS + PAPE	7.58 ± 0.28	7.54 ± 0.28 ^a	Sessão ($F_{2,39} = 0.071$; $p = 0.931$; ES = 0.004)
BP + PAPE	7.61 ± 0.26	7.58 ± 0.26 ^b	Momento ($F_{1,39} = 10.179$; $p = 0.003$; ES = 0.207)

Nota. Anova two-way.

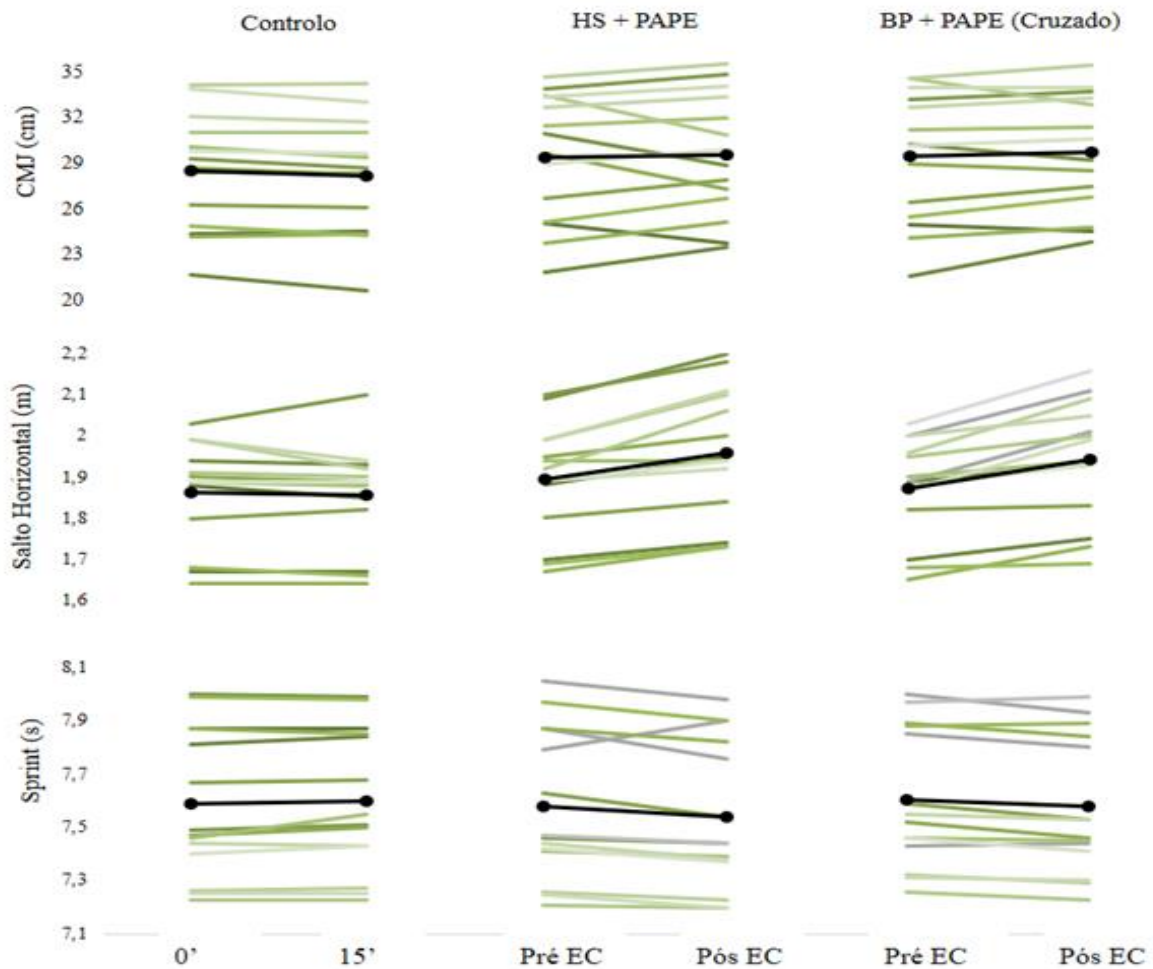
^a diferença significativa entre os valores de Antes e Depois ($p < 0.001$).

^b diferença significativa entre os valores de Antes e Depois ($p < 0.01$).

Legenda. ES: tamanho de efeito

O gráfico 1 apresenta o desempenho individual dos avaliados na sessão controle (condição no momento zero e no 15º minuto) e sessões experimentais (HS + PAPE e BP + PAPE, pré e pós intervenção), podendo visualizar a variabilidade de resultados. A linha preta destacada determina a média da melhor performance do grupo.

Gráfico 1. Performance Individual nas Sessões Controlo e Experimentais nos Testes



Nota. Legenda. *EC*: Exercício Condicionante

5. Discussão

O objetivo do presente estudo foi verificar o efeito PAPE cruzado através de 2 diferentes exercícios resistidos, na capacidade de impulsão vertical, impulsão horizontal e SMD em futebolistas do sexo feminino. Para o nosso conhecimento, este foi o primeiro estudo que encontrou efeito positivo e com tamanho de efeito significativo de um EC de membros superiores e o seu desfecho no desempenho do exercício subsequente para membros inferiores, relatando um efeito cruzado no plano transversal.

O desenho elaborado para os protocolos cumpriu as principais condições, segundo revisões, para a indução do efeito PAPE, incluindo o tempo de intervalo apropriado e abertura de uma janela de potenciação, com uma amostra experiente em treino resistido ($3,4 \pm 1,5$ anos) e familiarizados com os exercícios condicionantes e avaliações,

utilizando cargas elevadas e intensidade máxima de execução (3 séries de 3 repetições a 90% 1RM) (Seitz & Haff, 2016; Dobbs et al, 2018).

Os resultados encontrados nas avaliações de SH e SMD; através do HS como EC, são significativos nos momentos pré e pós e corroboram com outros estudos que verificaram o efeito PAP/PAPE nos mesmos testes (Linder et al, 2010; Evetovich et al, 2015). No estudo de Evetovich e colaboradores (2015), onde incluíram diversos protocolos para diferentes públicos, atletas de atletismo e de futebol americano universitários tiveram ganhos significativos na capacidade de impulsão horizontal e nos sprints de 36m, respectivamente, após protocolos de PAP envolvendo o agachamento. Isso reforça a importância de protocolos desenhados com exercícios condicionantes para o grupo muscular específico para potenciação na atividade subsequente, considerando os mecanismos locais possíveis para a melhora da performance (Blazevic & Babault, 2019).

A aplicação de um protocolo de warm up que induz o efeito PAP/PAPE com EC mais específico para a tarefa subsequente é mais comumente estudado e vários artigos já mostraram efeitos positivos na melhora de outros parâmetros neuromusculares (Fukutani et al., 2014; Evetovich et al., 2015; Cuenca-Fernandez et al., 2018; Alves et al., 2019). Atletas de natação, após aquecimento com inclusão de um protocolo PAP de alta intensidade nos exercícios squat, lunge e yo-yo squat, otimizaram a velocidade nos primeiros 5-10m, teve um aumento do tempo de vôo, aumento na distância do salto com diminuição no tempo no bloco (Kilduff et al., 2011; Cuenca-Fernández et al., 2015; Cuenca-Fernández et al., 2018). Isso ajuda os treinadores a prepararem novas estratégias de aquecimento, pois a inclusão da indução do PAP/PAPE, tem-se mostrado um diferencial para a performance, sendo válida para as rotinas de sessões de treino e momentos que antecedem competições.

Entretanto, nosso estudo encontrou também melhora significativa e effect size elevado na condição PAPE + BP no desempenho dos testes SH e SMD nos momentos pré e pós EC, sugerindo um possível efeito cruzado no plano transversal, contrariando os achados de outras pesquisas já realizadas que também verificaram os efeitos PAPE nestas características de potenciação em atletas de esgrima e arremessadores de peso (Tsolakis et al., 2011; Evetovich et al., 2015).

Artigos levantaram a hipótese do aumento da excitabilidade na região cortical e corticoespinhal como um dos mecanismos do efeito PAPE, relatando após contrações musculares, uma gradativa diminuição da excitação neural em 20 minutos (Nuzzo, et al., 2016). Pesquisas com aparelho de captação de sinais corticomedulares mostraram diminuição da excitação na região da espinha após breves contrações musculares (Aboodarda et al., 2015), enquanto há outras investigações que após contrações voluntárias máximas já foi detectado pico de aumento do reflexo H em 5 minutos e que perdurou até 12 minutos a nível local (Folland et al., 2008). Essas informações contraditórias corroboram com os achados de Smith e colaboradores (2020), onde observou-se efeito PAP (aumento da força e taxa de produção de força) nos abdutores do dedo da mão junto com a revelação de inibição dos sinais corticoespinhais, sugerindo diminuição da excitabilidade da região devido captação dos músculo periféricos potencializados.

Talvez seja plausível sugerir que após EC de membros superiores em alta intensidade (3 séries de 3 repetições a 90% 1 RM) ocorra uma excitação do córtex motor e da região corticoespinhal, onde este “pool” de neurônios motores fique elevado na medula espinhal e seja reduzido posteriormente quando ocorre o recrutamento pelos membros inferiores ao iniciar atividade subsequente (como no presente estudo, nos testes de SH e SMD). Ou seja, um aproveitamento do potencial neural elevado na região corticoespinhal é transferido para os músculos periféricos do membro agora recrutado, sendo este, sem acúmulo de fadiga local e central, assim elevando a performance. Todavia, a literatura atual não é robusta para sustentar o mecanismo das influências corticoespinhais como responsável pela transferência de efeito cruzado no PAPE, sendo necessário um aprofundamento das questões de potencialização da performance e demais fatores.

Outra hipótese, seria da influência dos membros superiores tem na performance do SH e SMD, pois o balanço dos braços pode colaborar para os ganhos de performance para os respectivos testes. Segundo National Strength & Conditioning Association & Ian Jeffreys (2013), na abordagem de treinos de força e potência para velocistas, contemplar os membros superiores são também importantes por contribuir na interação de forças com o solo e melhora na eficiência da corrida. O autor cita que a força aplicada ao solo é reforçada por uma ação dos braços em que se movem para baixo e para trás, onde o

aumento da capacidade de força influencia produção de força no solo consequentemente. Da mesma forma que os músculos do tronco estáveis amenizam movimentos compensatórios e otimizam a transferência de força para o chão, havendo menor perda de energia.

Segundo os achados encontrados, não há diferença estatística da realização do HS e BP para a indução do PAPE e melhora da performance nos testes de SH e SMD. Isto é interessante, pois no caso de desportos onde determinados músculos e movimentos são mais exigidos, temos a possibilidade de otimizar a performance da tarefa subsequente sem expor este mesmo grupo muscular a fadiga local, assim como potencializar atletas de triplo salto ou sprinters com exercício de BP e obter otimização da performance de membros inferiores. Apesar de um dos protocolos do estudo de Evetocish e colaboradores (2015) terem relatado piora, comparado ao grupo controlo, da capacidade de arremesso de atletas universitários após investigar o efeito PAP via squat, mais estudos devem ser feitos para enriquecer o entendimento de diferentes desenhos de warm up, principalmente quando se trata de transferência de potenciação no plano transversal.

Já o teste de impulsão vertical, não obteve melhora na performance após as sessões experimentais de BP + PAPE e HS + PAPE. Pertinente ao HS, pelo vetor de força do EC ser semelhante ao teste de CMJ, esperava-se uma potenciação da capacidade de salto neste sentido, corroborando com a pesquisa de Abade e colaboradores (2019), onde foi possível reparar uma associação da aplicação do vetor de força na melhora da performance do teste de impulsão vertical após semanas de TF com squat. Investigação de Fukutami e colaboradores (2014) também encontrou efeito positivo do PAP/PAPE nos levantadores olímpicos na altura do CMJ após realizarem squat a 90% de 1RM, intensidade na qual é igual a presente investigação.

Existem também outras pesquisas que não encontraram benefícios no CMJ após squat em praticantes recreativos de treino resistidos e em atletas de futebol americano (Scott & Dochert, 2004; Evetocish et al., 2015). No estudo de Scott & Dochert (2004) a amostra, apesar de experientes em treino contra resistência, os autores justificaram que o facto de não serem atletas, pode ter prejudicado a performance no teste, principalmente porque executaram o squat até a falha e o tempo de descanso de 5 minutos provavelmente foi insuficiente.

O estudo conduzido por Evetocish e colaboradores (2015) com atletas universitários de futebol americano levantou a hipótese de sujeitos “responsivos” e “não responsivos” a indução do PAPE. O artigo supracitado encontrou 6 sujeitos com melhora na performance ou sem mudanças significativas e 5 outros sujeitos diminuíram a altura da impulsão vertical. O presente estudo, conforme pode-se visualizar no gráfico 1, nota-se uma variabilidade maior comparado as 2 condições experimentais em relação a sessão controle, com participantes com benefícios, outros com piora ou estáveis no CMJ, comparado ao momento pré e pós EC. A hipótese de fatores individuais para indução do efeito PAPE já foi citada na revisão de Seitz e colaboradores (2015), onde indivíduos com maior porcentagem de fibras tipo II podem ter maior magnitude de efeito, logo tornando-se potencialmente mais responsivos a indução, mas ainda são necessárias mais pesquisas.

Na sessão experimental BP + PAPE também foi possível verificar uma variabilidade de resultados maiores no momento pós EC, indicando uma tendência positiva, em relação ao grupo controle e ao momento pré EC. Uma hipótese para que a sessão BP + PAPE tenha gerado benefícios estatisticamente positivos apenas nos testes de SH e SMD e não no CMJ, talvez esteja na própria técnica de avaliação de impulsão vertical.

Na avaliação do CMJ, o avaliado fica permanentemente com as mãos nas ancas, não podendo utilizar os braços como mecanismo para ajudar a gerar mais impulsão e força na plataforma. Numa hipótese de potencialização local dos membros superiores, essa transferência iria ser impossibilitada de acontecer, uma vez que os braços podem influenciar em um maior pico de potência e uma maior duração da fase concêntrica, com ganhos de até 15% na impulsão vertical (Gomes, M. M. et al., 2009). Contudo, notou-se uma variabilidade maior também na condição BP + PAPE, com uma tendência positiva, quando comparado a condição controle. Isso pode ter ocorrido, provavelmente, por outros fatores de potenciação ainda desconhecidos ou pouco aprofundados como na hipótese de excitação corticoespinhais e um efeito cruzado de potenciação.

Quando comparamos as sessões experimentais com o controle, não foi encontrado efeito significativo. Apenas foi encontrado melhora na condição BP + PAPE e HS + PAPE no SH e SMD nos momentos pré e pós EC. Os pesquisadores do presente estudo acreditam que o fato de ter sido um estudo cross over, onde o grupo experimental e controle são os mesmos (diminuindo a heterogeneidade), e ainda com uma amostra

estudada não ser elevada (14 futebolistas mulheres), pode ter influenciado estatisticamente para este desfecho. Todavia, pelo tamanho do efeito e nível de significância nos protocolos de intervenção nos momentos pré e pós EC, podemos afirmar que houve efeito PAPE local e cruzado no SH e SMD.

6. Conclusão

Diante os resultados encontrados na investigação, podemos concluir que o protocolo desenhado BP + PAPE e HS + PAPE com 3 séries de 3 repetições a 90% 1RM, com intervalo pós EC de 6 a 7 minutos, foram eficientes para induzir uma potenciação local e cruzada de atletas futebolistas de elite do sexo feminino na capacidade de sprints e SH, sendo a primeira pesquisa com estes tipos de achados relatados do nosso conhecimento.

Mais pesquisa são importantes para diminuir lacunas na literatura e levantar novas hipóteses de mecanismos fisiológicos envolvidos no PAPE, principalmente reflexões de potenciações a nível cruzado que até então não foi mencionado. Este estudo também despertou a necessidade de mais publicações que explorem características individuais para compreender os motivos existentes de indivíduos “responsivos” e “não responsivos” a indução do PAPE.

Essas informações tornam-se relevantes para adequar os protocolos de warm up para cada modalidade e perfil de atleta, aperfeiçoando a prescrições dos treinadores para as equipas em contextos de treino e momentos que antecedem a competição.

7. Referências

Abade, E., Silva, N., Ferreira, R., Baptista, J., Gonçalves, B., Osório, S., & Viana, J. (2019). Effects of Adding Vertical or Horizontal Force-Vector Exercises to In-season General Strength Training on Jumping and Sprinting Performance of Youth Football Players. *Journal of strength and conditioning research*;

Aboodarda, S. J.; Copithorne, D. B.; Pearcey, G. E.; Button, D. C.; Power, K. E. (2015). Changes in supraspinal and spinal excitability of the biceps brachii following brief, non-fatiguing submaximal contractions of the elbow flexors in resistance-trained males. *Neurosci. Lett.* 607, 66–71. doi: 10.1016/j. neulet.2015.09.028;

- Adamson, M.; MacQuaide, N.; Helgerud, J.; Hoff, J.; Johan Kemi, O. (2008). *Unilateral arm strength training improves contralateral peak force and rate of force development. Eur J Appl Physiol*, 103, 553–559;
- Altimari, L. R.; Dias, R. M. R.; Goulart, L. F.; Avelar, A.; Altimari, J. M.; Moraes, A. C. (2008). *arm strength training improves contralateral peak force and rate of force development. Eur J Appl Physiol*, 103, 553–559;
- Alves, R. R.; Viana, R. B.; Silva, M. H.; Guimarães, T. C.; Vieira, C. A.; Santos, D. de A. T.; Gentil, P. R. V. (2019). *Postactivation Potentiation Improves Performance in a Resistance Training Session in Trained Men. Journal of Strength and Conditioning Research*, 1. doi:10.1519/jsc.0000000000003367;
- Andrews, S.K.; Horodyski, J.M.; MacLeod, D.A.; Whitten, J.; Behm, D.G. (2016) *The Interaction of Fatigue and Potentiation Following an Acute Bout of Unilateral Squats. J. Sports Sci. Med.*, 15(4), 625-632;
- American College of Sports Medicine (ACSM) (2006). Manual do ACSM para Avaliação da Aptidão Física relacionada à saúde;
- American College of Sports Medicine (ACSM) (2010). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription;
- Arnason, A.; Andersen, T. E.; Holme, I.; Engebretsen, L.; Bahr, R. (2008). Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 18(1), 40-48;
- Bangsbo, J. (1994). *Fitness Training for Football: A scientific approach*. HO+Storm, Bagsvaerd;
- Barbanti, V. J. (2001). *Treinamento Físico – Bases Científicas*. 3ª ed. São Paulo: Balieiro;
- Baroni, B. M.; Generosi, R. A., Junior, E. C. P. L. (2008). Incidence and Factor Related to Ankle Sprains in Athletes of Futsal National Teams. *Fisioter. Mov.*, 21(4), 79-88;

- Beato, M., Maroto-Izquierdo, S., Turner, A. N., & Bishop, C. (2021). Implementing strength training for injury prevention in soccer: scientific rationale and methodological recommendations. *International journal of sports physiology and performance*, 16(3), 456-461;
- Bedoya, A. A.; Miltenberger, M. R.; Lopez, R. M. (2015). Plyometric Training Effects on Athletic Performance in Youth Soccer Athletes - A Systematic Review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29, 8, 2351-2360;
- Behm, D. G. (1995). Neuromuscular Implications and Applications of Resistance Training. *J. Strength Cond. Res.*, 4, 264-274;
- Blazevich, A. & Babault, N. (2019). *Post-activation Potentiation Versus Post-Activation Performance Enhancement in Humans: Historical Perspective, Underlying Mechanisms, and Current Issue. Frontier in Physiology*. 1359(10). Doi: 10.3389/fphys.2019.01359;
- Boullosa, D.; Beato, M.; Iacono, A. D.; Cuenca-Fernández, F.; Doma, K.; Schumann, M.; Zagatto, M. A.; Loturco, I. & Behm, D. A. (2020). *New Taxonomy for Postactivation Potentiation in Sport. International Journal of Sports Physiology and Performance*. Doi:<https://doi.org/10.1123/ijsp.2020-0350>;
- Cadore, E. L.; Pinto, R. S.; Kruel, L. F. M. (2012) Adaptações neuromusculares ao treinamento de força e concorrente em homens idosos. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 14, 4, 483-495;
- Cavagna, G.A. (1977). Storage utilization of elastic energy in skeletal muscle. *Exercise and Sport Sciences Review*, 5, 89-129;
- Chumanov, E.S.; Heiderscheit, B.C.; Thelen, D.G. (2007) The effect of speed and influence of individual muscles on hamstring mechanics during the swing phase of sprinting. *J. Biomech*, 40, 3555-3562;
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. New York, NY: Routledge Academic;
- Cohen, M. & Abdala, R.J. (2002) *Lesões nos Esportes*. São Paulo: Revinter;

- Cook, C. J., Kilduff, L. P., Crewther, B. T., Beaven, M., & West, D. J. (2014). *Morning based strength training improves afternoon physical performance in rugby union players. Journal of Science and Medicine in Sport, 17(3), 317–321;*
- Crossley, K. M., Patterson, B. E., Culvenor, A. G., Bruder, A. M., Mosler, A. B., & Mentiplay, B. F. (2020). Making football safer for women: a systematic review and meta-analysis of injury prevention programmes in 11 773 female football (soccer) players. *British journal of sports medicine, 54(18), 1089-1098;*
- Cuenca-Fernandez, F.; López-Contreras, G.; Arellano, R. (2015). Effect on Swimming Start Performance of Two Types of Activation Protocols; Lunge and Yoyo Squat. *Journal of Strength and Conditioning Research, 29 (3), 648-655;*
- Cuenca-Fernandez, F.; Ruiz-Teba, A.; López-Contreras, G.; Arellano, R. (2018). *Effects of 2 Types Activation Proocols Based on Postactivation Potentiation on 50m Freestyle Performance. Journal of Strength and Conditioning Research;*
- Dello Iacono, A., Padulo, J., & Seitz, L. D. (2017). *Loaded hip thrust-based PAP protocol effects on acceleration and sprint performance of handball players. Journal of Sports Sciences, 36(11), 1269–1276. doi:10.1080/02640414.2017.1374657;*
- Dobbs, W. C., Toluoso, D. V., Fedewa, M. V., & Esco, M. R. (2018). *Effect of Postactivation Potentiation on Explosive Vertical Jump. Journal of Strength and Conditioning Research, 1-10;*
- Dohoney, P., Chromiak, J. A., Lemire, D., Abadie, B. R., & Kovacs, C. (2002). Prediction of one repetition maximum (1-RM) strength from a 4-6 RM and a7-10 RM submaximal strength test in healthy young adult males. *Journal of Exercise Physiology Online, 5(3), 54-59;*
- Duarte, D. (2014). O Sucesso e a Eficácia do Treinador de Futebol - Uma Análise centrada na percepção de atletas e treinadores de diferentes contextos. Dissertação de Doutorado, Universidade do Porto, Porto, Portugal;
- Edman, K. A & Hwang, J. C. (1977). The force-velocity relationship in vertebrate muscle fibres at varied tonicity of the extracellular medium. *J. Physiol. 269, 255–272. doi: 10.1113/jphysiol.1977.sp011901;*

- Edman, K.A., and Josephson, R.K. (2007). *Determinants of force rise time during isometric contraction of frog muscle fibres. J. Physiol*, 580, 1007-1019;
- Ekstrand, J., Lundqvist, D., Davison, M., D'Hooghe, M., & Pensgaard, A. M. (2018). *Communication quality between the medical team and the head coach/manager is associated with injury burden and player availability in elite football clubs. British Journal of Sports Medicine*;
- Ekstrand, J.; Tropp, H. The Incidence of Ankle Sprains in Soccer (1990). The American Orthopaedic Foot and Ankle Society, 11 (1):44-41;
- 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. Journal of Strength and Conditioning Research*, 29 (2): 336-342;
- Faigenbaum, A. D.; Kraemer, W. J.; Blimkie, C. J.; Jeffreys, I.; Micheli, L. J.; Nitka, T. W. M. R. (2009). *Youth resistance training: Updated position statement paper from the National Strength and Conditioning Association. Journal of Strength and Conditioning Research*, 23 (5), 60-79;
- Fleck, S. J.; Kraemer, W. J. (2017) *Fundamentos do Treinamento de Força Muscular*. 4^a ed. Porto Alegre: Artmed Editora;
- Fink, R H; Stephenson, D G; Williams, D A (1986). *Potassium and ionic strength effects on the isometric force of skinned twitch muscle fibres of the rat and toad.. The Journal of Physiology*, 370(1), 317–337. doi:10.1113/jphysiol.1986.sp015937;
- 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. *Eur. J. Appl. Physiol.* 104, 739–748. doi: 10.1007/ s00421-008-0823-6;
- Fong, D. T.; Hong, Y; Chan, L. K., Yung, P. S., Chan, K. M (2007). A systematic review on ankle injury and ankle sprain in sports. *Journal of Sports and Medicine*, 37, 73-94;

- Fukutani, A., Takei, S., Hirata, K., Miyamoto, N., Kanehisa, H., & Kawakami, Y. (2014). *Influence of the Intensity of Squat Exercises on the Subsequent Jump Performance*. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(8), 2236–2243. doi:10.1519/jsc.0000000000000409;
- Gago, P.; Arndt, A.; Tarassova, O.; Ekblom, M.M. (2014). *Post activation potentiation can be induced without impairing tendon stiffness*. *Eur. J. Appl. Physiol* 114, 2299-2308;
- Gil, A.C. (2010) Como elaborar projetos de pesquisa. 5ª.ed. São Paulo: Atlas;
- Giménez, J. V.; Jiménez-Linares, L.; Leicht, A. S.; Gómez, M. A. (2019). *Predictive modelling of the physical demands during training and competition in professional soccer players*. *Journal of Science and Medicine in Sport*. doi: 10.1016/j.jsams.2019.12.008;
- Gomes, A. C. (2009). *Treinamento desportivo: estruturação e periodização*. 2.ed. Porto Alegre: Artmed;
- Gomes, M. M.; Pereira, G.; Freitas, P. B.; Barela, J. A. (2009). *Características Cinemáticas e Cinéticas do Salto Vertical: Comparação Entre Jogadores de Futebol e Basquetebol*. *Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho Hum.* 11(4), 392-399;
- Gonzalez-Alonso, J., Quistorff, B., Krstrup, P., Bangsbo, J., and Saltin, B. (2000). *Heat production in human skeletal muscle at the onset of intense dynamic exercise*. *J. Physiol.* 524, 603–615;
- Hackett, D.; Davies, T.; Soomro, N.; Halaki, M. (2015). *Olympic weightlifting training improves vertical jump height in sportspeople: a systematic review with meta-analysis*. *British Journal of Sports Medicine*;
- Häkkinen, K.; Allen, M.; Kallinen, M.; Newton, R. U.; Kraemer, W. J. (2020). *Neuromuscular adaptation during prolonged strength training, detraining and re-strength-training in middle-aged and elderly people*. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 83, 1, 51-62;

- Harkins, K.M; Mattacola, C.G; Uhl, T.L; Malone, T.R; McCrory, J.L (2005). Effects of 2 ankle fatigue models on the duration of postural stability dysfunction. *Journal of Athletic Training*, 40(3), 191-4;
- Harrison, P. W., James, L. P., McGuigan, M. R., Jenkins, D. G., & Kelly, V. G. (2019). *Resistance Priming to Enhance Neuromuscular Performance in Sport: Evidence, Potential Mechanisms and Directions for Future Research. Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01136-3>;
- Hertogh, C.; Chavet, P.; Gaviria, M.; Bernard, P.; Melin, B.; Jimenez, C. (1994). Méthodes de Mesure et Valeurs de Référence de la Puissance Maximale Développée lors D'Efforts Explosifs.. *Cinesiologie*, XXXIII, 157, 133-140;
- Hodgson, M.; Docherty, S. J.; Robbins, D. (2005) *Post Activation Potentiation: Underlying Physiology and Implications for Motor Performance*. *Sports Medicine*, 35(7), 585-595;
- Hoff, J.; Helgerud, J. (2004). *Endurance and Strength Training for Soccer Players – Physiological Considerations*. *Sports Medicine*, 34 (3), 165-180;
- Hoskins W. & Pollard, H. (2005) The management of hamstring injury--part 1: Issues in diagnosis. *Man Ther.* 10, 96-107;
- Joumaa, V., Rassier, D.E., Leonard, T.R., and Herzog, W. (2008). *The origin of passive force enhancement in skeletal muscle*. *Am J Physiol Cell Physiol*, 294, 74-78;
- Keiner, M.; Sander, A.; Wirth, K.; Schmidtbleicher, D. (2014). Long-term strength training effects on change-of-direction sprint performance. *J Strength Cond Res* 28 (1), 223–231;
- Kilduff, L. P.; Cunningham, D. J.; Owen, N. J.; West, D. J.; Bracken, R. M.; Cook, C. J. (2011) Effect of Postactivation Potentiation on Swimming Starts in International Sprint Swimmers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25 (9), 2418-2423;
- Kraemer, W.J. & Hakkinen, K. (2004). *Treinamento de força para o esporte*. São Paulo: Artmed Editora;

- Kraemer, W. J. & Ratamess, N. A. (2004). Fundamentals of Resistance Training: Progression and Exercise Prescription, *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36, 4, 674-688;
- Kubo, K.; Kawakami, Y.; Fukunaga, T. (1999). Influence of elastic properties of tendon structures on jump performance in humans. *J Appl Physiol*, 87 ,2090-2096;
- Lehnhard, R. A.; Lehnhard, H. R.; Young, R.; Butterfield, S. A. (1996). Monitoring injuries on a college soccer team: the effect of strength training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 10, 115-119;
- Larruskain, J.; Lekue, J. A.; Diaz, N.; Odriozola, A.; Gil, S. M. (2017). *A comparison of injuries in elite male and female football players: A five-season prospective study. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*;
- Lee, E.J., Joumaa, V., and Herzog, W. (2007). *New insights into the passive force enhancement in skeletal muscles. J. Biomech* 40, 719-727;
- Linder, E. E., Prins, J. H., Murata, N. M., Derenne, C., Morgan, C. F., & Solomon, J. R. (2010). *Effects of Preload 4 Repetition Maximum on 100-m Sprint Times in Collegiate Women. Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(5), 1184–1190. doi:10.1519/jsc.0b013e3181d75806;
- Marín-Pagán, C.; Blazeovich, A.J.; Chung, L.H.; Romero-Arenas, S.; Freitas, T.T.; Alcaraz, P.E. (2020). *Acute Physiological Responses to High-Intensity Resistance Circuit Training vs. Traditional Strength Training in Soccer Players. Biology (Basel)*, 9 (11), 383. doi: 10.3390/biology9110383;
- McBride, J.M.; Nimphius, S.; Erickson, T.M. (2005). *The Acute effects of Heavy-load Squats and Loaded Countermovement Jumps On Sprint Performance. Journal Strength Condiciona*, 19, 897-897;
- 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), 462-471;

- Morgan, B.E. & Oberland, M.A. (2001) An examination of injuries in Major League Soccer. The inaugural season. *American Journal Sports Medicine*, 29, 426-430;
- Muñoz-Martínez, F. A.; Rubio-Arias, J.Á.; Ramos-Campo, D. J.; Alcaraz, P.E. (2017). *Effectiveness of Resistance Circuit-Based Training for Maximum Oxygen Uptake and Upper-Body One-Repetition Maximum Improvements: A Systematic Review and Meta-Analysis*. *Sports Medicine* – doi:10.1007/s40279-017-0773-4;
- National Strength & Conditioning Association & Jeffreys, I. (2013). *Developing Speed*. 2^a ed. United State. Human Kinetics;
- Nascimento, M.A.; Cyrino, E.S.; Nakamura, F.Y.; Romanzini, M.; Pianca, H.J.C.; Queiróga, M.R. (2007). Validação da Equação de Brzycki para a Estimativa de 1-RM no Exercício Supino em Banco Horizontal. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 13(1), 47-50;
- Noronha, M.; Lay, E.K., Mcphee, M.R., Mnatzaganian, G., Nunes, G.S. (2019). Ankle Sprain Has Higher Occurrence During the Latter Parts of Matches: Systematic Review With Meta-Analysis. *J Sport Rehabil.*, (28(4), 373-380;
- Nuzzo J. L.; Barry, B. K.; Gandevia, S. C.; Taylor, J. L. (2016) Acute Strength training increases responses to stimulation of corticospinal axons. *Med. Sci. Sports Exerc.* 48, 139-150;
- Pardos-Mainer, E.; Lozano,D.; Torrontegui-Duarte, M.; Cartón-Llorente, A.; Roso-Moliner, A. (2021). Effects of Strength vs. Plyometric Training Programs on Vertical Jumping, Linear Sprint and Change of Direction Speed Performance in Female Soccer Players: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 18, 401;
- Petisco, C.; Ramirez-Campillo, R.; Hernández, D.; Gonzalo-Skok, O.; Nakamura, F.Y.; Sanchez-Sanchez, J. (2020). *Post-activation Potentiation: Effects of Different Conditioning Intensities on Measures of Physical Fitness in Male Young Professional Soccer Players*. *Frontiers in Psychology*, 10. doi: 10.3389/fpsyg.2019.01167;

- Resende, R.; Sá, P.; Barbosa, A.; Gomes, A. R. (2017) Exercício Profissional do Treinador Desportivo: Do conhecimento a uma competência eficaz. *Journal of Sport Pedagogy and Research*, 3 (1), 42-58;
- Rochel, H.; Tricoli, V. & Ugrinowitsch, C. (2011) Treinamento físico: considerações práticas e científicas. *Rev. bras. Educ. Fís. Esporte*, 25, 53-65;
- Sampaio, J., & Maças, V. (2012) Measuring tactical behaviour in football. *International Journal of Sports Medicine*, 33(5), 395-401;
- Sander, A.; Keiner, M.; Wirth, K.; Schmidtbleicher, D. (2013). Influence of a 2-year strength training programme on power performance in elite youth soccer players. *European Journal of Sport Science*, 13, 445-451;
- Schache, A.G.; Wrigley, T.V.; Baker, R.; Pandy, M.G. (2009) Biomechanical response to hamstring muscle strain injury. *Gait Posture*, 29, 332-338;
- Seitz, L. B.; Trajano, G. S.; Dal Maso, F.; Haff, G. C.; Blazevich, A. J. (2015). Postactivation Potentiation During Voluntary Contractions After Continued Knee Extensor Task-Specific Practice. *App. Physiol. Nutr. Metab.* 40, 230-237;
- Seitz, L. B., & Haff, G. G. (2016). *Factors Modulating Post-Activation Potentiation of Jump, Sprint, Throw, and Upper-Body Ballistic Performances: A Systematic Review with Meta-Analysis. Sports Medicine*, 46(2), 231–240. doi:10.1007/s40279-015-0415-7;
- Silva, L. M.; Neiva, H. P.; Marques, M. C.; Izquierdo, M.; Marinho, D. A. (2018). *Effects of Warm-Up, Post-Warm-Up, and Re-Warm-Up Strategies on Explosive Efforts in Team Sports: A Systematic Review. Sports Medicine*;
- Silva, J. R.; Nassis, G. P.; Rebelo, A. (2015). *Strength Training in Soccer with a Specific Focus on Highly Trained Players. Sports Medicine*, 1(17);
- Silva, W. M.; Bernaldino, E. S.; Fileni, C. H.; Camargo, L. B.; Lima, B. N.; Martins, G. C.; Santos, L. J. A. M.; Passos, R. P.; Junior, G. B. V.; Sílio, L. F. (2019). Incidência de lesões musculoesqueléticas em jogadores de futebol profissional no

Brasil. *Revista CPAQV–Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida*, 11(3), 2.;

Sjogaard, G., Adams, R. P., and Saltin, B. (1985). Water and ion shifts in skeletal muscle of humans with intense dynamic knee extension. *Am. J. Phys.* 248, 190–196;

Slimani, M., & Nikolaidis, P. T. (2017). Anthropometric and physiological characteristics of male Soccer players according to their competitive level, playing position and age group: a systematic review. *J Sports Med Phys Fitness*, 59(1), 141-163;

Smith, C. B.; Allen, M. D.; Rice, C.L. (2020). Coexistence of peripheral potentiation and corticospinal inhibition following a conditioning contraction in human first dorsal interosseous muscle. *Journal of Applied Physiology*, 129, 4, 926-931;

Soares, J. (2005). *O Treino do Futebolista: Resistência, Força, Velocidade*. Volume 1. Porto: Porto Editora;

Sotiropoulos, K.; Smilios, I., Christou, M., Barzouka, K.; Spaias, A.; Douda, H.; Tokmakidis, S. P. (2010). Effects of warm-up on vertical jump performance and muscle electrical activity using half squats at low and moderate intensity. *J. Sports Sci. Med.*, 9, 326-331;

Souza, M.V.C.; Vieira, A.; Lino, A.D.S.; Suzzena, D.L.; Leite, R.D.; Tomaz, L.M.; Pereira, G.B. (2013) Efeito da Ordem de Exercícios na Rosca Direta e Leg Press em Mulheres Jovens Iniciantes no Treinamento Resistido. *Revista Brasileira de Reabilitação e Atividade Física*, 2(1), 1-7;

Stein, R. B.; Gordon, T.; Shriver, J. (1982). Temperature dependence of mammalian muscle contractions and ATPase activities. *Biophys. J.* 40, 97–107;

Stolen, T.; Chamari, K.; Castagna, C.; Wisloff, U. (2005). *Physiology of Soccer*. *Sports Medicine*, 35(6), 501–536. doi:10.2165/00007256-200535060-00004;

Styles, W. J.; Matthews, M. J.; Comfort, P. (2016). Effects of strength training on squat and sprint performance in soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(6), 1534-1539;

- Suchomel, T. J.; Nimphius, S.; Stone, M. H. (2016). *The Importance of Muscular Strength in Athletic Performance*. *Sports Medicine*, 46(10), 1419–1449;
- Sugi, H.; Abe, T.; Kobayashi, T.; Chaen, S.; Ohnuki, Y.; Saeki, Y.; Sugiura, S.; Guerrero-Hernandez, A. (2013). *Enhancement of Force Generated by Individual Myosin Heads in Skinned Rabbit Psoas Muscle Fibers at Low Ionic Strength*. *PLoS ONE*, 8(5), e63658–. doi:10.1371/journal.pone.0063658;
- Sugi, H.; Chaen, S.; Akimoto, T.; Minoda, H.; Miyakawa, T.; Miyauchi, Y.; Tanokura, M.; Sugiura, S. (2015). *Electron microscopic recording of myosin head power stroke in hydrated myosin filaments*. *Scientific Reports*, 5(1), 15700 – . doi:10.1038/srep15700;
- Szczesna, D.; Zhao, J.; Jones, M.; Zhi, G.; Stull, J.; Potter, J. D. (2002) *Phosphorylation of the Regulatory Light Chains of Myosin Affects Ca²⁺ Sensitivity of Skeletal Muscle Contraction*. *Journal of Applied Physiology*, 92(4), 1161-1670;
- Szymanski D. (2001) Recommendations for the avoidance of delayed-onset muscle soreness. *Strength Cond J*, 23;
- Thomas, J. R.; Nelson J. K. (2002). *Métodos de pesquisa em atividade física*. 3^a ed. Porto Alegre: Artmed;
- Thomas, J. R.; Nelson J. K.; Silverman, S. J. (2007). *Métodos de pesquisa em atividade física*. 5.ed. Ed. Porto Alegre, RS: Artmed;
- Thompsen, A.G.; Kackley, T.; Palumbo, M.A.; Faeigebaum, D. (2007) Acute effects of different warm-up protocols with and without a weighted vest on jumping performance in athletic women. *J Strength Cond Res* 21: 52–56;
- Tsolakis, C.; Bogdanis, G. C., Nikolaou, A.; Zacharogiannis, E. (2011). Influence of type of muscle contraction and gender on postactivation potentiation of upper and lower limb explosive performance in elite fencers. *J. Sports Sci Med*, 10: 577-583;
- Ulrich, G.; Parstorfer, M. (2017). Effects of Plyometric Versus Concentric and Eccentric Conditioning Contractions on Upper-Body Postactivation Potentiation. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(6):736-741;

- Van der Horst, N.; Smits, D.W.; Pertersen, J. (2015) The preventive effect of the nordic hamstring exercise on hamstring injuries in amateur soccer players: a randomized controlled trial. *American Journal of Sports Medicine*, 43, 1315-1323;
- Weineck, J. (2000). *Futebol Total: O treinamento físico no futebol*. São Paulo. Phorte;
- West, D.J.; Cunningham, D.J.; Crewther, B.T.; Cook, C. J.; Killduff, L. P. Influence of ballistic bench press on upper body power output in professional rugby players. *J Strength Cond Res*. 2013;27(8):2282–7;
- Wilson, J.M.; Duncan, N.M.; Marin, P. J.; Brown, L. E.; Loenneke, Jeremy P.; Wilson, S. M.C.; Jo, Edward; L., Ryan P.; Ugrinowitsch, C. (2013). *Meta-Analysis of Postactivation Potentiation and Power*. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(3), 854–859;
- Woods, C.; Hawkins, R.; Hulse, M.; Hodson, A. (2002). The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football—analysis of preseason injuries. *British journal of sports medicine*, 36(6), 436-441;
- Xenofontos, A.; Patikas, D.; Koceja, D. M.; Behdad, T.; Bassa, E.; Kellis, E.; Kotzamanidis, C. (2015). Post-activation potentiation: the neural effects of post-activation depression. *Muscle Nerve*, 52, 252-259;
- Xu, S.; Offer, G.; Gu, J.; White, H. D.; Yu, L. C. (2003). Temperature and ligand dependence of conformation and helical order in myosin filaments. *Biochemistry* 42, 390–401.