

# O efeito da intensidade do aquecimento específico na manifestação da força muscular: análise de fatores biomecânicos do rendimento

## Autores

Henrique Pereira Neiva<sup>1,2</sup>; Mário Cardoso Marques<sup>1,2</sup>; Daniel Almeida Marinho<sup>1,2</sup>

[henriquepn@gmail.com](mailto:henriquepn@gmail.com)

## Resumo

**Objetivo:** O presente estudo pretendeu analisar os efeitos de diferentes intensidades de aquecimento na manifestação mecânica da força muscular, comparando as alterações na velocidade e potência no movimento do supino e de agachamento. **Métodos:** Participaram no estudo 25 sujeitos masculinos ( $22.19 \pm 1.67$  anos de idade). Após a determinação da carga máxima (1RM), foram submetidos a três protocolos com diferentes aquecimentos: a) sem aquecimento; b) aquecimento com intensidades leves (6 x 40% da carga a realizar no treino, correspondente a 32% de 1RM); c) aquecimento com intensidades elevadas (6 x 80% da carga a realizar no treino, correspondente a 64% de 1RM). Após 5min, cada indivíduo realizou o treino, constituído por 3 x 6 repetições com 80% 1RM, sendo avaliada a velocidade propulsiva (VMP) e a potência mecânica propulsiva (PMP). Cada protocolo foi realizado em dias diferentes e de forma aleatória, repetidos para o supino e agachamento. **Resultados:** O aquecimento com cargas superiores originou valores máximos de VMP 5.0% e 6.1% superiores à não realização de aquecimento, no agachamento e supino, respetivamente. No protocolo com intensidade leve, os valores máximos de VMP foram 4.3% superiores à não realização de aquecimento, no exercício de supino. Os melhores valores de PMP foram alcançados após o aquecimento com intensidade elevada, no supino ( $p=0.03$ ,  $ES=0.3$ ) e no agachamento ( $p=0.03$ ,  $ES=0.6$ ), quando comparado com a não realização de aquecimento. **Conclusões:** Os resultados sugerem que a realização de aquecimento é determinante para a maximização da manifestação da força muscular. Para além disso, o presente estudo indica claramente que os valores de VMP e PMP são superiores quando são utilizadas intensidades mais elevadas de aquecimento.

**Palavras-chave:** Pré-exercício; Potência; Velocidade; Treino; Competição

<sup>1</sup> Universidade da Beira Interior, Departamento de Ciências do Desporto

<sup>2</sup> Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD)

## INTRODUÇÃO

As rotinas de aquecimento desportivo têm vindo a ser apontadas como essenciais para aumentar o estado de preparação do atleta e maximizar o seu rendimento específico (16,22). As comunidades técnica e científica estão cientes do seu papel preponderante e a demonstração disso mesmo é o aumento do interesse sobre este assunto, traduzido no número de recentes publicações (16,17,22). Até à data, a maioria dos estudos que demonstraram os benefícios do aquecimento centraram-se maioritariamente no rendimento desportivo de esforços eminentemente competitivos, como o sprint e o salto, identificando melhorias no rendimento das mesmas (11,18). No entanto, ainda está por identificar e compreender os fatores que podem contribuir para a melhoria do rendimento desportivo, entre os quais os relacionados com a manifestação da força muscular.

Os escassos estudos relacionados com o desempenho da força muscular focaram-se maioritariamente na análise do efeito do aquecimento sobre os níveis máximos de força, com os resultados a demonstrarem que um aquecimento específico afeta positivamente uma repetição com a máxima carga (1RM). Abad et al. (1) sugeriram que o aquecimento melhora a realização de 1RM na prensa de pernas em 8.4%. Quando compararam intensidades diferentes, Barroso et al. (3) verificaram que um aquecimento de baixa intensidade tem efeitos superiores na 1RM na prensa de pernas comparativamente com intensidade moderada ou sem aquecimento. Daqui poder-se-á sugerir que a intensidade de aquecimento poderá influenciar a manifestação da força durante o exercício seguinte.

Ao analisarmos várias repetições submáximas, utilizar diferentes aquecimentos parece não influenciar a realização de repetições até à exaustão no supino, agachamento e na flexão do braço (9). Estas evidências são contrárias às recomendações que sugerem a realização de aquecimento como forma de preparação para o treino da força muscular (7). Percebe-se assim a ambiguidade de resultados em relação ao efeito das tarefas de preparação para o desempenho da força muscular, facto que é ampliado pela carência de investigação inerente. Mais ainda, pouco se conhece acerca do seu efeito sobre alguns fatores biomecânicos que poderão influenciar o rendimento desportivo, como a velocidade de execução do movimento. Sabendo do papel fundamental da força muscular para o treino e/ou competição, o aquecimento poderá determinar o sucesso do praticante na

concretização dos seus objetivos. Assim, o presente estudo pretendeu verificar os efeitos da utilização de diferentes intensidades durante o aquecimento na otimização da força muscular, avaliando as respostas mecânicas (velocidade propulsiva e potência mecânica) durante os exercícios de supino e de agachamento. Foi colocada a hipótese de que um aquecimento com maior intensidade influenciaria positivamente fatores biomecânicos de manifestação de força.

## **MÉTODOS**

### **Desenho do estudo**

Estudo com desenho transversal, com o intuito de verificar o efeito do aquecimento na produção da força durante realização dos exercícios de supino e de agachamento, usualmente utilizados pelos praticantes desportivos e relacionados com o rendimento em diferentes desportos (5,14,23). O estudo teve uma duração de 6 semanas, com um total de 8 sessões de avaliação. Na primeira semana foi determinado 1RM no supino e no agachamento, sendo que nas semanas seguintes implementaram-se 2 protocolos de aquecimento e uma condição de controlo, para avaliação das respostas mecânicas (velocidade média propulsiva: VMP; potência mecânica propulsiva: PMP). Cada participante foi sujeito a cada aquecimento, de forma aleatória e em dias diferentes, garantindo um repouso superior a 72 horas entre as condições.

### **Participantes**

A amostra foi constituída por um grupo de 25 sujeitos masculinos ( $22.19 \pm 1.67$  anos de idade;  $1.77 \pm 0.06$  m de altura;  $72.23 \pm 8.21$  kg de massa corporal). Enquanto critérios de inclusão os sujeitos teriam que não ter qualquer limitação que impedisse a prática de atividade física, ter experiência anterior superior a 6 meses em atividades de musculação e serem indivíduos do sexo masculino maiores de 18 anos. Foram incluídos no estudo os sujeitos que cumpriam os critérios e que concordaram voluntariamente em participar no presente estudo após lhes ter sido dado a conhecer os procedimentos, assinando o termo de responsabilidade. Todos os procedimentos seguiram as recomendações da Declaração de Helsínquia.

## Procedimentos

Após a determinação de 1RM, todos os sujeitos foram submetidos a três protocolos, nos quais realizavam diferentes condições de aquecimento, nomeadamente: a) sem aquecimento (sem qualquer ação ou movimento); b) aquecimento com intensidades leves (seis repetições com 40% da carga a realizar no treino, correspondente a 32% de 1RM); c) aquecimento com intensidades elevadas (seis repetições com 80% da carga a realizar no treino, correspondente a 64% de 1RM). Depois de descansarem 5min de forma passiva, cada indivíduo realizou o treino, constituído por 3 séries de 6 repetições com a carga de 80% 1RM, com 3min de intervalo. Esta série foi considerada por contemplar cargas usualmente utilizadas durante o treino da força muscular, em diferentes modalidades competitivas e que tende a promover o desenvolvimento muscular e melhoria do rendimento desportivo (15).

## Avaliação mecânica

Os exercícios de supino e agachamento foram realizados numa *Multipower* (Model Adan Sport, Set 0,04. Espanha), segundo os referenciais técnicos adequados para os exercícios (10,21). Para avaliarmos a velocidade de execução, potência mecânica e determinar 1RM de cada sujeito, foi utilizado o *T-Force Dynamic Measurement System* (Ergotech Consulting, Espanha). Através deste aparelho foi possível determinar a VMP de cada repetição na fase concêntrica e os valores de PMP com base na força exercida sobre cada carga, através da velocidade do movimento e no deslocamento da barra, durante a fase concêntrica (10,21).

Para a execução dos testes de 1RM foram realizadas séries de 3 repetições com intervalos de 3min entre cada. A carga inicial foi fixada considerando o peso da barra (17kg) e recorreu-se a um incremento de 10kg até atingir uma VMP de 0.8m/s (agachamento) ou 0.6m/s (supino) com intervalos de 3 minutos entre cada série, sendo assim estimado o valor de 1RM para cada sujeito (20,21).

Durante a realização das séries de treino foi analisada a VMP de cada repetição, podendo ser assim determinado o seu valor máximo (normalmente na primeira repetição da série) e o seu valor mínimo (normalmente na última repetição da série). Foi possível calcular a perda percentual de velocidade enquanto  $100 \times (VMP\ melhor - VMP\ pior) / VMP\ melhor$  (10). Também foi analisada a PMP, definida como a quantidade de trabalho exercida num determinado tempo de execução/ação e/ou

sequência motora (6). Esta foi analisada através do seu valor máximo, mas também do somatório da PMP desenvolvida em cada série e no total do treino realizado.

### **Análise estatística**

Para a análise dos dados foi utilizado o programa Microsoft Office Excel 2007 e o programa de análise estatística SPSS 22.0. Para verificar a normalidade dos dados foi realizado o teste de Shapiro-Wilk ( $n < 30$ ), tendo-se verificado que os dados apresentavam uma distribuição normal e adotados testes paramétricos. Por forma a comparar as condições de exercitação, foi utilizado o t-teste para medidas repetidas (sem aquecimento vs. aquecimento de intensidade leve; sem aquecimento vs. aquecimento intensidade elevada; aquecimento de intensidade leve vs. aquecimento de intensidade elevada). A magnitude dos efeitos através do ajuste de Hedges  $G_{av}$  (ES) foi calculada entre os grupos para as diferentes variáveis (13). Foram considerados pequenos os valores entre 0.20 e 0.50, médios entre 0.50 e 0.80 e grandes se  $\geq 0.80$  (13). Foi assumido um nível de significância para a rejeição da hipótese nula de  $p \leq 0.05$ .

## **RESULTADOS**

### **Força superior**

Podemos verificar através dos resultados obtidos (Tabela 1), que a resposta da VMP durante o exercício de supino foi beneficiada pela realização de aquecimento. No entanto, a significância estatística só foi obtida nos valores máximos da VMP, com valores superiores a serem registados aquando do aquecimento com intensidades elevadas. Já no que se refere às intensidades leves de aquecimento, verificamos um efeito moderado relativamente à condição de controlo (sem aquecimento). Os valores máximos da VMP após o aquecimento realizado com carga elevada foram 6.1% superiores relativamente aos valores sem aquecimento e 3.9% relativamente ao aquecimento com carga leve. Já o aquecimento realizado com cargas leve permitiu que os sujeitos desenvolvessem valores máximos de VMP 4.3% acima dos valores registados aquando da não realização de aquecimento.

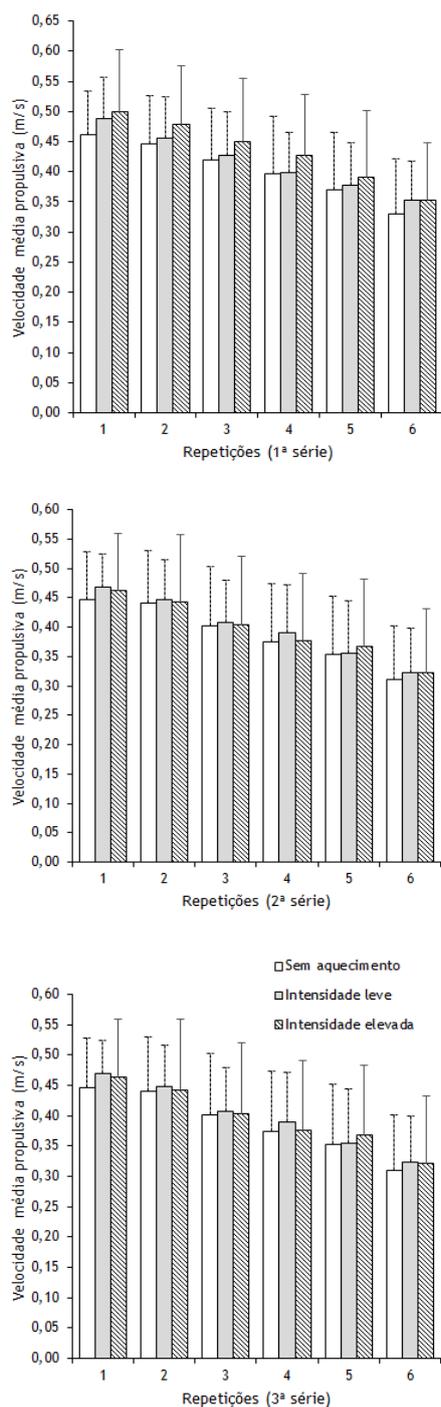
**Tabela 1** – Valores da média  $\pm$  desvio padrão da velocidade média propulsiva (VMP) em cada série realizada, seu valor máximo e mínimo (VMPmax, VMPmin), perda de velocidade ao longo de cada série no exercício de supino. Os valores de p e dos tamanhos do efeito (ES) são também apresentados.

	Sem Aquecimento	Intensidade Leve (A)	Intensidade Elevada (B)	A vs. B		A vs. C		B vs. C	
				p	ES	p	ES	p	ES
VMP 1ª série (m.s <sup>-1</sup> )	0.40 $\pm$ 0.08	0.42 $\pm$ 0.07	0.43 $\pm$ 0.10	0.56	0.16	0.07	0.32	0.45	0.20
VMP 2ª série (m.s <sup>-1</sup> )	0.39 $\pm$ 0.09	0.40 $\pm$ 0.38	0.40 $\pm$ 0.11	0.64	0.14	0.65	0.08	0.90	0.03
VMP 3ª série (m.s <sup>-1</sup> )	0.37 $\pm$ 0.09	0.38 $\pm$ 0.07	0.37 $\pm$ 0.11	0.67	0.13	0.92	0.01	0.61	0.13
Vmax (m.s <sup>-1</sup> )	0.49 $\pm$ 0.07	0.50 $\pm$ 0.06	0.52 $\pm$ 0.09	0.51	0.18	0.05*	0.31	0.48	0.17
Vmin (m.s <sup>-1</sup> )	0.27 $\pm$ 0.08	0.28 $\pm$ 0.07	0.28 $\pm$ 0.10	0.71	0.10	0.66	0.08	0.98	0.00
Perda da 1ª série (%)	30.6 $\pm$ 14.8	28.5 $\pm$ 9.4	31.4 $\pm$ 12.3	0.55	0.17	0.81	0.05	0.28	0.26
Perda da 2ª série (%)	35.3 $\pm$ 13.3	33.3 $\pm$ 13.3	33.5 $\pm$ 13.7	0.54	0.14	0.56	0.13	0.97	0.01
Perda da 3ª série (%)	35.9 $\pm$ 13.1	35.2 $\pm$ 14.4	39.1 $\pm$ 15.8	0.82	0.05	0.33	0.21	0.33	0.25

Nível de Significância: \*\*p $\leq$ 0.01; \*p $\leq$ 0.05

Apesar dos resultados não serem significativos, é curioso notar que a perda de velocidade parece ter tendência a ser superior quando o aquecimento anterior é realizado com cargas elevadas. A perda da VMP poderá ser observada de forma específica na Figura 1, onde verificamos uma quebra constante na velocidade propulsiva realizada em cada repetição, por cada série do exercício. Curiosamente, os valores tendem a ser superiores em todas as repetições para um aquecimento de intensidade elevada na primeira série realizada.

Através da Tabela 2 verificamos que os valores de potência confirmam a tendência dos resultados acima referidos. Comparando com a não realização de aquecimento, os valores máximos da PMP foram 4.1% superiores após o aquecimento com cargas leves e 5.9% após o aquecimento com cargas elevadas. Por sua vez, o aquecimento com intensidade elevada proporcionou valores máximos de PMP 4.4% superiores em relação ao aquecimento com intensidade leve.



**Figura 1** – Representação gráfica dos valores médios (+ desvio-padrão) da velocidade média propulsiva registada em cada repetição realizada sem aquecimento, com aquecimento utilizando cargas leves e com cargas elevadas no exercício de supino.

**Tabela 2** – Valores médios e desvio padrão da potência mecânica propulsiva (PMP) total de cada série, valores máximos da potência propulsiva (PMPmax) e mínimos (PMPmin) e valores totais da potência propulsiva (PMP total) no exercício de supino. Os valores de p e dos tamanhos do efeito (ES) são também apresentados.

	Sem	Intensidade Leve	Intensidade	A vs. B		A vs. C		B vs. C	
	Aquecimento (A)	(B)	Elevada (C)	p	ES	p	ES	p	ES
PMP 1ª série (W)	1448.1 ± 456.6	1487.0 ± 439.6	1554.6 ± 524.1	0.60	0.08	0.05*	0.21	0.40	0.13
PMP 2ª série (W)	1411.4 ± 523.9	1443.5 ± 547.7	1405.0 ± 474.3	0.68	0.06	0.93	0.02	0.67	0.07
PMP 3ª série (W)	1338.3 ± 531.8	1380.0 ± 590.2	1320.6 ± 541.4	0.61	0.07	0.77	0.03	0.50	0.10
PMPmax (W)	296.3 ± 87.41	302.6 ± 93.2	311.2 ± 89.5	0.55	0.07	0.03*	0.28	0.45	0.09
PMPmin (W)	162.6 ± 77.7	165.3 ± 72.5	165.2 ± 80.4	0.82	0.04	0.82	0.03	0.99	0.002
PMP total (W)	4197.8 ± 1494.1	4310.5 ± 1543.8	4280.2 ± 1492.9	0.60	0.07	0.61	0.05	0.89	0.02

Nível de Significância: \*\*p≤0.01; \*p≤0.05

### Força inferior

No caso do exercício de agachamento, observou-se que a resposta da VMP foi tendencialmente superior quando realizados os protocolos de aquecimento, com melhores resultados para o aquecimento com cargas superiores e particularmente a partir da 2ª e 3ª série realizada (ES ≥0.48). Os valores máximos de VMP após o aquecimento com intensidades elevadas revelaram serem 5.0% do que sem aquecimento e 5.8% superiores ao aquecimento leve. Tal como no exercício de supino, não foram reportadas quaisquer diferenças significativas nas perdas de velocidade. No entanto, é interessante destacar que se os valores mínimos da VMP foram 8.4% superiores no protocolo com intensidade elevada em comparação com o protocolo com intensidade leve (Tabela 3).

Analisando a potência mecânica, verificamos que os valores de PMP em cada série foram superiores após a realização de aquecimento com intensidades elevadas. Esta diferença demonstrou ser relevante na 2ª e 3ª série de treino (Tabela 4), com valores de magnitude do efeito moderados e altos (ES≥0.51) quando comparado com a não realização de aquecimento ou com o aquecimento com intensidades leves. No que diz respeito aos valores máximos e mínimos de PMP tendem a ser maiores no protocolo de aquecimento com carga mais elevada do que nos restantes protocolos, refletindo ser o protocolo com maior valor de PMP total.

**Tabela 3** – Valores da média  $\pm$  desvio padrão da velocidade média propulsiva (VMP) em cada série realizada, seu valor máximo e mínimo (VMPmax, VMPmin), perda de velocidade ao longo de cada série no exercício de agachamento. Os valores de p e dos tamanhos do efeito (ES) são também apresentados.

	Sem Aquecimento (A)	Intensidade Leve (B)	Intensidade Elevada (C)	A vs. B		A vs. C		B vs. C	
				p	ES	p	ES	p	ES
VMP 1ª série (m.s <sup>-1</sup> )	0.61 $\pm$ 0.08	0.62 $\pm$ 0.07	0.64 $\pm$ 0.07	0.42	0.22	0.11	0.46	0.29	0.29
VMP 2ª série (m.s <sup>-1</sup> )	0.62 $\pm$ 0.08	0.61 $\pm$ 0.09	0.66 $\pm$ 0.05	0.22	0.38	0.09	0.48	0.01**	0.79
VMP 3ª série (m.s <sup>-1</sup> )	0.60 $\pm$ 0.08	0.60 $\pm$ 0.08	0.64 $\pm$ 0.07	0.81	0.06	0.06	0.55	0.04*	0.59
Vmax (m.s <sup>-1</sup> )	0.68 $\pm$ 0.07	0.67 $\pm$ 0.06	0.71 $\pm$ 0.05	0.55	0.16	0.06	0.55	0.02*	0.71
Vmin (m.s <sup>-1</sup> )	0.57 $\pm$ 0.08	0.54 $\pm$ 0.11	0.59 $\pm$ 0.07	0.09	0.49	0.38	0.24	0.03*	0.63
Perda da 1ª série (%)	14.21 $\pm$ 3.85	15.11 $\pm$ 7.46	16.32 $\pm$ 10.36	0.67	0.12	0.53	0.17	0.66	0.12
Perda da 2ª série (%)	16.19 $\pm$ 5.43	20.57 $\pm$ 10.86	6.33 $\pm$ 6.06	0.18	0.38	0.95	0.02	0.13	0.43
Perda da 3ª série (%)	16.21 $\pm$ 5.14	16.86 $\pm$ 8.55	18.44 $\pm$ 9.94	0.82	0.06	0.44	0.21	0.68	0.11

Nível de Significância: \*\*p $\leq$ 0.01; \*p $\leq$ 0.05

**Tabela 4** – Valores médios e desvio padrão da potência mecânica propulsiva (PMP), valores máximos da potência propulsiva (PMPmax) e mínimos (PMPmin) e valores totais da potência propulsiva (PMP total) no exercício de agachamento. Os valores de p e dos tamanhos do efeito (ES) são também apresentados.

	Sem Aquecimento (A)	Intensidade Leve (B)	Intensidade Elevada (C)	A vs. B		A vs. C		B vs. C	
				p	ES	p	ES	p	ES
PMP 1ª série (W)	2714.4 $\pm$ 437.9	2766.8 $\pm$ 541.5	2860.8 $\pm$ 550.5	0.45	0.21	0.08	0.50	0.17	0.38
PMP 2ª série (W)	2761.2 $\pm$ 496.0	2696.6 $\pm$ 576.7	2938.4 $\pm$ 554.1	0.33	0.27	0.08	0.51	0.03*	0.67
PMP 3ª série (W)	2689.8 $\pm$ 569.4	2683.3 $\pm$ 576.7	2879.6 $\pm$ 597.5	0.91	0.03	0.04*	0.62	0.04*	0.61
PMPmax (W)	516.1 $\pm$ 82.8	532.2 $\pm$ 97.0	552.5 $\pm$ 106.6	0.89	0.38	0.03*	0.60	0.01**	0.58
PMPmin (W)	389.4 $\pm$ 74.9	381.2 $\pm$ 90.2	394.9 $\pm$ 98.6	0.18	0.09	0.40	0.09	0.05*	0.21
PMP total (W)	8165.4 $\pm$ 1476.4	8146.7 $\pm$ 1591.3	8678.8 $\pm$ 1649.3	0.45	0.04	0.75	0.64	0.44	0.76

Nível de Significância: \*\*p $\leq$ 0.01; \*p $\leq$ 0.05

## DISCUSSÃO

Com o presente estudo pretendemos perceber o efeito de diferentes intensidades de aquecimento na manifestação mecânica da força muscular, no supino e no agachamento, comparando as alterações provocadas na velocidade e potência mecânica do movimento. Verificamos que a VMP e a PMP, nos seus valores máximos, foram superiores com a realização de aquecimento, e de forma mais relevante após o aquecimento de cargas mais elevadas (64% 1RM). Adicionalmente, este aquecimento permitiu desenvolver mais potência mecânica, com efeitos notórios ao longo das repetições realizadas no exercício de agachamento. Os resultados obtidos sugerem que o aquecimento tem efeito benéfico sobre a produção e manifestação da força no exercício do supino e de agachamento, devendo ser considerada uma estimulação moderada a elevada para uma resposta muscular rápida.

O papel da força muscular é inequívoco tanto para o exercício relacionado com o movimento competitivo como para componentes relacionadas com o estado de aptidão física, nomeadamente a manutenção da massa óssea, habilidade para levar a cabo as atividades do dia-a-dia e manutenção da massa magra corporal (8). Neste sentido, as tarefas de preparação para um evento competitivo ou para o treino de preparação poderão determinar o sucesso ou não do praticante na consecução dos seus objetivos, e o entendimento acerca deste tema deverá ser aprofundado segundo os diversos fatores, entre os quais os fisiológicos e os biomecânicos (16).

Neste sentido, ao estudarmos o efeito de diferentes aquecimentos específicos sobre a produção e manifestação da força muscular permitiu-nos desde logo verificar que a VMP no supino e agachamento foi tendencialmente superior aquando da realização de qualquer um dos aquecimentos testados. A velocidade de execução perante uma resistência deve ser estimulada para obter os maiores benefícios que esta resistência pode nos proporcionar e otimizar os ganhos (10). Sabe-se ainda que a VMP demonstra a capacidade de um sujeito para produzir força, de forma rápida, responder às solicitações do exercício, estando relacionada com a maximização do rendimento desportivo (10). A realização de aquecimento demonstrou ser positiva para a otimização desta variável, beneficiando o alcance de valores máximos propulsivos, de forma particular aquando da realização de aquecimento com cargas mais elevadas.

De forma semelhante, a potência mecânica desenvolvida durante o treino parece ser otimizada aquando da realização do aquecimento com cargas elevadas. Curiosamente, no caso do exercício de agachamento, esta diferença acentuou-se à medida que as séries foram sendo cumpridas, registando maiores valores de PMP a partir da 2ª série de treino. Os nossos resultados vêm corroborar com alguns estudos anteriores que sugeriram a aplicação de um aquecimento incluindo cargas submáximas e execução explosiva para obter melhores resultados durante o exercício subsequente (2,9,11). De facto, estudos anteriores em outros tipos de exercícios e modalidades desportivas debruçaram-se sobre um efeito de potenciação pós-ativação, baseando-se num aquecimento consistindo no estímulo muscular de elevada intensidade e obtendo resultados positivos no rendimento (2,4,9). De facto, as cargas mais elevadas utilizadas durante o aquecimento (64% de 1RM), poderão corresponder aos valores teóricos máximos de potência nos exercícios selecionados (10), tendo assim funcionado como estimuladoras do efeito de potenciação para o exercício seguinte.

A perda de velocidade foi utilizada como variável indicadora de fadiga, uma vez que quanto maior é a perda de velocidade na série, maior é o stress mecânico, metabólico e hormonal (10). Apesar dos resultados não serem significativos, é curioso notar que a perda de velocidade parece tender a ser superior quando o aquecimento é realizado com cargas superiores (observando a diferença entre a perda de velocidade na 1ª e na 3ª série). Sabe-se que quando aumentamos o número de repetições realizadas com uma determinada carga, ou quando essa carga é superior, a fadiga aumenta e a perda de velocidade reflete o aumento da exigência da série realizada (10,20). No entanto, no nosso caso, tal tendência poderá ter sido potenciada pelos valores máximos superiores após este aquecimento.

Apesar de não ter sido o objetivo principal do estudo, é interessante observar que os valores de VMP e de PMP, apesar de superiores após o aquecimento mais intensivo, demonstraram que a diferença vai diminuindo ao longo das séries no caso do supino e aumentando no caso do agachamento. Podemos considerar para futuros estudos a hipótese de que o aquecimento mais intensivo terá um melhor efeito no caso de a solicitação muscular envolver maiores e mais grupos musculares, como é o exercício de agachamento.

## **CONCLUSÃO**

Os resultados do presente estudo sugerem que o aquecimento com intensidades mais elevadas parece ser benéfico para a otimização da produção da força muscular, através de uma resposta mais eficiente da VMP e da PMP no exercício de supino e de agachamento completo, especialmente nos seus valores máximos. Para além disso, no caso da força dos membros inferiores, devemos ter em atenção que o aquecimento com cargas elevadas parece otimizar a potência total desenvolvida com o decorrer da estimulação ao longo do treino.

## **IMPLICAÇÕES PRÁTICAS**

As evidências apresentadas são fundamentais para os profissionais do desporto, sugerindo que, para um melhor desempenho muscular durante o treino ou competição, este deverá ser precedido de um aquecimento específico que estimule a potência muscular, sendo recomendadas intensidades moderadas a elevadas. Parece ser evidente que o sistema neuromuscular precisa de ser ativado com uma determinada intensidade específica para a otimização da produção de força. No caso específico do treino da força, esta corresponderá a 80% da carga a ser utilizada durante o treino. Um aquecimento com intensidade demasiado baixa ou a não realização do mesmo poderá implicar uma resposta não maximizada por parte do praticante. Esta resposta muscular parece ser superior no exercício de agachamento, sugerindo que um aquecimento com intensidades superiores parece ser o mais adequado quando o exercício em causa envolve mais cadeias musculares. No entanto, o profissional deverá compreender a resposta individualizada que poderá existir no aquecimento aplicado, bem como deverá ter em atenção a ocorrência de fadiga que, nesse caso, prejudicará o rendimento subsequente.

## REFERÊNCIAS

1. Abad, C. C.C., Prado, M.L., Ugrinowitsch, C., Tricoli, V., & Barroso, R. (2011). Combination of general and specific warm-ups improves leg-press one repetition maximum compared with specific warm-up in trained individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(8), 2242–2245.
2. Arabatzi, F., Patikas, D., Zafeiridis, A., Giavroudis, K., Kannas, T., Gourgoulis, V., & Kotzamanidis, C. M. (2014). The post-activation potentiation effect on squat jump performance: Age and sex effect. *Pediatric exercise science*, 26(2), 187-194.
3. Barroso, R., Silva-Batista, C., Tricoli, V., Roschel, H., & Ugrinowitsch, C. (2013). The effects of different intensities and durations of the general warm-up on leg press 1RM. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(4), 1009-1013.
4. Batista, M. A. B., Roschel, H., Barroso, R., Ugrinowitsch, C., & Tricoli, V. (2010). Potencialização pós-ativação: possíveis mecanismos fisiológicos e sua aplicação no aquecimento de atletas de modalidades de potência. *Journal of Physical Education*, 21(1), 161-174.
5. Blazeovich, A. J., & Jenkins, D. G. (2002). Effect of the movement speed of resistance training exercises on sprint and strength performance in concurrently training elite junior sprinters. *Journal of Sports Sciences*, 20(12), 981-990.
6. Carvalho, F. L., Carvalho, M. C., Simão, R., Gomes, T. M., Costa, P. B., Neto, L. B., ... & Dantas, E. H. (2006). Acute effects of a warm-up including active, passive, and dynamic stretching on vertical jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(9), 2447-2452
7. Coburn, J. W., & Malek, M. H. (2012). *NSCA's essentials of personal training*. Champaign, IL: Human Kinetics.
8. Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I. M., Nieman, D. C., & Swain, D. P. (2011). American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 43(7), 1334-1359.

9. Gołaś, A., Maszczyk, A., Zajac, A., Mikołajec, K., & Stastny, P. (2016). Optimizing post activation potentiation for explosive activities in competitive sports. *Journal of human kinetics*, 52(1), 95-106.
10. González-Badillo, J., Sánchez-Medina, L., Pareja Blanco, F., & Rodríguez Rosell, D. (2017). *La velocidad de ejecución como referencia para la programación, control y evaluación del entrenamiento de la fuerza*. Ergotech consulting, S.L. Espanha.
11. Gourgoulis, V., Aggeloussis, N., Kasimatis, P., Mavromatis, G., & Garas, A. (2003). Effect of a submaximal half-squats warm-up program on vertical jumping ability. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(2), 342-344.
12. Guinoubi, C., Sahli, H., Mekni, R., Abedelmalek, S., & Chamari, K. (2015). Effects of Two Warm-Up Modalities on Short-Term Maximal Performance in Soccer Players: Didactic Modeling. *Advances in Physical Education*, 5: 70-76.
13. Lakens, D. (2013). Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: a practical primer for t-tests and ANOVAs. *Frontiers in Psychology*, 4, 863.
14. Marques, M. C., Van Den Tillaar, R., Vescovi, J. D., & González-Badillo, J. J. (2007). Relationship between throwing velocity, muscle power, and bar velocity during bench press in elite handball players. *International journal of sports physiology and performance*, 2(4), 414-422.
15. Marques, M.C. (2004). *O trabalho de força no alto rendimento desportivo: Da Teoria à prática*. Lisboa: Livros Horizonte.
16. McGowan, C. J., Pyne, D. B., Thompson, K. G., & Rattray, B. (2015). Warm-up strategies for sport and exercise: mechanisms and applications. *Sports Medicine*, 45(11), 1523-1546.
17. Neiva, H. P., Marques, M. C., Barbosa, T. M., Izquierdo, M., Viana, J. L., Teixeira, A. M., & Marinho, D. A. (2017). Warm-up for sprint swimming: race-pace or aerobic stimulation? A randomized study. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(9), 2423-2431.
18. Pojskić, H., Pagaduan, J., Babajić, F., Užičanin, E., Muratović, M., & Tomljanović, M. (2015). Acute effects of prolonged intermittent low-intensity isometric warm-up schemes on jump, sprint, and agility performance in collegiate soccer players. *Biology of Sport*, 32(2), 129–134.

19. Ribeiro, A. S., Romanzini, M., Schoenfeld, B. J., Souza, M. F., Avelar, A., & Cyrino, E. S. (2014). Effect of different warm-up procedures on the performance of resistance training exercises. *Perceptual and motor skills*, 119(1), 133-145.
20. Sanchez-Medina, L., & González-Badillo, J. J. (2011). Velocity loss as an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(9), 1725-1734.
21. Sánchez-Medina, L., Pallarés, J. G., Pérez, C. E., Morán-Navarro, R., & González-Badillo, J. J. (2017). Estimation of relative load from bar velocity in the full back squat exercise. *Sports Medicine International Open*, 1(02), E80-E88.
22. 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*, 48(10), 2285-2299
23. Sleivert, G., & Taingahue, M. (2004). The relationship between maximal jump-squat power and sprint acceleration in athletes. *European journal of applied physiology*, 91(1), 46-52.