



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Ciências Sociais e Humanas

**Diferentes intensidades de aquecimento: os
efeitos no treino da força
(VERSÃO DEFINITIVA APÓS DEFESA)**

Pedro Miguel Pombo Neves

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Ciências do Desporto
(2º ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutor Henrique Pereira Neiva
Co-orientador: Prof. Doutora Ana Ruivo Alves

Covilhã, junho de 2018

Agradecimentos

O desenvolvimento da presente dissertação contou com vários intervenientes, que direta ou indiretamente ajudaram, a todos eles quero agradecer do fundo do coração pelo apoio e motivação prestados.

Primeiramente, gostaria de agradecer ao meu orientador Professor Doutor Henrique Neiva e à minha coorientadora Professora Doutora Ana Alves por todo o apoio, dedicação, orientação, disponibilidade e, acima de tudo, paciência e esforço prestados durante a realização desta dissertação. Foi, para mim, muito importante a ajuda e predisposição de ambos, pois sem eles teria sido muito difícil concluir esta etapa.

Quero agradecer também ao meu pai António Neves e à minha mãe Adelaide Neves, pois, sem dúvida, são os pilares de todo o meu percurso académico e de toda a minha vida, são a minha base de todo o apoio financeiro, emocional, educativo e cívico da minha personalidade e formação. Sem eles, nada disto seria possível, portanto um MUITO OBRIGADO especial! Ao meu irmão Miguel Neves, aos meus avós e a toda a minha família um obrigado também por todo apoio e carinho manifestado.

À minha namorada Ana Duarte, pela paciência que tem em me aturar todos os dias e por todo o amor, afeto, ajuda, compreensão e carinho sentidos da parte dela, tornando tudo mais simples e fácil de se realizar, um obrigado por tudo!

Por último, mas não menos importante, quero agradecer aos investigadores e amigos Helena Gil e António Sousa, por toda a ajuda prestada não só nas sessões no laboratório, como também no decorrer de todo o processo de realização desta dissertação.

UM GRANDE OBRIGADO A TODOS!

Publicações

A presente dissertação teve como suporte o trabalho de revisão bibliográfico submetido e aceite para publicação (em atualização de informações):

- Madeira, R., Marinho, D.A., Alves, A.R., Marques, M.C., **Neves, P.**, Neiva, H.P. (2018). O aquecimento como prática saudável para o exercício. In: C. Boschi & J. Bento. *Cuidar da Casa Comum: da Natureza, da Vida, da Humanidade. Oportunidades e responsabilidades do desporto e da educação física*. Belo Horizonte: Casa da Educação Física (*in press*).

Resumo

O aquecimento é considerado uma parte integral do treino, tendo como principal objetivo a prevenção de lesões e a preparação para a atividade física. Pouco se sabe acerca dos efeitos sobre o desempenho muscular, e, de forma mais específica, acerca do seu desenho. O presente estudo teve como objetivo verificar o efeito da utilização de diferentes intensidades de aquecimento específico num treino de força muscular. Para isso, foi utilizado o exercício de agachamento, no qual foram avaliadas respostas mecânicas (velocidade média propulsiva, potência média propulsiva e perda de velocidade propulsiva), respostas fisiológicas (frequência cardíaca, temperatura auricular e concentração sanguínea de lactato) e psicofisiológicas (percepção subjetiva de esforço). Este estudo foi realizado com 14 sujeitos do sexo masculino, com idades compreendidas entre 19 e os 35 anos (24.43 ± 3.98 anos de idade; massa corporal: 77.71 ± 10.35 kg; estatura: 1.75 ± 0.07 m). Propôs-se assim comparar as alterações provocadas por três protocolos de aquecimento: i) com intensidade leve (3x6x40% da carga de treino com 3min de intervalo); ii) com intensidade elevada (3x6x80% da carga de treino com 3min de intervalo); iii) sem qualquer tipo de aquecimento. Através dos dados recolhidos, verificou-se a existência de diferenças significativas nos valores médios da velocidade propulsiva na 2ª série ($p = 0.01$, $d = 0.79$) e na 3ª série ($p = 0.04$, $d = 0.59$), com valores superiores para o aquecimento com intensidades elevadas quando comparado com intensidades leves. Em relação à potência desenvolvida durante o treino, verificaram-se também valores superiores com a realização de aquecimento com maior intensidade, durante a 2ª série ($p = 0.03$, $d = 0.67$) e na 3ª série do treino ($p = 0.04$, $d = 0.62$ e $p = 0.04$, $d = 0.61$). Mais, os valores máximos de potência propulsiva foram obtidos através da realização de aquecimento com intensidades mais elevadas, comparativamente à condição de não aquecimento e de aquecimento com intensidades leves ($p = 0.03$, $d = 0.60$ e $p = 0.01$, $d = 0.58$, respetivamente). Verificamos ainda que, depois de 15min do término do treino, a frequência cardíaca demonstrou ser superior com a realização de aquecimento de intensidade leve ou elevada ($p = 0.04$, $d = 0.62$ e $p = 0.05$, $d = 0.59$). Os resultados parecem assim indicar que a prática de um aquecimento antes da realização de um treino poderá ser benéfica para a otimização dos resultados, sendo que aquecimentos com intensidades mais elevadas poderão ser mais eficazes no desempenho.

Palavras-chave

Força máxima, aquecimento, diferentes intensidades, desempenho, agachamento.

Abstract

Warming is considered an integral part of the training, with the main objective being the prevention of injuries and the preparation for physical activity. Not much is known about the effects on muscle performance, and, more specifically, about its design. The present study aimed to verify the effect of the use of different intensities of specific heating in a series of muscle strength training. For this, the squat exercise was used, in which mechanical responses were evaluated (average propulsive velocity, average propulsive power and loss of propulsive velocity), as well as physiological responses (heart rate, atrial temperature and blood lactate concentration) and psychophysiological responses (subjective perception of effort). This study was performed with 14 male subjects, aged between 19 and 35 years (24.43 ± 3.98 years of age, body mass: 77.71 ± 10.35 kg, height: 1.75 ± 0.07 m). It was proposed to compare the changes caused by three heating protocols: i) with light intensity (3x6x40% of training load with 3min interval); ii) with high intensity (3x6x80% of training load with 3min interval); iii) without any type of warm-up. Based on the collected data, we found significant differences in mean values of propulsive velocity in the 2nd grade ($p = 0.01$, $d = 0.79$) and in the 3rd grade ($p = 0.04$, $d = 0.59$), with higher values for heating with high intensities when compared to light intensities. In relation to the power developed during the training, we also verified higher values with the highest intensity heating during the 2nd series ($p = 0.03$, $d = 0.67$) and in the 3rd training series ($p = 0.04$, $d = 0.62$ $p = 0.04$, $d = 0.61$). Moreover, the maximum propulsive power values were obtained with heating with higher intensities, compared to the condition of non-heating and heating with light intensities ($p = 0.03$, $d = 0.60$ and $p = 0.01$, $d = 0.58$, respectively). We also verified that, 15 minutes after the end of the training, the heart rate was shown to be higher with light or high intensity heating ($p = 0.04$, $d = 0.62$ and $p = 0.05$, $d = 0.59$). Thus, the practice of warming up before a workout can be beneficial to the optimization of results, it being concluded that warm-ups with higher intensities may be more effective in performance.

Keywords

Maxime strength, warm-up, different intensities, performance, squat.

Índice

| | |
|--------------------------------|------|
| LISTA DE TABELAS | XIII |
| LISTA DE ACRÓNIMOS | XV |
| INTRODUÇÃO | 1 |
| METODOLOGIA | 5 |
| Desenho Experimental | 5 |
| Amostra | 5 |
| Procedimentos | 6 |
| Análise Estatística | 9 |
| RESULTADOS | 11 |
| DISCUSSÃO | 15 |
| CONCLUSÃO | 19 |
| IMPLICAÇÕES PRÁTICAS | 21 |
| FUTURAS LINHAS DE INVESTIGAÇÃO | 23 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 25 |

Lista de Tabelas

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 - Exemplo de planeamento das cargas de aquecimento e de treino para um indivíduo com 1RM de agachamento de 100kg. | 7 |
| Tabela 2 - Análise de desempenho nos parâmetros de força: valores médios e desvio padrão da velocidade média propulsiva (VMP), valores máximos da velocidade propulsiva (Vmax) e mínimos (Vmin) e perdas percentuais de velocidade na série. Valores de p e d são também reportados para as comparações múltiplas. | 10 |
| Tabela 3 - Tabela 3 - Análise de desempenho nos parâmetros de força: valores médios e desvio padrão da potência média propulsiva (PMP), valores máximos da potência propulsiva (PMPmax) e mínimos (PMPmin) e valores totais da potência propulsiva (PMP total). Valores de p e d são também reportados para as comparações múltiplas. | 13 |
| Tabela 4 - Análise de desempenho nos parâmetros fisiológicos e psicofisiológicas: valores de frequência cardíaca, temperatura auricular, concentração sanguínea de lactato e percepção subjetiva de esforço. | 14 |

Lista de Acrónimos

| | |
|-------|---------------------------------------|
| 1RM | Uma Repetição Máxima |
| FC | Frequência Cardíaca |
| GRP | Gabinete de Relações Públicas |
| [LA-] | Ácido Láctico |
| PMP | Potência Média Propulsiva |
| PSE | Perceção Subjetiva de Esforço |
| SPSS | Statistical Package of Social Science |
| TF | Treino de Força |
| UBI | Universidade da Beira Interior |
| VMP | Velocidade Média Propulsiva |

Introdução

O aquecimento é visto como meio de preparação para o exercício físico, utilizado por atletas, técnicos e praticantes de atividade física, com o principal objetivo de obtenção de um estado físico e psíquico ideal, mas também como preparação cinética e coordenativa na prevenção de lesões (Weineck, 2003; Fradkin, Zazryn, & Smolig, 2010). De acordo com a literatura, os benefícios associados ao aquecimento traduzem-se sobretudo no aumento da temperatura corporal, diminuição da rigidez muscular e articular (Racinais & Oksa, 2010), aumento da eficácia na transmissão de impulsos nervosos (Karvonen, 1992) e, simultaneamente, o incremento das reações metabólicas, conduzindo à melhoria da potência muscular (Davies & Young, 1983). Poderá ainda originar o incremento da dissociação do oxigénio, da hemoglobina e da mioglobina, provocando vasodilatação e, conseqüentemente, o aumento do fluxo sanguíneo muscular (Fermino et al. 2005). Apesar da influência positiva do aquecimento no rendimento desportivo (Fradkin et al., 2010), existe carência de investigações específicas acerca das variáveis que o compõem, assim como o seu efeito na manifestação específica da força (McGowan et al., 2015).

Qualquer exercício ou atividade física tem vindo a ser precedida por práticas de aquecimento, que, mesmo sem evidências claras em alguns dos casos, tem vindo a ser acreditadas como imprescindíveis para a otimização do rendimento durante a prática, permitindo um melhor desempenho neuromuscular bem como uma redução do risco de lesão (McGowan et al., 2015). O exercício físico pode ser definido como um conjunto de movimentos corporais planeados e estruturados, realizados com o intuito de manter e desenvolver uma ou mais componentes da condição física. De entre essas componentes está inserida a força muscular, definida como a capacidade do músculo-esquelético produzir tensão e força máxima num padrão e numa velocidade específica ou determinada (de Albuquerque, Maschio, Gruber, de Souza, & Hernandez, 2011; Hori et al., 2009). De facto, a força muscular é considerada por alguns como sendo a valência física mais importante, visto ser indispensável na realização de qualquer tipo de movimento (Ferreira, Cordeiro de Souza, Abreu de Lima, & Gomes Mascarenhas, 2016; Kùlkamp, Dias, & Wentz, 2009). O treino desta capacidade tem uma influência positiva na saúde, com um aumento da disposição e capacidade para a realização de atividades da vida diária, redução no surgimento de dores músculo-esqueléticas, melhoria do desempenho, para além de contribuir para a prevenção de lesões (Ferreira et al., 2016). Além disso, o treino e a melhoria do desempenho da força parecem ter influência em situações psicofisiológicas, como a melhoria da autoestima, no controlo do stress e contribui também para uma melhoria da qualidade do sono (de Souza Vale, Barreto, da Silva Novaes, & Dantas, 2006; Peterson, Peterson, & Bryant, 2001). Sabendo da importância desta capacidade, urge entender melhor o funcionamento dos fatores que podem influenciar o seu desempenho e otimização, como o caso do aquecimento desportivo.

Nas últimas décadas, muitos têm sido os benefícios atribuídos à prática do treino de força (TF), sobretudo na melhoria de força máxima, força de resistência, hipertrofia, potência muscular, mas também na prevenção de problemas de saúde (ex.: sarcopenia) (Fleck & Kraemer, 2004; Nobrega, Paula & Carvalho, 2005). Numa primeira instância, uma avaliação válida e precisa da força muscular individual é importante para a avaliação da capacidade funcional do indivíduo e para a prescrição de exercício em qualquer população (Brown & Weir, 2001; Garber et al., 2011). Aliás, as principais recomendações para a avaliação e prescrição do exercício físico, definidas por organizações de referência mundial (ex.: American College of Sports Medicine), sugerem o teste de repetição máxima (1RM) para a avaliação da força muscular, com o objetivo de estimar a força dos mais variados grupos musculares (Baechle & Earle, 2008; Simão et al., 2004). Face aos benefícios encontrados, o treino de força tem sido inserido em programas de atividade física, com o intuito de melhorar a saúde e qualidade de vida da população (Garber et al., 2011). Contudo, na literatura existem ainda lacunas relativas aos métodos que visam a otimização dos ganhos de força muscular, sobretudo no que respeita o tipo de aquecimento mais eficiente para melhorar o desempenho de força (Nicoli, Cordova, Barreto & Novaes, 2010) ou, até mesmo, o desempenho em testes de força máxima (Tan, 1999; Simão et al., 2004; Faigenbaum, Bellucci, Bernieri, Bakker & Hoorens, 2005; e Arruda et al., 2006).

Em academias ou ginásios, para o treino específico da força muscular, é usual recorrer-se a uma prática comum, iniciando com um aquecimento geral, seguido de um aquecimento específico e terminando com alongamentos (Roberts, 2002; Nader et al., 2009). No entanto, estas práticas carecem de evidências científicas que o suportem. O aquecimento geral recorre a exercícios submáximos (ex.: corrida), sendo uma forma de ativação geral do corpo que permite o aumento da temperatura corporal e possibilita maior velocidade de reações químicas no corpo humano (Young & Behm, 2002). Segundo a *American College of Sports Medicine* (2009), o aquecimento aeróbio deve obedecer a um período de 5 a 10 minutos, enquanto a intensidade ideal é aquela em que o $VO_{2máx}$ permanece entre 40% e 60%, sendo que a duração e intensidade do aquecimento devem variar de acordo com o condicionamento físico de cada sujeito (Woods et al., 2007). No entanto, de acordo com alguns estudos a combinação de treino aeróbio com o treino de força parece interferir no desempenho de força e potência muscular. Craig, Lucas, Pohlman & Stelling (1991) verificaram que o desenvolvimento de força nos membros inferiores era comprometido pela realização prévia de corridas antes do treino de força. Aoki, Pontes, Navarro, Uchida & Bacurau (2003), verificaram que exercícios aeróbios realizados antes do treino de força comprometiam as adaptações decorrentes do estímulo de força através da alteração do padrão de recrutamento muscular e/ou atenuação de hipertrofia. Contudo, se os exercícios aeróbios forem realizados com baixo volume e intensidade, tal influência negativa não se verifica no teste de 1RM (Simão et al., 2004). Segundo Coledam et al. (2009), aquecimento realizado com 10 minutos

de corrida contínua com intensidade leve é eficiente para aumentar o desempenho de atletas.

Sabendo que o treino da força muscular pode ser comprometido pelo aquecimento aeróbio, na literatura é possível verificar que, usualmente, antes de um treino de força os atletas optam por um aquecimento muscular específico, com o intuito de preparar o sistema neuromuscular para a tarefa seguinte, permitindo uma melhoria da capacidade coordenativa (Fermino et al., 2008; Sweet & Hagerman, 2001). Esta prática tem demonstrado ser uma mais-valia no que diz respeito ao aumento da produção de força (Bishop, 2003; Sweet & Hagerman, 2001).

No estudo de Simão et al. (2004), cujo objetivo foi verificar a influência do aquecimento específico, aquecimento com flexibilidade e aquecimento aeróbio antes do trabalho com cargas máximas, foi observado que apesar de não existirem diferenças significativas nos resultados obtidos, 60% dos indivíduos que realizaram o aquecimento específico apresentaram uma mobilização de carga. Também no estudo de Miranda et al. (2007) que tinha como finalidade verificar o efeito agudo de um protocolo de aquecimento específico ou outro com alongamentos, não se verificaram diferenças significativas na capacidade de gerar força, quando realizado com intensidades leves. Os poucos estudos prévios focaram-se no efeito do aquecimento na manifestação da força máxima, com resultados a demonstrarem que um aquecimento específico influencia positivamente 1RM. Abad et al. (2011) reportaram que a combinação de um aquecimento geral com um aquecimento específico melhora a realização do exercício de leg press em 8.4%. Quando compararam intensidades diferentes, Barroso et al. (2013) verificaram que um aquecimento de baixa intensidade tem efeitos superiores na 1RM leg press em comparação com moderada intensidade ou sem aquecimento. No entanto, é ainda inconclusiva qual a intensidade da carga que deve ser aplicada no aquecimento para que os ganhos de força máxima sejam maximizados.

Apesar de, na última década, se ter assistido a um crescente aumento do interesse sobre a temática do aquecimento desportivo, e sendo este considerado uma parte fundamental na otimização da performance desportiva, ainda existe alguma controvérsia quanto às vantagens que o mesmo proporciona especificamente no treino de força (Barroso et al., 2013; de Albuquerque et al., 2011; McGowan et al., 2015). Apesar da influência do aquecimento no rendimento subsequentes parecer ser benéfico, escassas são as investigações específicas acerca das variáveis que o compõem, assim como o seu efeito na manifestação específica da força (McGowan et al., 2015). Atualmente, grande parte dos estudos têm demonstrado benefícios do aquecimento, maioritariamente centrados no rendimento desportivo de esforços eminentemente competitivos, (ex.: o sprint e o salto), reportando melhorias no rendimento das mesmas (Guinoubi et al., 2015; Pojskić et al., 2015). Por outro lado, nos estudos que relataram efeitos negativos, é demonstrado que esses resultados se devem à prática inadequada de algumas atividades específicas (ex: o alongamento estático), sendo

recomendado o desuso dessas práticas (Fradkin et al., 2010). Em qualquer um dos casos, poucos são os estudos que investiguem o efeito do aquecimento no treino e na manifestação da força muscular.

A título de exemplo, diversos estudos comprovaram que a utilização de movimentos de alongamento antecedentes a atividade em que seja exigida força máxima, pode vir a prejudicar o rendimento do atleta (Endlich et al., 2009; McHugh & Cosgrave, 2010; Rubini et al., 2007;). Porém, Sá et al. (2016) concluíram que um aquecimento específico acompanhado por alongamentos específicos é o melhor tipo de aquecimento para a melhor performance do atleta. Contudo, Gallo & de Mello (2017), não só verificaram um aumento do número de repetições no exercício de força máxima após um aquecimento com alongamentos estáticos, como também verificaram benefícios após a utilização de outros tipos de aquecimentos (como exercícios aeróbios com diferentes intensidades). Os resultados deste estudo podem ser justificados pelo rendimento dos atletas estar diretamente relacionado com a duração dos alongamentos realizados (Barroso, Tricoli, dos Santos Gil, Ugrinowitsch, & Roschel, 2012).

Deste modo e devido à carência de investigações na área relativamente ao aquecimento e sabendo a sua importância para a otimização do esforço subsequente e o cuidado a ter devido a possíveis efeitos de fadiga muscular, o presente estudo visa verificar os efeitos e qual a influência da utilização de diferentes intensidades durante o aquecimento para uma otimização do treino da força. Pretendemos assim verificar a influência da utilização de diferentes cargas durante o aquecimento no exercício de agachamento, avaliando as respostas mecânicas (como a velocidade propulsiva e perda de velocidade), e as respostas fisiológicas e psicológicas (como a frequência cardíaca, temperatura, concentração de lactato e percepção subjetiva de esforço). Foi colocada a hipótese de que o aquecimento com mais intensidade influenciará positivamente a manifestação de força nas séries de treino seguintes.

Metodologia

Desenho Experimental

O estudo seguiu um desenho de medidas repetidas, realizado durante 4 semanas com cada participante a realizar 3 protocolos de forma randomizada: A) sem aquecimento, B) 1x6:40% da carga de treino; C) 1x6:80% da carga de treino, sendo realizado o teste de 1RM no exercício de agachamento, na primeira sessão. Neste estudo foi assumido que a carga de treino dos sujeitos corresponderia a 80% da carga de 1RM. Os três protocolos foram aplicados com ordem aleatória, durante dias não consecutivos. Este desenho foi aplicado com o objetivo de verificar o efeito da aplicação de diferentes intensidades de aquecimento na manifestação de força no exercício de agachamento, avaliando respostas mecânicas (velocidade média propulsiva: VMP; potência média propulsiva: PMP, e perda de velocidade propulsiva), respostas fisiológicas (frequência cardíaca: FC; temperatura auricular e concentração sanguínea de lactato: [La-]) e psicofisiológicas (percepção subjetiva de esforço: PSE).

Amostra

A amostra inicial do estudo era composta por 19 elementos do sexo masculino (entre os 18 e 35 anos de idade). No decorrer das sessões alguns sujeitos foram excluídos do estudo devido ao incumprimento dos testes previstos, por ausência ou lesões musculares. Desta forma apenas participaram neste estudo 14 sujeitos, fisicamente ativos (idade: 24.43 ± 3.98 anos; massa corporal: 77.71 ± 10.35 kg; estatura: 1.76 ± 0.07 m) com experiência em treino de ginásio. Todos os sujeitos foram informados acerca dos objetivos, características e todo o processo da realização do estudo bem como potenciais riscos, concordando participar de forma voluntária neste estudo, podendo estes desistir a qualquer momento sem prejuízo pessoal. Foi assumido como critério de exclusão do estudo sujeitos que apresentassem algum tipo de lesão nos membros inferiores. Foi aconselhado a todos terem uma alimentação equilibrada e não realizarem as sessões em jejum, nem após a ingestão de uma refeição exagerada, não comparecerem com poucas horas de sono e não treinarem os grupos musculares implícitos no estudo, nas últimas 48 horas antes da sessão. Os participantes foram solicitados a assinar um formulário de consentimento informado antes de iniciarem as sessões e todos os procedimentos seguiram as recomendações da Declaração de Helsínquia.

Procedimentos

Todos os procedimentos realizados neste estudo decorreram no laboratório do departamento de Ciências do Desporto, na Universidade da Beira Interior. Uma sessão de avaliação por semana foi realizada em cada sujeito, durante 4 semanas (avaliação de 1RM, condição de controlo - protocolo sem aquecimento, protocolo com intensidade leve - 40% da carga de treino e protocolo com intensidade elevada - 80% da carga de treino). Na primeira semana foram aplicados questionários de caracterização dos sujeitos e realizada a avaliação de 1RM, no exercício de agachamento. Nas 3 semanas seguintes, os aquecimentos propostos no estudo foram aplicados de forma aleatória.

Para determinar o 1RM, cada sujeito foi submetido a uma bateria de teste de 1RM em agachamento. O teste teve início apenas com a barra da Multipower (17kg), sendo aplicados aumentos de carga de 10 em 10kg até a velocidade média propulsiva de cada sujeito ser $\leq 0.8\text{m/s}$. Foi solicitado aos sujeitos que realizassem 3 repetições com cada carga, na qual a fase excêntrica (fase descendente) deveria ser realizada a uma velocidade controlada e a fase concêntrica (fase ascendente) realizada à máxima velocidade possível. Os sujeitos tinham 3 minutos de recuperação entre o aumento de cada carga. A barra da Multipower estava ligada por um cabo de aço a um medidor linear de posição (T-Force System, Murcia, Espanha). No momento em que a velocidade de propulsão fosse próxima a 0.8m/s automaticamente o aparelho T-Force calculava o RM estimado do sujeito (Pallarés, Sánchez-Medina, De La Cruz-Sánchez & MoraRodríguez, 2014). O medidor linear tinha uma precisão de 0.0002m para o cálculo das diferentes variáveis medidas em cada repetição.

Posteriormente, em dias não consecutivos e aleatoriamente, foram aplicados os protocolos mencionados anteriormente. Previamente a iniciarem o protocolo, os sujeitos permaneciam 5 minutos sentados e em silêncio para retornarem aos valores basais. Após realizarem o protocolo de aquecimento, os sujeitos tinham 3 minutos de recuperação para iniciar o trabalho de força que consistia em 3 séries de 6 agachamentos a 80% de 1RM. A Tabela 1 apresenta o processo de planeamento das cargas.

Tabela 1 - Exemplo de planejamento das cargas de aquecimento e de treino para um indivíduo com 1RM de agachamento de 100 kg.

| | Cálculo da carga | Aquecimento | Treino |
|-----------------------------------------|------------------------------------------|-------------|----------|
| Carga de Treino (80% de 1RM) | $100\text{kg} \times 0.80 = 80\text{kg}$ | | |
| Protocolo 1 (sem aquecimento) | — | — | 3x6:80kg |
| Protocolo 2 (40% da carga de treino) | $80\text{kg} \times 0.40 = 32\text{kg}$ | 1x6:32kg | 3x6:80kg |
| Protocolo 3 (80% da carga de treino) | $80\text{kg} \times 0.80 = 64\text{kg}$ | 1x6:64kg | 3x6:80kg |

Bateria de Testes

Neste estudo foram avaliadas medidas de desempenho (variáveis de força e potência muscular) através do medidor de posição linear T-Force. Foi também realizada uma avaliação fisiológica que consistiu nas medições de frequência cardíaca (FC em batimentos por minuto), concentração sanguínea de lactato ($[\text{La-}]$ em mmol.l^{-1}) e temperatura auricular (em $^{\circ}\text{C}$). Estas variáveis foram monitorizadas em estado de repouso (basal), imediatamente após o aquecimento, após o trabalho de força e após 15 minutos de recuperação. Como complemento a toda esta avaliação, foi utilizada a escala de percepção subjetiva do esforço (PSE) de Borg (1998) para quantificar o nível de esforço após o aquecimento e trabalho de força.

Aquecimentos implementados

As únicas diferenças entre os três protocolos implementados foi a realização, ou não, de aquecimento antes da execução do exercício de agachamento na Multipower e as cargas utilizadas quando aplicado o aquecimento. No protocolo em que não se realizava qualquer tipo de aquecimento, foi pedido aos sujeitos que não realizassem qualquer tipo de ação ou movimento que pudesse funcionar como aquecimento, antes da implementação do exercício. Para isso foi explicado aos sujeitos que teriam de estar 5 minutos sentados em repouso previamente ao exercício. No protocolo com intensidades leves de aquecimento, era aplicado o exercício de agachamento com 40% da carga que seria utilizada durante o exercício de treino, realizando seis repetições. No protocolo com intensidade elevada, os participantes realizaram um aquecimento de seis repetições de 80% da carga a realizar no treino.

Posteriormente à aplicação de descanso de 5 minutos de forma passiva, foi realizado, por cada indivíduo, um treino constituído por três séries de seis repetições, onde era usado 80% de 1RM. O exercício utilizado foi unicamente o agachamento, realizado na Multipower.

Variáveis mecânicas avaliadas

A determinação do 1RM e protocolos de aquecimento foram realizados no exercício de agachamento executados na Smith (Multipower fitness line). Os sujeitos posicionaram os pés aproximadamente à largura dos ombros, direcionando os dedos para a frente, posicionando a barra na parte superior do trapézio com as omoplatas em contração de forma a ser possível apoiar a barra. A fase excêntrica (fase de descida do movimento) deve ser realizada lentamente, começando a agachar utilizando a articulação da anca e em seguida fletindo os joelhos, conforme a ação de sentar numa cadeira. A cabeça era mantida alinhada com a coluna cervical numa posição neutra. A profundidade do movimento deveria atingir um ângulo de aproximadamente 90° na articulação do joelho. Após a realização dos passos anteriores, a fase concêntrica do movimento era iniciada e executada a uma velocidade máxima, colocando a pressão sobre os calcanhares enquanto voltava à posição inicial.

Para avaliar a velocidade de execução do exercício de teste e determinar o 1RM de cada sujeito foi utilizado o T-Force Dynamic Measurement System (Ergotech Consulting, Espanha), um aparelho de medição de forças que se liga ao computador portátil, através de uma placa de aquisição de dados analógico-digital de 14bits. O aparelho calcula automaticamente os parâmetros cinemáticos e cinéticos de cada repetição, relevantes para este estudo, nomeadamente a VMP e PMP, fornecendo a informação em tempo real e armazenando os dados no computador para uma posterior análise. Este aparelho está ligado à multipower, uma máquina multifunções, composta por uma armação que sustenta uma barra olímpica, permitindo assim a realização de diversos exercícios de alto rendimento (ex: supino, agachamento).

Com a aquisição destes dados foi possível a análise de várias variáveis, sendo estas a VMP de cada repetição (fase concêntrica), 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). O controlo da velocidade foi realizado de modo a se avaliar o treino de força (Sánchez Medina & Gonzalez-Badillo, 2011). A VMP da primeira repetição é normalmente utilizada para estimar a intensidade do treino (González-Badillo & Sánchez-Medina, 2010), podendo ainda expressar/controlar o grau de fadiga ocorrido durante o treino (Sánchez Medina & Gonzalez-Badillo, 2011). Assim, através destes dados foi possível calcular a perda percentual de velocidade enquanto $100 \times (VMP \text{ melhor} - VMP \text{ pior})/VMP \text{ melhor}$ (González-Badillo et al., 2017). Também foi analisada a PMP, definida como a quantidade de trabalho exercida num determinado tempo de execução/ação e/ou sequência motora

(Carvalho & Carvalho, 2006). 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 fisiológica e psicofisiológica

Em todas as sessões de implementação dos protocolos foi indicado aos indivíduos que permanecessem 5 minutos sentados, sem a realização de qualquer tipo de esforço. Para a monitorização dos valores de frequência cardíaca (FC) foi utilizado um relógio polar (Polar, A300, Finlândia). Foi retirada a FC basal, logo após os 5 minutos de repouso, a FC imediatamente a seguir ao aquecimento e à realização da sessão de treino e 15 minutos depois da realização do treino.

Para a obtenção da temperatura auricular, foi utilizado um termómetro digital de ouvido (Braun com Tecnologia Exactemp, Alemanha). Como na FC, foi também avaliada a temperatura basal, logo após os 5 minutos de repouso, a temperatura imediatamente a seguir ao aquecimento e à realização da sessão de treino e 15 minutos depois do treino.

Na determinação da concentração sanguínea de lactato, foi utilizado um analisador portátil de lactato (Accutrend Lactate, Suíça), com obtenção de resultados em 10 segundos. Como nos parâmetros anteriores, foi retirada a concentração sanguínea de lactato basal após os 5 minutos de repouso, imediatamente a seguir ao aquecimento, à realização da sessão de treino e 15 depois do treino.

Como forma de obter a percepção subjetiva de esforço, foi utilizada a escala de 6 a 20 unidades de Borg (1998) apresentada aos indivíduos, após a realização do aquecimento e imediatamente a seguir à sessão de treino.

Análise estatística

Para a análise dos dados foi utilizado o programa Microsoft Office Excel 2007 e o programa de análise estatística Statistical Package of Social Science (SPSS) 22.0, ambos para Windows. Para obter uma descrição dos resultados foram utilizados os cálculos tradicionais de tendência central: média e desvio padrão. Para verificar a normalidade dos dados foi realizado o teste de Shapiro-wilk ($n < 30$), verificando-se assim, que os dados apresentam uma distribuição normal. Para analisar as diferenças entre grupos foi utilizado o T-Teste para amostras pareadas (sem aquecimento vs. aquecimento de intensidade leve; sem aquecimento vs. aquecimento intensidade elevada; aquecimento de intensidade leve vs. aquecimento de intensidade elevada). Para avaliar o tamanho do efeito recorreremos ao teste d de Cohen.

Utilizamos a interpretação comumente usada considerando valores pequenos entre 0.20 e 0.50, médios entre 0.50 e 0.80 e grandes se ≥ 0.80 (Lakens, 2013). Foi assumido um nível de significância para a rejeição da hipótese nula de $p \leq 0.05$.

Resultados

Através dos resultados obtidos (Tabela 2), observou-se que a resposta alcançada da VMP no exercício de agachamento foi tendencialmente superior quando realizados protocolos de aquecimento (protocolo de 40% e 80% da carga de treino) em comparação com a ausência de aquecimento prévio. Pôde ainda destacar-se diferenças significativas em relação ao protocolo de aquecimento com intensidade elevada, sendo perceptível a possibilidade de se obter valores de VMP superiores aquando utilizadas cargas superiores comparativamente à aplicação de cargas mais leves.

No que diz respeito aos valores máximos de VMP, podemos observar que existem diferenças significativas novamente no protocolo de aquecimento com 80% da carga, verificando-se valores máximos superiores no protocolo de aquecimento com carga mais elevada. Podemos destacar que, embora não exista diferenças significativas, os resultados dos valores máximos da VMP no protocolo de aquecimento com carga leve são tendencialmente melhores que os resultados do protocolo sem aquecimento. Em relação aos valores mínimos de velocidade média propulsiva (Tabela 2), não existem diferenças significativas na comparação entre protocolos.

Apesar de se verificarem diferenças significativas nas VMP e nos valores máximos da VMP, não foram reportadas quaisquer diferenças significativas nas perdas de velocidade média e por série. No entanto, é interessante destacar que se os valores mínimos da VMP são superiores no protocolo com intensidade elevada em comparação com o protocolo com intensidade leve, mantendo-se constantes os valores mínimos de VMP, poderá presumir-se assim que a perda de velocidade será superior no protocolo com intensidade elevada. Importa destacar que, dos 14 sujeitos, foi possível observar que 8 tiveram resultados superiores aquando comparados os valores máximos de VMP na condição sem aquecimento, com a condição com intensidade leve. Em relação à comparação da condição sem aquecimento, com a condição de aquecimento com intensidade elevada existiu um aumento de 2 sujeitos (10) tendo respostas superiores nos valores máximos de VMP. Por sua vez, na comparação das condições de aquecimento observou-se que apenas 8 obtiveram resultados superiores nos valores máximos de VMP.

Tabela 2 - Análise de desempenho nos parâmetros de força: valores médios e desvio padrão da velocidade média propulsiva (VMP), valores máximos da velocidade propulsiva (Vmax) e mínimos (Vmin) e perdas percentuais de velocidade na série. Valores de *p* e *d* são também reportados para as comparações múltiplas.

| | Sem Aquecimento (A) | Intensidade Leve (B) | Intensidade Elevada (C) | A vs. B | | A vs. C | | B vs. C | |
|------------------------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------------|----------|----------|----------|----------|---------------|----------|
| | | | | <i>p</i> | <i>d</i> | <i>p</i> | <i>d</i> | <i>p</i> | <i>d</i> |
| VMP 1ª série (m.s ⁻¹) | 0.61 ± 0.08 | 0.62 ± 0.07 | 0.64 ± 0.07 | 0.42 | 0.22 | 0.11 | 0.46 | 0.29 | 0.29 |
| VMP 2ª série (m.s ⁻¹) | 0.62 ± 0.08 | 0.61 ± 0.09 | 0.66 ± 0.05 | 0.22 | 0.38 | 0.09 | 0.48 | 0.01** | 0.79 |
| VMP 3ª série (m.s ⁻¹) | 0.60 ± 0.08 | 0.60 ± 0.08 | 0.64 ± 0.07 | 0.81 | 0.06 | 0.06 | 0.55 | 0.04* | 0.59 |
| Vmax 1ª série (m.s ⁻¹) | 0.66 ± 0.07 | 0.68 ± 0.06 | 0.69 ± 0.07 | 0.34 | 0.27 | 0.13 | 0.44 | 0.69 | 0.11 |
| Vmax 2ª série (m.s ⁻¹) | 0.68 ± 0.07 | 0.67 ± 0.06 | 0.71 ± 0.05 | 0.55 | 0.16 | 0.06 | 0.55 | 0.02* | 0.71 |
| Vmax 3ª série (m.s ⁻¹) | 0.66 ± 0.08 | 0.66 ± 0.09 | 0.69 ± 0.07 | 0.88 | 0.04 | 0.08 | 0.51 | 0.06 | 0.56 |
| Vmin 1ª série (m.s ⁻¹) | 0.57 ± 0.08 | 0.58 ± 0.08 | 0.58 ± 0.10 | 0.62 | 0.14 | 0.78 | 0.08 | 0.98 | 0.01 |
| Vmin 2ª série (m.s ⁻¹) | 0.57 ± 0.08 | 0.54 ± 0.11 | 0.59 ± 0.07 | 0.09 | 0.49 | 0.38 | 0.24 | 0.03* | 0.63 |
| Vmin 3ª série (m.s ⁻¹) | 0.55 ± 0.07 | 0.55 ± 0.09 | 0.57 ± 0.09 | 0.97 | 0.01 | 0.62 | 0.14 | 0.64 | 0.13 |
| Perda da 1ª série (%) | 14.21 ± 3.85 | 15.11 ± 7.46 | 16.32 ± 10.36 | 0.67 | 0.12 | 0.53 | 0.17 | 0.66 | 0.12 |
| Perda da 2ª série (%) | 16.19 ± 5.43 | 20.57 ± 10.86 | 6.33 ± 6.06 | 0.18 | 0.38 | 0.95 | 0.02 | 0.13 | 0.43 |
| Perda da 3ª série (%) | 16.21 ± 5.14 | 16.86 ± 8.55 | 18.44 ± 9.94 | 0.82 | 0.06 | 0.44 | 0.21 | 0.68 | 0.11 |

Nível de Significância: ***p*<0.01; **p*<0.05

Os valores de PMP (Tabela 3) são superiores quando comparados os protocolos experimentais de aquecimento com o protocolo sem aquecimento, destacando-se o facto de os sujeitos terem atingido valores de PMP superiores quando utilizadas cargas de treino mais elevadas comparativamente à utilização de cargas mais leves.

Tabela 3 - Análise de desempenho nos parâmetros de força: valores médios e desvio padrão da potência média propulsiva (PMP), valores máximos da potência propulsiva (PMPmax) e mínimos (PMPmin) e valores totais da potência propulsiva (PMP total). Valores de *p* e *d* são também reportados para as comparações múltiplas.

| | Sem Aquecimento (A) | Intensidade Leve (B) | Intensidade Elevada (C) | A vs. B | | A vs. C | | B vs. C | |
|------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|----------|----------|--------------|----------|---------------|----------|
| | | | | <i>p</i> | <i>d</i> | <i>p</i> | <i>d</i> | <i>p</i> | <i>d</i> |
| PMP 1ª série (W) | 2714.44 ± 437.89 | 2766.81±541.50 | 2860.81±550.54 | 0.45 | 0.21 | 0.08 | 0.50 | 0.17 | 0.38 |
| PMP 2ª série (W) | 2761.20±496.02 | 2696.60±576.72 | 2938.37±554.11 | 0.33 | 0.27 | 0.08 | 0.51 | 0.03* | 0.67 |
| PMP 3ª série (W) | 2689.81±569.36 | 2683.31±576.72 | 2879.63±597.51 | 0.91 | 0.03 | 0.04* | 0.62 | 0.04* | 0.61 |
| PMPmáx (W) | 516.13±82.84 | 532.17±97.01 | 552.52±106.60 | 0.89 | 0.38 | 0.03* | 0.60 | 0.01** | 0.58 |
| PMPmín (W) | 389.41±74.89 | 381.22±90.16 | 394.94±98.55 | 0.18 | 0.21 | 0.04* | 0.09 | 0.05* | 0.21 |
| PMP total (W) | 8165.45±1476.43 | 8146.72±1591.26 | 8678.81±1649.32 | 0.45 | 0.04 | 0.75 | 0.64 | 0.44 | 0.76 |

Nível de Significância: ***p*<0.01; **p*<0.05

No que diz respeito aos valores de PMPmáx e PMPmín, estes 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. Por sua vez, o protocolo onde se verificou menor PMP total foi o protocolo de aquecimento com carga mais leve.

Relativamente aos dados fisiológicos, os valores basais da FC, temperatura e [La-] não demonstraram diferenças entre os diferentes dias de avaliação (*p*> 0.05, *d* <0.3). As diferenças existentes refletem-se sobretudo nos momentos pós aquecimento e pós-treino, verificando-se pouca diferença após 15 minutos de recuperação pós-treino.

Podemos verificar que a frequência cardíaca (Tabela 5) atingiu valores mais elevados quando aplicados protocolos de aquecimento com intensidade leve e sem aquecimento, existindo diferenças significativas apenas após 15 minutos de recuperação.

Em relação à temperatura auricular registada, verificou-se significância estatística pós-treino quando comparados os protocolos sem aquecimento e de aquecimento com 80% da carga de treino e ambos os protocolos com aquecimento com intensidades leve e elevada. Realçando ainda a significância estatística apresentada após aquecimento, nos protocolos de aquecimento com intensidades leve e elevada.

Na concentração sanguínea de lactato, foi verificada a existência de significância estatística apenas no pós-aquecimento quando comparamos o protocolo B vs. C.

Curiosamente, com os dados recolhidos da perceção subjetiva de esforço, podemos verificar que existe significância estatística após aquecimento quando comparado os protocolos com

aquecimento. Verificando-se também diferenças significativas no pós treino quando comparado o protocolo sem aquecimento, com o protocolo com intensidade elevada.

Tabela 4 - Análise de desempenho nos parâmetros fisiológicos e psicofisiológicos: valores de frequência cardíaca, temperatura auricular, concentração sanguínea de lactato e percepção subjetiva de esforço.

| | Sem Aquecimento (A) | Intensidade Leve (B) | Intensidade Elevada (C) | A vs. B | | A vs. C | | B vs. C | |
|-----------------------------------------------|---------------------|----------------------|-------------------------|--------------|------|---------------|------|---------------|------|
| | | | | p | d | p | d | P | d |
| Frequência Cardíaca (bpm) | | | | | | | | | |
| Aquecimento | NA | 122.64 ± 10.52 | 130.93 ± 17.32 | NA | NA | NA | NA | 0.09 | 0.47 |
| Treino | 144.21 ± 12.83 | 142.64 ± 15.29 | 146.57 ± 12.11 | 0.68 | 0.11 | 0.45 | 0.21 | 0.28 | 0.30 |
| Recuperação | 82.64 ± 12.49 | 89.79 ± 11.25 | 87.64 ± 10.78 | 0.04* | 0.62 | 0.05* | 0.59 | 0.41 | 0.23 |
| Temperatura Auricular (°C) | | | | | | | | | |
| Aquecimento | NA | 35.94 ± 0.45 | 36.47 ± 0.54 | NA | NA | NA | NA | 0.04* | 0.62 |
| Treino | 35.95 ± 0.51 | 36.05 ± 0.53 | 36.59 ± 0.47 | 0.39 | 0.24 | 0.00** | 0.97 | 0.01** | 0.78 |
| Recuperação | 36.26 ± 0.60 | 36.46 ± 0.35 | 36.26 ± 0.61 | 0.31 | 0.28 | 0.78 | 0.08 | 0.38 | 0.24 |
| [La⁻] (mmol.l⁻¹) | | | | | | | | | |
| Aquecimento | NA | 1.96 ± 0.70 | 2.59 ± 0.56 | NA | NA | NA | NA | 0.01** | 0.88 |
| Treino | 4.81 ± 1.45 | 4.71 ± 1.69 | 4.89 ± 2.16 | 0.81 | 0.07 | 0.88 | 0.04 | 0.63 | 0.13 |
| Recuperação | 3.09 ± 1.19 | 2.65 ± 1.12 | 2.55 ± 0.85 | 0.29 | 0.29 | 0.11 | 0.46 | 0.76 | 0.08 |
| Percepção Subjetiva de Esforço | | | | | | | | | |
| Aquecimento | NA | 7.50 ± 1.40 | 11.57 ± 2.59 | NA | NA | NA | NA | 0.00** | 1.39 |
| Treino | 15.36 ± 1.15 | 15.36 ± 1.90 | 16.36 ± 1.15 | 1.00 | 0.00 | 0.00** | 1.27 | 0.07 | 0.53 |

Nível de Significância: **p<0.01; *p<0.05. NA: Não aplicável.

Discussão

O objetivo do presente estudo foi perceber os efeitos da realização de aquecimentos com diferentes intensidades (sem aquecimento, com 40% e com 80% da carga de treino), no treino da força no exercício de agachamento. Desta forma, foram comparadas as alterações obtidas nas variáveis de força (VMP, Vmáx, Vmín, PMP, Pmáx, Pmín PMPtotal) e nas variáveis fisiológicas (FC, temperatura auricular, concentração sanguínea de lactato) e psicofisiológicas (PSE). Com os resultados obtidos, podemos verificar que ao realizar aquecimento os sujeitos demonstraram uma tendência para conseguir maiores valores de VMP durante a realização do treino da força, sendo que as maiores diferenças foram evidenciadas na 2ª e 3ª série do treino. Adicionalmente, os valores da VMP e da PMP (máximos e na 2ª e 3ª série realizada), evidenciam que o aquecimento com intensidades elevadas origina melhores resultados comparativamente à não realização de aquecimento ou com intensidades leves. Estes resultados suportam a hipótese de que a realização de aquecimento é benéfica para a manifestação da força no exercício de agachamento, sendo que intensidades mais elevadas são mais indicadas para a otimização da resposta muscular.

No presente estudo verificou-se que, tanto os parâmetros de velocidade, como os de potência têm tendência a ser superiores aquando realizado um protocolo de aquecimento, destacando-se melhores resultados quando este é efetuado com cargas mais elevadas. Estes resultados corroboram com outros estudos (Bishop, 2003a,b; McGowan et al., 2015; González-Badillo & Martínez, 2012) que apresentaram o efeito benéfico do aquecimento sobre a manifestação da força no exercício de agachamento. Com base nos dados recolhidos, verifica-se que o aquecimento realizado com intensidade mais elevada (80% da carga de treino) será mais benéfico na obtenção de valores máximos de VMP e PMP, durante a fase concêntrica do movimento. Poderemos justificar estes valores obtidos pelo facto do aquecimento aumentar a temperatura corporal, diminuir a rigidez do tecido conjuntivo, aumentar a velocidade de transmissão do impulso nervoso (melhorando a sensibilidade dos proprioceptores, o recrutamento das unidades motoras, a coordenação e a capacidade de suportar carga), diminuir a viscosidade do sistema músculo-tendinoso, redistribuir o fluxo sanguíneo e a melhoria da difusão de oxigénio disponível nos músculos, permitindo, de certa forma, uma melhor preparação do organismo para a atividade subsequente (Bishop, 2003a,b; de Albuquerque et al., 2011; McGowan et al., 2015; Neiva et al., 2014; Young & Behm, 2002).

Contrariamente, Ribeiro et al. (2014) verificaram que não existem melhorias no número de repetições realizadas até à fadiga quando um movimento específico era utilizado antes do agachamento, supino e curl de bicípites. Adicionalmente, não foram verificadas diferenças entre as condições de sem aquecimento, aquecimento específico, aquecimento geral seguido de específico, sendo assim sugerido que a utilização de cargas baixas e específicas poderão

oferecer benefícios ao treino da força. Contudo, Abad et al. (2011), verificaram resultados superiores nos valores de 1RM no exercício de extensão de membros inferiores quando um aquecimento específico era realizado antecipadamente. Deste modo, denota-se a ambiguidade de resultados e a escassez de estudos sobre o efeito do aquecimento para o desempenho de exercícios de força muscular.

Os dados analisados no presente estudo começam por demonstrar a importância de um treino após realização de um aquecimento em relação a um treino realizado sem um único aquecimento prévio, demonstrando a resposta superior deste, na VMP e na PMP da execução do exercício de agachamento. Curiosamente, a VMP aumenta quando realizado um aquecimento, diferença essa também significativa se comparada entre os dois tipos de aquecimento (leve e intenso), realçando os respetivos aumentos na aplicação de aquecimento com 80% de carga. Este aumento é destacado na VMP e na VMP máxima, não se refletindo na VMP mínima. Na PMP é possível destacar esse aumento, em todas as variáveis mencionadas no estudo, relativamente ao aquecimento com 80% da carga de treino. Uma pesquisa bibliográfica foi realizada de modo a procurar estudos científicos capazes de suportar os resultados anteriores. Contudo, devido à inexistência destes, não foi possível confrontar os resultados obtidos.

A execução de um exercício na sua velocidade máxima possível é sugerida com o intuito de se alcançarem maiores benefícios que esta resistência pode proporcionar (González-Badillo & Martínez, 2012). Assim, durante um treino da força dever-se-á procurar vencer a resistência das cargas, realizando o movimento da fase concêntrica o mais rápido possível. Os valores da VMP e da PMP indicam que o aquecimento é positivo para atingir valores máximos propulsivos quando da realização de aquecimento com cargas mais elevadas.

A variável da perda de VMP é um indicador com um grau elevado de validade para estimular a fadiga. Quanto maior é a perda de velocidade na série, maior é o stress mecânico, metabólico e hormonal (González-Badillo, Sánchez-Medina, Pareja Blanco, & Rodríguez Rosell, 2017). Foi possível verificar que os valores encontrados nestas variáveis não demonstraram ser diferentes entre os protocolos aplicados. Uma possível justificação poderá ser devido ao valor máximo de VMP no protocolo com aquecimento ser superior ao do protocolo sem aquecimento, sendo expectável que a perda de velocidade possa ser também superior. Contudo, a diferença de velocidade média propulsiva entre cada série realizada ser cada vez menor, poderá ser justificada pelo facto de os sujeitos, na realização da primeira série, ainda não estarem preparados para a realização de esforços físicos como se tivessem realizado um aquecimento prévio. Assim, a primeira série realizada será aquela em que haverá maior perda de velocidade e existirá tendência para esta perda ir diminuído até à terceira série. Logo, será expectável que se aumentarmos o número de séries em larga escala, esta tendência deixe se verificar, devido ao excesso de fadiga acumulada. A perda progressiva de velocidade durante cada série é justificada pelo facto de os sujeitos acumularem fadiga em cada

repetição, tendo um grau de dificuldade cada vez superior (Mikel Izquierdo et al., 2006; Mikel Izquierdo et al., 2006; Sanchez-Medina & González-Badillo, 2011). Quando se aumenta o número de repetições realizadas com uma determinada carga, ou quando essa carga é superior, verificamos que a fadiga aumenta e a perda de velocidade acontece, sendo reflexo do aumento da exigência da série realizada (Sánchez-Medina & González-Badillo, 2011).

Os objetivos do aquecimento são aperfeiçoar a resposta de coordenação motora, ampliar a redistribuição do fluxo sanguíneo e irrigação muscular, aumentando o oxigênio nesta estrutura, proporcionando uma melhoria do metabolismo muscular e familiarização com o movimento a ser trabalhado (Sweet, 2001; Maior e Ferreira, 2006). Devido a essas alterações fisiológicas, o procedimento de aquecimento tem sido muito preconizado. Embora não tenha sido demonstrada significância estatisticamente no presente estudo, pôde notar-se semelhanças nos resultados fisiológicos, nomeadamente na FC, concentrações de lactato e na temperatura corporal no pós-treino e no processo de recuperação, em comparação com os estudos anteriormente mencionados. Por outro lado, nos dados referentes à FC foi apresentada uma alteração significativa dos diferentes protocolos com a intensidade do esforço, quando comparados com o protocolo sem aquecimento.

Bishop (2003a, b) sugere que as técnicas de aquecimento antes da execução do treino de força são benéficas, pois causam um aumento da temperatura muscular, do metabolismo energético, do recrutamento das unidades motoras e da elasticidade dos tecidos conjuntivos. Podemos constatar que nos resultados do nosso estudo, em relação à temperatura auricular, se destaca essa evidência científica, registando-se diferenças significativas aquando comparado o protocolo sem aquecimento, com o protocolo de aquecimento com intensidade elevada. Segundo Behm & al (2011), um aquecimento constituído por atividades gerais e específicas à modalidade desportiva pode melhorar o desempenho, mesmo após 20 minutos de recuperação. Deste modo, parece que a realização de aquecimento influencia positivamente o desempenho comparativamente à ausência do mesmo.

A perceção subjetiva de esforço é uma medida utilizada para quantificar, monitorizar e avaliar o nível de esforço individual. Este é um parâmetro tido como importante complemento às medidas fisiológicas, apresentando fortes relações com algumas delas (Borg, 1998). Embora os resultados tenham sido pouco significativos nesta variável, podemos verificar os valores mais acentuados com a realização do aquecimento mais intenso, nomeadamente a perceção de esforço é superior pois conseguiram VMP e PMP mais elevados, logo, maior capacidade para realizar esforços superiores, o que também foi comprovado pelas FC mais elevadas.

Em suma, os resultados deste estudo demonstram benefícios subseqüentes da aplicação de um aquecimento sobre o desempenho na força máxima, podendo o aquecimento mais intenso ser considerado como mais eficaz no rendimento. Contudo é importante reportar

que o presente estudo apresenta algumas limitações que devem ser referenciadas. O número da amostra utilizada foi considerável, porém mais sujeitos iriam permitir obter resultados mais vigorosos quanto a algumas variáveis tendenciosas que foram possíveis verificar, não tendo, no entanto, apresentado significância estatística. Uma outra limitação que podemos apontar, foi o facto de não existir qualquer tipo de controlo nutricional, nem controlo das horas de sono de cada sujeito, o que poderá ter afetado os resultados apresentados. Todavia, tivemos que nos adaptar às condições apresentadas, tanto em termos materiais como humanos, tentando aproximar a investigação o mais possível da prática em contexto real. Assim foi possível obter um conjunto de informações e conhecimentos práticos sendo uma mais-valia no sentido de poderem ser aplicados na nossa realidade e no nosso dia-a-dia.

Conclusão

Após análise minuciosa do presente estudo, os resultados obtidos sugerem que o aquecimento parece ser um fator determinante na realização de exercício físico, nomeadamente para a otimização do esforço subsequente no treino com repetições de cargas submáximas no exercício de agachamento. De forma específica, a utilização de aquecimento com cargas elevadas parece ser mais eficaz no rendimento comparativamente com o aquecimento com cargas leves. Relativamente às respostas fisiológicas obtidas, o seu aumento, apesar de não ser significativo, revelou manifestações nos indicadores de fadiga. Devemos salientar que foram observadas respostas individuais diferentes a cada protocolo de aquecimento utilizado, realçando assim a importância do processo de individualização do aquecimento para o treino de força.

Implicações Práticas

Os resultados deste estudo poderão ter impacto em recomendações futuras para a realização de um treino de força, mais especificamente, no agachamento. Assim, enquanto implicações práticas poderá considerar-se que:

- O treino de força no exercício de agachamento deverá ser precedido por um aquecimento específico com cargas submáximas;
- Através de um aquecimento com intensidade elevada (80% da carga de treino) é obtida uma resposta otimizada da velocidade, sendo o exercício potenciado durante as primeiras repetições do treino e adquiridos valores máximos das mesmas;
- A utilização de cargas mais leves (40% da carga de treino) poderá ser aplicada quando não se pretende acumular níveis de fadiga tão acentuados no decorrer da realização do treino da força;
- A capacidade que o profissional deve ter na compreensão da resposta individualizada que poderá existir em qualquer aquecimento aplicado, face ao objetivo do treino pretendido.

Futuras Linhas de Investigação

Como podemos constatar existe ainda escassez de investigação na temática apresentada. Desta forma seria interessante a continuidade do estudo realizado, com base nos resultados obtidos. Parece-nos pertinente que mais investigações sejam feitas e como futuras sugestões para esses estudos sugerimos:

- Replicação do estudo apresentado, adicionando análise de outras variáveis hormonais (ex.: testosterona e cortisol) de modo a melhor compreender os mecanismos fisiológicos associados ao aquecimento;
- Futuras investigações poderiam incluir mais sujeitos, com diferentes faixas etárias, para se poder analisar também os efeitos em idades mais avançadas;
- Investigações relativamente a qual o melhor tipo de aquecimento, carga, tempo e volume para os diferentes treinos da força, visto ser um tema com poucos estudos associados e ambíguos na literatura atual.

Referências Bibliográficas

Abad, 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 & Conditioning Research*, 25(8), 2242-2245.

American College of Sports Medicine (2009). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription, 8th edition*. Lippincott, Williams & Wilkins, Philadelphia.

Aoki, M.S., Jr. Pontes, F.L., Navarro, F., Uchida, M.C., & Bacurau, R.F.P (2003). Suplementação de carboidrato não reverte o efeito deletério do exercício de endurance sobre o subsequente desempenho de força. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 9(5), 282-287.

Arruda, L.B., Faria, L.B., da Silva, V; Senna, G.W., Simão, R., Novaes, J., & Maior, A.S. (2006). A Influência do Alongamento no Rendimento do Treinamento de Força. *Revista de Treinamento Desportivo*, 7(1), 1-5.

Baechle, T. R., & Earle, R. W. (2008). *National strength & conditioning association (US). Essentials of strength training and conditioning*. Champaign, IL: Human Kinetics, 395- 396.

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 & Conditioning Research*, 27(4), 1009-1013.

Behm, D.G., Button, D.C, & Butt, J.C. (2001). Factors affecting force loss with prolonged stretching. *Canadian Journal Apply Physiology*, 26(3), 261-272.

Bishop, D. (2003a). Warm up I. potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance. *Sports Medicine*, 33(6), 439-454.

Bishop, D. (2003b). Warm up II: performance changes following active warm up and how to structure the warm up. *Sports Medicine*, 33(7), 483-498.

Borg, G. (1998). *Borg's perceived exertion and pain scales*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Brown, L. E., & Weir, J. P. (2001). ASEP procedures recommendation I: Accurate assessment of muscular strength and power. *Professionalization of Exercise Physiology*, 4(11), 1-21.

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

Coledam, C., Henrique, D., Talamoni, G. A., Cozin, M., & dos-Santos, J. W. (2009). Efeito do aquecimento com corrida sobre a agilidade e a impulsão vertical em jogadores juvenis de futebol. *Motriz: Revista de Educação Física*, 15(2), 257-262.

Craig, B.W., Lucas, J., Pohlman, R., & Stelling, H. (1991). The effects of running, weightlifting and a combination of both on growth hormone release. *Journal of Applied Sport Science Research*, 5(4), 198-203.

Cramer, J. T., Housh, T. J., Johnson, G. O., Miller, J. M., Coburn, J. W., & Beck, T. W. (2004). Acute effects of static stretching on peak torque in women. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(2), 236-241.

Davies, C.T.M., & Young, K. (1983). Effect of temperature on the contractile properties and muscle power of triceps surae in humans. *Journal of Applied Physiology*, 55(1), 191-195.

de Albuquerque, C. V., Maschio, J. P., Gruber, C. R., de Souza, R. M., & Hernandez, S. (2011). Efeito agudo de diferentes formas de aquecimento sobre a força muscular. *Fisioterapia em Movimento*, 24(2), 221-229.

de Souza Vale, R. G., Barreto, A. C. G., da Silva Novaes, J., & Dantas, E. H. M. (2006). Efeitos do treinamento resistido na força máxima, na flexibilidade e na autonomia funcional de mulheres idosas. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 8(4), 52-58.

Endlich, P. W., Farina, G. R., Dambroz, C., Gonçalves, W. L. S., Moysés, M. R., Abreu, G. R. d., & Mill, J. G. (2009). Efeitos agudos do alongamento estático no desempenho da força dinâmica em homens jovens. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 15(3), 200-203.

Faigenbaum, A.D., Bellucci, M., Bernieri, A., Bakker, B., & Hoorens, K. (2005). Acute effects of different warm-up protocols on fitness performance in children. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 376-381.

Fermino, R.C., Winiarski, Z.H., Rosa, R.J., Lorenci, L.G., Buso, S., & Simão, R. (2005). Influência do aquecimento específico e de alongamento no desempenho da força muscular em 10 repetições máximas. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 13(4), 25-32.

- Ferreira, M., Cordeiro de Souza, W., Abreu de Lima, V., & Gomes Mascarenhas, L. P. (2016). Influência do aquecimento no teste de força máxima em mulheres praticantes de musculação. *Revista Inspirar Movimento & Saúde*, 10(3), 23-27.
- Fleck, S.J., & Kraemer, W.J. (2004). *Designing resistance training programs*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Fowles, J.R., Sale, D.G., & MacDougall, J.D. (2001). Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. *Journal of Applied Physiology*, 89(3), 1179-1188.
- Fradkin, A.J., Zazryn, T.R., & Smoliga, J.M. (2010). Effects of warming-up on physical performance: a systematic review with meta-analysis. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(1), 140-148.
- Gallo, R. C., & de Mello, W. G. (2017). Efeitos agudos de diferentes estratégias de aquecimento sobre o desempenho de repetições máximas no exercício de supino reto em homens adultos-jovens. *RBPFE-Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, 11(67), 447-452.
- Garber, C.E., Blissmer, B., Deschenes, M.R., Franklin, B.A., Lamonte, M.J., Lee, I.-M., ... 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.
- González-Badillo, J. J., & Sánchez-Medina, L. (2010). Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. *International Journal of Sports Medicine*, 31(5), 347-352.
- 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.
- Guinoubi, C., Sahli, H., Mekni, R., Abdelmalek, 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(01), 70.
- Hori, N., Newton, R. U., Kawamori, N., McGuigan, M. R., Kraemer, W. J., & Nosaka, K. (2009). Reliability of performance measurements derived from ground reaction force data during countermovement jump and the influence of sampling frequency. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(3), 874-882.

Izquierdo, M., González-Badillo, J., Häkkinen, K., Ibanez, J., Kraemer, W., Altadill, A., Gorostiaga, E. M. (2006). Effect of loading on unintentional lifting velocity declines during single sets of repetitions to failure during upper and lower extremity muscle actions. *International Journal of Sports Medicine*, 27(09), 718-724.

Izquierdo, M., Ibanez, J., González-Badillo, J. J., Häkkinen, K., Ratamess, N. A., Kraemer, W. J., . . . Asiain, X. (2006). Differential effects of strength training leading to failure versus not to failure on hormonal responses, strength, and muscle power gains. *Journal of Applied Physiology*, 100(5), 1647-1656.

Karvonen, J. (1992). *Importance of warm up and cool down on exercise performance*. In: J. Karvonen, P.W. Lemon, & I. Iliev (eds.), *Medicine and sports training and coaching* (pp. 190-213). Basel: Karger.

Kubo, K., Kanehisa, H., Kawakami, Y., & Fukunaga, T. (2001). Influence of static stretching on viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. *Journal of Applied Physiology*, 90(2), 520-527.

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.

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.

McHugh, M. P., & Cosgrave, C. (2010). To stretch or not to stretch: the role of stretching in injury prevention and performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20(2), 169-181

Maior, A. S., & Ferreira, R. G. C. (2006). Eletroestimulação e aquecimento específico: análise experimental e comparativa nos ganhos de força. *Revista de Educação Física*, 17(2), 36-42.

Miranda, F., Oliveira, F., Jacinto, L., Santoro, T., Lemos, A., & Simão, R. (2007). Influência aguda do alongamento passivo e do aquecimento específico na capacidade de desenvolver carga máxima no teste de 10RM. *Fitness & Performance*, 6(1), 5-9.

Nader, A. N., da Silva, A. M. G., da Rocha, H. N. B., Chaves, C. P. G., Miranda, H., Simao, R., & de Salles, B. F. (2009). Influence of the general and specific warm-ups on the upper body strength/Influencia dos aquecimentos geral e específico na força de membros superiores. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, 3(18), 517-522.

Neiva, H. P., Marques, M. C., Barbosa, T. M., Izquierdo, M., & Marinho, D. A. (2014). Warm-up and performance in competitive swimming. *Sports Medicine*, 44(3), 319-330.

- Nicoli, A.I.V., Cordova, K.D.O., Barreto, A.C.L.Y.G., & Novaes, J.S (2010). Influência dos diferentes tipos de aquecimento no número de repetições nos exercícios resistidos. *Arquivos em Movimento*, 3(2), 42-55.
- Nobrega, A.C., Paula, K.C., & Carvalho, A.C.G. (2005). Interaction between resistance training and flexibility training in health young adults. *Journal Strength Conditioning Research*, 19(4), 942-946.
- Peterson, S., Peterson, J. A., & Bryant, C. X. (2001). *Treinamento de força para mulheres*. Editora Manole Ltda.
- Pojškić, H., Pagaduan, J. C., 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.
- Pallarés, J. G., Sánchez-Medina, L., Pérez, C. E., De La Cruz-Sánchez, E., & MoraRodriguez, R. (2014). Imposing a pause between the eccentric and concentric phases increases the reliability of isoinertial strength assessments. *Journal of Sports Sciences*, 32(12), 1165-1175.
- Racinais, S., & Oksa, J. (2010). Temperature and neuromuscular function. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20(3), 1-18.
- 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.
- Rubini, E. C., Costa, A. L., & Gomes, P. S. (2007). The effects of stretching on strength performance. *Sports Medicine*, 37(3), 213-224.
- Sá, M. A., Matta, T. T., Carneiro, S. P., Araujo, C. O., Novaes, J. S., & Oliveira, L. F. (2016). Acute effects of different methods of stretching and specific warm-ups on muscle architecture and strength performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(8), 2324-2329.
- 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.
- Simão, R., Castro, L., & Lemos, A. (2001). Treinamento de força-adaptações neurais e hipertróficas. *Revista Baiana de Educação Física*, 2(2), 39-44.

Simão, R., Senna, G.W., Nassif, L., Leitão, N., Arruda, R., Priore, M., ... Polito, M.D. (2004). Influência dos diferentes protocolos de aquecimento na capacidade de desenvolver carga máxima no teste de 1RM. *Fitness & Performance Journal*, 3(5), 261-265.

Sweet, S., & Hagerman, P. (2001). Warm-up or No Warm-up. *Strength & Conditioning Journal*, 23(6), 36.

Tan, B. (1999). Manipulating resistance training program variables to optimize maximum strength in man: A review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13(3), 289-304.

Tricoli, V., & Paulo, A.C. (2002). Efeito agudo dos exercícios de alongamento sobre o desempenho de força máxima. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*, 7(1), 6-12.

Weineck, J. (2003). *Atividade física e esporte: para quê?*. Manole.

Woods, K., Bishop, P., & Jones, E. (2007). Warm-up and stretching in the prevention of muscular injury. *Sports Medicine*, 37(12), 1089-1099.

Young, W., & Behm, D.G. (2002). Should static stretching be used during a warmup for strength and power activities?. *National Strength Conditioning Association*, 24(6), 33-37.