UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE

Efeito agudo do exercício aeróbio com diferentes volumes no desempenho de
força em indivíduos fisicamente ativos

Natalia Ribeiro da Silva

São Paulo
2015

NATALIA RIBEIRO DA SILVA

Efeito agudo do exercício aeróbio com diferentes volumes no desempenho de
força em indivíduos fisicamente ativos

VERSÃO CORRIGIDA

(versão original disponível no Serviço de Biblioteca)

Dissertação apresentada à Escola de Educação
Física e Esporte da Universidade de São Paulo,
como requisito parcial para a obtenção do título
de Mestre em Ciências

Área de Concentração: Biodinâmica do
Movimento Humano

Orientador: Prof. Dr. Valmor Alberto Augusto
Tricoli

São Paulo

2015

Catálogo da Publicação
Serviço de Biblioteca
Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo

Silva, Natalia Ribeiro da

Efeito agudo do exercício aeróbio com diferentes volumes
no desempenho de força em indivíduos fisicamente ativos /
Natalia Ribeiro da Silva. – São Paulo :[s.n.], 2015.

56p.

Dissertação (Mestrado) - Escola de Educação Física e
Esporte da Universidade de São Paulo.

Orientador: Prof. Dr. Valmor Alberto Augusto Tricoli.

1. Treinamento de força 2. Treinamento aeróbio I. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Autor: SILVA, Natalia Ribeiro da

Título: Efeito agudo do exercício aeróbio com diferentes volumes no desempenho de força em indivíduos fisicamente ativos

Dissertação apresentada à Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências

Data: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

*Dedico este trabalho aos meus pais,
Anivaldo R. J. da Silva e Magda Maria N. da Silva.*

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, agradeço à minha família, Anivaldo, Magda e Daniela, por todo apoio e compreensão durante o meu processo. Agradeço também ao meu namorado Rafael, que sempre esteve ao meu lado e respeitou minhas escolhas. Sem o amor de vocês nada faria sentido.

Agradeço ao meu orientador Valmor Tricoli por toda a paciência e comprometimento com o meu aprendizado durante o processo, é uma referência de profissional para mim.

Gostaria de agradecer aos professores Carlos Ugrinowitsch e Hamilton Hoschel por me receberem no grupo que tenho orgulho de fazer parte e pelas oportunidades concedidas.

Agradeço à Valéria, Carlinha, Eduardo, Renatão, Eugênia, Ursula e Saulo, vocês foram muito importantes no meu processo, admiro muito vocês. Gostaria de agradecer também ao Anderson e Everton, que possibilitaram eu passar por experiências que contribuíram em muito para minha formação.

Agradeço aos amigos do Laboratório de Adaptação ao Treinamento de Força: Emerson, Cláudio, Diego, Giba, Vitinho, Manoel, Cassaro, Damas, Rodrigo, Thiago, Juarez, Ricardo, Lucas e Bartira, com vocês o caminho foi mais divertido.

Gostaria de agradecer ao Dr. Luiz Riani que sempre deu um jeito de disponibilizar um horário para conseguirmos realizar os testes ergoespirométricos.

Agradeço também ao pessoal da Comissão de Pós Graduação, pela prontidão em ajudar sempre.

Agradeço a todos os voluntários pelo esforço e comprometimento em participar desse projeto.

Agradeço a CAPES pelo apoio financeiro e incentivo a pesquisa.

E finalmente, agradeço a Deus que é a minha base e força para tudo!

RESUMO

SILVA, N. R. **Efeito agudo do exercício aeróbio com diferentes volumes no desempenho de força em indivíduos fisicamente ativos**. 2015. 56 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2015.

O treinamento concorrente (TC) é frequentemente utilizado por praticantes de atividades físicas e atletas com o intuito de desenvolver a força muscular e o condicionamento aeróbio. No entanto, essa estratégia de treinamento pode atenuar os ganhos de força e hipertrofia muscular em longo prazo, efeito este conhecido como fenômeno da interferência. Há indícios na literatura de que a magnitude da interferência pode ser dependente do volume em que o exercício aeróbio é realizado. Assim, o objetivo do presente estudo foi verificar o efeito do exercício aeróbio realizado com diferentes volumes no desempenho agudo de força máxima e de resistência de força dos membros inferiores. Homens fisicamente ativos (n=21) foram submetidos a seis condições experimentais realizadas em ordem aleatória, sendo três sessões de exercício aeróbio com volumes distintos (3km, 5km e 7km) seguidas pelo teste de força dinâmica máxima (1RM) e outras três sessões de exercício aeróbio com os volumes distintos seguidas pelo teste de resistência de força (4 séries de repetições máximas a 80% 1RM). Para o exercício aeróbio foi realizada a corrida contínua em esteira rolante a 90% do limiar anaeróbio (Lan) e os testes de força foram realizados no exercício *leg press* 45°. Para a comparação dos valores de 1RM e volume total (VT) da sessão de treinamento de força (TF) foi utilizado o modelo misto tendo os volumes do exercício aeróbio como fator fixo e sujeitos como fator aleatório. Testes *post-hoc* com ajustamento de Tukey foram utilizados para comparações múltiplas. O nível de significância adotado foi de 5%. Não foram observadas diferenças nos valores de 1RM entre as condições. O VT das condições de 5km e 7km foram menores quando comparados com a condição controle. Ao passo que, o VT da condição de 7km foi menor em relação ao VT das condições de 3km e 5km. Não foram observadas diferenças no VT entre as condições de 3km e controle e entre as condições de 3km e 5km. Em conclusão, o desempenho da resistência de força foi prejudicado após a realização do exercício aeróbio e a ocorrência e a magnitude desta interferência dependeram do volume em que o exercício aeróbio foi realizado. Adicionalmente, o desempenho da força dinâmica máxima não foi prejudicado pela realização prévia do exercício aeróbio.

Palavras-chave: Treinamento concorrente; força máxima; resistência de força.

ABSTRACT

SILVA, N. R. **Acute effect of aerobic exercise with different volumes on strength performance in physically active individuals.** 2015. 56 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2015.

Concurrent training (CT) is frequently utilized by physically active individuals and athletes in order to develop muscle strength and aerobic fitness. However, this training strategy may result in attenuation of the gains on strength and muscle hypertrophy in long term. This effect has been referred to as the interference phenomenon. There are indications that the magnitude of this interference may be dependent on the volume that aerobic exercise is performed. Thus, the aim of the present study was to verify the effect of aerobic exercise performed with different volumes on the acute performance of lower limbs maximum strength and strength endurance. Physically active men (n=21) were submitted to six experimental conditions performed in random order, three aerobic exercise sessions with different volumes (3km, 5km and 7km) followed by the maximum dynamic strength (1RM) test and three aerobic exercise sessions with different volumes followed by strength endurance test (4 sets of maximum repetitions at 80% 1RM). The aerobic exercise was a continuous treadmill run at 90% of the anaerobic threshold (AT) and all strength tests were performed in the leg press 45°. A mixed-model was performed with the volumes of aerobic exercise as a fixed factor and subject as a random factor to compare 1RM values and total volume (TV) of the strength training (ST) session. Post-hoc tests with Tukey adjustments were used for multiple comparisons. The significance level adopted was 5%. No differences were observed in 1RM values among conditions. The TV of the 5km and 7km conditions were lower when compared to the control condition. The TV of the 7km condition was lower than the 3km and 5km conditions. No differences were observed in TV between the 3km and control conditions and between the 3km and 5km conditions. In conclusion, strength endurance performance was impaired when performed after aerobic exercise and the magnitude of this interference depended on the volume of the aerobic exercise. In addition, maximum dynamic strength performance was not affected by prior execution of aerobic exercise.

Key-words: Concurrent training; maximum strength; strength endurance.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Objetivo.....	3
2 REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 Histórico do Treinamento Concorrente	4
2.2 Hipótese Aguda	5
2.2.1 Intensidade do exercício.....	8
2.2.2 Intervalo de recuperação	10
2.2.3 Grupo muscular envolvido nos exercícios	12
2.2.4 Tipo de exercício de força.....	13
2.2.5 Modo do exercício aeróbio.....	14
2.3 Volume do exercício aeróbio	16
2.3.1 Volume do exercício aeróbio no Treinamento Concorrente	17
2.3.2 Efeitos do exercício aeróbio de alto volume nos parâmetros neuromusculares	17
3 MATERIAIS E MÉTODOS	28
3.1 Amostra.....	28
3.2 Desenho experimental.....	29
3.2.1 Teste para determinar o limiar anaeróbio (Lan)	30
3.2.2 Teste de força dinâmica máxima (1RM).....	31
3.2.3 Teste de resistência de força.....	32
3.3 Sessões experimentais.....	33
3.3.1 Exercício aeróbio	33
3.3.2 Exercício de força	33
3.4 Análise estatística	33
4 RESULTADOS	34
4.1 Força dinâmica máxima (1RM)	34
4.2 Resistência de força	36
5 DISCUSSÃO	38
6 CONCLUSÃO.....	44
REFERÊNCIAS.....	45
ANEXOS	50
Anexo 1 – Termo de consentimento livre e esclarecido.....	50
Anexo 2 - Aprovação dos procedimentos do estudo pelo comitê de ética local.....	54

1 INTRODUÇÃO

O treinamento concorrente (TC) é frequentemente utilizado por praticantes de atividades físicas e atletas em geral com o intuito de desenvolver a força muscular e o condicionamento aeróbio. Nesse método de treinamento os exercícios de força e os de caráter aeróbio são realizados durante um mesmo período ou sessão de treinamento (HAKKINEN et al., 2003; McCARTHY; POZNIAK; AGRE, 2002). Contudo, essa estratégia pode resultar em atenuação dos ganhos de força e de hipertrofia muscular em longo prazo (BELL et al., 2000; KRAEMER et al., 1995; NELSON et al., 1990), efeito este conhecido como fenômeno da interferência (DOCHERTHY; SPORER, 2000).

Os possíveis efeitos da interferência na força devido à realização do TC têm sido alvo de investigação, assim como a identificação dos mecanismos responsáveis por este fenômeno (BENTLEY et al., 2000; CRAIG; LUCAS; POHLMAN, 1991; DE SOUZA et al., 2007, 2013, 2014; DOCHERTHY; SPORER, 2000; KRAEMER et al., 1995; LEVERITT et al., 1999; PUTMAN et al., 2004; SPORER; WENGER, 2003). As causas da interferência ainda não estão bem estabelecidas; no entanto, uma das hipóteses que têm ganhado destaque na literatura é a hipótese aguda. De acordo com essa hipótese, a execução prévia de um exercício aeróbio resultaria na queda do desempenho da tarefa de força subsequente (comparado ao treinamento exclusivo de força) acarretando, em longo prazo, menor estímulo para o desenvolvimento da força e consequentemente, menor ganho de força e de hipertrofia muscular (CADORE et al., 2012; SALE et al., 1990).

Os estudos que suportam a hipótese aguda demonstraram que em longo prazo houve prejuízo no desempenho e desenvolvimento da força na situação em que a atividade de força foi realizada logo após a atividade aeróbia comparada com a situação na qual o TC foi realizado em dias alternados ou na ordem inversa (CADORE et al., 2012; SALE et al., 1990). Além disso, diversas investigações verificaram que de fato quando o exercício de força é realizado posteriormente a um exercício aeróbio o desempenho agudo de força é prejudicado, tanto no desempenho de força máxima (ABERNETHY, 1993; BENTLEY; ZHOU; DAVIE, 1998; BENTLEY et al., 2000) quanto no de resistência de força (DE SALLES PAINELLI et al., 2014; DE SOUZA et al., 2007; PANISSA et al., 2012; REED; SCHILLING; MURLASITS, 2013; SPORER; WENGER, 2003).

Adicionalmente, existem indícios de que a magnitude da interferência pode variar de acordo com alguns fatores como: a intensidade da atividade aeróbia prévia (DE SALLES PAINELLI et al., 2014; DE SOUZA et al., 2007), o intervalo de recuperação após a atividade

aeróbia (BENTLEY; ZHOU; DAVIE, 1998; BENTLEY et al., 2000; PANISSA et al., 2012; SPORER; WENGER, 2003), os grupos musculares envolvidos nos exercícios aeróbio e de força (DE SALLES PAINELLI et al., 2014; DE SOUZA et al., 2007; LEVERITT et al., 1999; REED; SCHILLING; MURLASITS, 2013; SPORER; WENGER, 2003), o tipo de exercício de força (*i.e.* isoinercial ou isocinético) (LEVERITT; ABERNETHY, 1999; LEVERITT; MACLAUGHLIN; ABERNETHY, 2000) e o modo do exercício aeróbio (*i.e.* corrida ou pedalada) (PANISSA et al., 2015). No entanto, a magnitude da interferência no TC pode ser dependente também do volume do exercício aeróbio realizado. Contudo, até o momento não há informações precisas sobre o efeito que esta variável pode ter no desempenho de força.

De maneira geral, ao observar os estudos disponíveis na literatura parece que protocolos de exercício aeróbio com maior volume ou duração resultam em maiores prejuízos na força quando comparados com estudos que utilizaram exercícios aeróbios com menor duração (LEPERS et al., 2000, 2002; MILLET et al., 2003; PETERSEN et al., 2007; PLACE et al., 2004; ROSS et al., 2010), indicando que o volume do exercício aeróbio é um fator que deve ser considerado. No entanto, esses efeitos foram observados em parâmetros neuromusculares (*i.e.* nível de ativação neural e atividade eletromiográfica) e contração voluntária máxima (CVM), não demonstrando o seu real impacto em um exercício de força realizado de maneira dinâmica ou em uma sessão de TF, o que limita a inferência para a prática nos treinamentos diários. Além disso, os volumes utilizados em grande parte dos estudos são bastante elevados (duas horas de atividade ou corrida de 30-40 km por sessão), geralmente realizados apenas em situações de provas de longa duração e não em treinamentos cotidianos para a melhora do desempenho ou aptidão física. Desta maneira, seria importante verificar se o exercício aeróbio com volumes mais próximos aos recomendados e utilizados por praticantes de atividade física causaria os mesmos prejuízos no desempenho de força (GARBER et al., 2011).

O conhecimento do efeito agudo que o volume do exercício aeróbio pode ter sobre o desempenho de força máxima e de resistência de força, poderá auxiliar na organização e na prescrição de sessões de TC minimizando os efeitos negativos que podem ocorrer, contribuindo para um maior ganho de força e hipertrofia muscular ao longo do processo de TC.

Baseado nas informações disponíveis na literatura (LEPERS et al., 2000, 2002; MILLET et al., 2003; PETERSEN et al., 2007; PLACE et al., 2004; ROSS et al., 2010, WILSON et al., 2012), este estudo tem como hipótese que o maior volume de exercício aeróbio resultará numa maior interferência no desempenho de força máxima e de resistência de força quando comparado com o menor volume.

1.1 Objetivo

Verificar o efeito do exercício aeróbio realizado com diferentes volumes no desempenho agudo de força máxima e de resistência de força dos membros inferiores.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Histórico do Treinamento Concorrente

O termo treinamento concorrente é utilizado para se referir aos programas de treinamento físico que combinam exercícios de força e aeróbio durante o mesmo período ou sessão de treinamento (HAKKINEN et al., 2003; McCARTHY; POZNIAK; AGRE, 2002). Este termo foi proposto devido às adaptações antagônicas que esses dois tipos de exercícios podem promover no organismo (DOCHERTY; SPORER et al., 2000; HAWLEY, 2009; LEVERITT et al., 1999; NADER, 2006). O treinamento de força (TF) promove o aumento da capacidade contrátil e do tamanho da fibra muscular; porém, pode diminuir a atividade das enzimas oxidativas, da densidade mitocondrial e capilar (COSTILL et al., 1979; LEVERITT et al., 1999; SCHOENFELD, 2010). Por outro lado, o treinamento aeróbio (TA) promove o aumento da capacidade oxidativa, da densidade mitocondrial e capilar dos músculos; entretanto, pode estabilizar ou reduzir o tamanho das fibras musculares e diminuir sua capacidade contrátil (COFFEY; HAWLEY, 2007; HOLLOSZY; COYLE, 1984; LEVERITT et al., 1999). Com isso, vários estudos surgiram com o propósito de investigar os efeitos antagônicos (ou concorrentes) desses dois tipos de exercícios (*i.e.* aeróbio e força) (CRAIG; LUCAS; POHLMAN, 1991; DE SOUZA et al., 2013; HAKKINEN et al., 2003; HICKSON, 1980; KRAEMER et al., 1995).

O estudo de Hickson (1980) foi o primeiro a investigar sobre o tema. Neste estudo mulheres e homens fisicamente ativos foram divididos em três grupos: TF, TA e TC. Os grupos treinaram por 10 semanas, e até a sétima semana o grupo TF e o grupo TC apresentaram ganhos semelhantes de força; porém, ao final das 10 semanas o grupo TF apresentou maiores ganhos de força, comparado ao grupo TC (44% versus 25%) (o grupo TA não demonstrou alterações significantes). Assim, foi observado que o TC comprometeu os ganhos de força. A partir disso, outros estudos surgiram e alguns confirmaram a ocorrência da interferência negativa sobre o desempenho de força (CRAIG; LUCAS; POHLMAN, 1991; GERGLEY et al., 2009; KRAEMER et al., 1995; SALE et al., 1990), ao passo que outros não (DE SOUZA et al., 2013; McCARTHY; POZNIAK; AGRE, 2002; SHAW; SHAW; BROWN, 2009; SILVA et al., 2012). Os resultados divergentes entre os estudos podem ser devido a diversos fatores, como por exemplo, a intensidade do exercício aeróbio, o volume dos treinamentos e o intervalo de recuperação entre as atividades (DOCHERTY; SPORER, 2000; PANISSA et al., 2012; WILSON et al., 2012).

Várias hipóteses foram propostas para tentar explicar o fenômeno da interferência negativa e as principais são: a hipótese aguda, a crônica e a do *overtraining*. A hipótese aguda sugere que a fadiga residual gerada pelo exercício aeróbio prévio pode comprometer o desempenho de força realizado em seguida, gerando um menor estímulo para a melhoria da força em cada sessão de treinamento (CRAIG; LUCAS; POHLMAN, 1991; LEVERITT et al., 1999). Por outro lado, a hipótese crônica sugere que ao realizar o TC o músculo é colocado em uma situação de conflito, tentando se adaptar a ambas as formas de treinamento (*i.e.* força e aeróbio). Entretanto, isto é problemático, pois o TF e o TA induzem à adaptações antagônicas (HICKSON, 1980; LEVERITT et al., 1999). Dessa forma, em longo prazo a adaptação à ambas capacidades treinadas no TC não apresentaria a mesma magnitude de desempenho comparado ao treinamento realizado de maneira isolada. Por fim, a hipótese do *overtraining* sugere que a somatória da carga do TF com a do TA resultaria num volume de treinamento elevado gerando um estado de fadiga crônica, que poderia comprometer o desempenho e o desenvolvimento da força (BELL et al. 2000; HICKSON, 1980; KRAEMER et al., 1995; LEVERITT et al., 1999). A hipótese aguda será o foco de investigação do presente estudo.

2.2 Hipótese Aguda

A hipótese aguda da interferência negativa é fundamentada na fadiga residual gerada pelo exercício aeróbio prévio, a qual comprometeria a capacidade do músculo de desenvolver tensão durante o exercício de força subsequente (CRAIG; LUCAS; POHLMAN, 1991; LEVERITT et al., 1999). Consequentemente, em longo prazo, o estímulo para o desenvolvimento da força seria menor, quando comparado com o TF de maneira isolada (LEVERITT et al., 1999).

Os primeiros indícios que deram sustentação a hipótese aguda surgiram a partir dos estudos de Sale et al. (1990) e Craig, Lucas e Pohlman (1991). No estudo de Sale et al. (1990) 16 homens fisicamente ativos foram submetidos a um protocolo de TC com duração de 10 semanas. Os indivíduos foram divididos em dois grupos: um grupo realizava o TA (6-8 séries de 3:3 min entre 60-100% da produção de potência correspondente ao consumo máximo de oxigênio [wVO_2 máx] no ciclo ergômetro) e o TF (6-8 séries entre 15-20 RM, exercícios de membros inferiores) no mesmo dia, duas vezes por semana e o outro grupo realizava os treinamentos em dias alternados mas com frequência de quatro vezes por semana. Ao final das 10 semanas os autores relataram maiores aumentos nos ganhos de força máxima, hipertrofia e resistência de força para o grupo que treinou o TC em dias alternados (25, 34 e 64%,

respectivamente), comparado ao grupo que treinou o TC no mesmo dia (13, 31 e 39%, respectivamente), embora as diferenças em hipertrofia e resistência de força não tenham sido estatisticamente significantes. Com base nestes resultados concluiu-se que a interferência aguda contribuiu para a diminuição dos ganhos de força ao longo do TC, uma vez que o grupo que realizou o TA e TF no mesmo dia apresentou menores ganhos de força máxima, hipertrofia e resistência de força comparado ao grupo que realizou em dias alternados.

Posteriormente, Craig, Lucas e Pohlman (1991) submeteram 36 homens sedentários a 10 semanas de treinamento com uma frequência de três vezes por semana. Eles foram divididos em três grupos: o grupo que realizou somente TF (3 séries de 6-8 repetições a 75% 1RM, exercícios para membros superiores e inferiores); o grupo que realizou somente TA (30-35 minutos de corrida a 75% da frequência cardíaca máxima) e o grupo TC, que treinou ambos os protocolos. Nas sessões de TC o TA foi realizado previamente ao TF. Foram reportados ganhos de potência aeróbia (VO_2 máx) para os grupos TC e TA (9% e 13%, respectivamente) e ganhos de força máxima nos membros superiores para os grupos TC e TF (24% e 20%, respectivamente). Porém, não houve alteração significativa da força nos membros inferiores para o grupo TC. Os resultados do estudo indicam que a interferência negativa observada no TC somente ocorre quando os mesmos grupos musculares são solicitados durante a atividade aeróbia e de força, uma vez que a corrida foi utilizada. Provavelmente, a fadiga gerada pela atividade aeróbia prévia não permitiu o desenvolvimento da força dos membros inferiores.

De outra forma, um estudo desenvolvido por Cadore et al. (2012) investigou o efeito agudo da ordem de execução do exercício de força e aeróbio nas adaptações cardiovasculares e neuromusculares induzidas pelo TC, durante 12 semanas com frequência semanal de três vezes. Um grupo realizou o exercício de força (2-3 séries 6-20 RM, exercícios para membros superiores e inferiores) seguido do exercício aeróbio (20-30 minutos no ciclo ergômetro, 80-95% da frequência cardíaca correspondente ao limiar anaeróbio (FC_{Lan}) e 6 séries de 4:1 min a 100% da FC_{Lan}) e o outro na ordem inversa. O treinamento resultou em melhoras significantes nas adaptações cardiovasculares em ambos os grupos (~8%), não havendo diferença entre eles. A força muscular dos extensores do joelho aumentou em ambos os grupos, mas o aumento foi significativamente maior no grupo que treinou a ordem força-aeróbio do que o grupo que fez a ordem contrária (35% versus 22%).

Assim, o estudo demonstrou que a ordem de execução dos exercícios não teve influência nas adaptações cardiovasculares, mas influenciou na magnitude dos ganhos de força muscular. Os autores destacaram que a interferência negativa aguda gerada a partir do exercício

aeróbio realizado previamente a força pode ter resultado em um menor desempenho de força ao final do período de treinamento.

Portanto, os estudos anteriormente citados demonstram que a interferência gerada a partir das sessões agudas de treinamento, pode ser responsável pelas atenuações no desenvolvimento da força em longo prazo no TC. Contudo, é provável que a hipótese aguda possa explicar parcialmente a atenuação dos ganhos de força de maneira crônica, já que outros aspectos relacionados às adaptações promovidas por ambas as formas de treinamento parecem exercer influência nos efeitos da interferência (*i.e.* adaptações moleculares, alterações metabólicas, mudanças no tipo de fibra) (CRAIG; LUCAS; POHLMAN, 1991; DE SOUZA et al., 2014; HAKKINEN et al., 2003; KRAEMER et al., 1995; McCARTHY; POZNIAK; AGRE, 2002; NELSON et al., 1990; PUTMAN et al., 2004; SALE et al., 1990).

Baseados na hipótese aguda diversos estudos tem investigado a manipulação de alguns fatores com intuito de verificar a magnitude e a duração da interferência (ABERNETHY, 1993; BENTLEY; ZHOU; DAVIE, 1998; BENTLEY et al., 2000; DE SOUZA et al., 2007; LEVERITT; ABERNETHY, 1999; PANISSA et al., 2012, REED; SCHILLING; MURLASITS, 2013; SPORER; WENGER, 2003). Dentre eles podemos destacar: a intensidade da atividade aeróbia prévia (DE SALLES PAINELLI et al., 2014; DE SOUZA et al., 2007), o intervalo de recuperação após a atividade aeróbia (BENTLEY; ZHOU; DAVIE, 1998; BENTLEY et al., 2000; PANISSA et al., 2012; SPORER; WENGER, 2003), os grupos musculares envolvidos nos exercícios aeróbio e de força (DE SOUZA et al., 2007; REED; SCHILLING; MURLASITS, 2013; SPORER; WENGER, 2003), o tipo de exercício de força (*i.e.* isoinercial ou isocinético) (LEVERITT; ABERNETHY, 1999; LEVERITT; MACLAUGHLIN; ABERNETHY, 2000) e o modo do exercício aeróbio (*i.e.* corrida ou pedalada) (PANISSA et al., 2015).

Contudo, é possível que a magnitude da interferência possa ser dependente do volume do exercício aeróbio realizado. Porém, até o momento não há estudos investigando o efeito deste fator no desempenho de força. A Figura 1 apresenta os fatores capazes de alterar a magnitude de interferência aguda do TC.

Figura 1 – Representação dos fatores que podem influenciar agudamente na magnitude de interferência do TC.

2.2.1 Intensidade do exercício

Existem sugestões na literatura de que a magnitude de interferência do TC pode ser alterada em virtude da intensidade em que os exercícios aeróbio e de força são realizados (DOCHERTY; SPORER, 2000). Em particular, que a interferência ocorre somente após protocolos de exercício aeróbio com alta intensidade (DE SALLES PAINELLI et al., 2014; DE SOUZA et al., 2007). Portanto, a intensidade do exercício é um fator que deve ser considerado.

Neste aspecto, Docherty e Sporer (2000) propuseram um “modelo de interferência” para o TC. Neste modelo, os autores sugeriram que o efeito negativo no desempenho de força no TC é potencializado quando ambos os exercícios (aeróbio e força) são realizados em intensidades dependentes de mecanismos periféricos. Assim, quando o exercício aeróbio é realizado em alta intensidade (próxima ao $\text{VO}_2\text{máx}$) e combinado com exercícios de força na intensidade recomendada para se obter hipertrofia muscular (*i.e.* aproximadamente 8-12 RM ou 60-80% 1RM), o efeito da interferência negativa no desempenho de força seria maximizado.

Considerando o modelo proposto por Docherty e Sporer (2000), De Souza et al. (2007) avaliaram o efeito agudo da intensidade do exercício aeróbio no desempenho de força máxima e de resistência de força. Indivíduos fisicamente ativos realizaram 5km de corrida de maneira contínua com intensidade moderada (90% do limiar anaeróbio [Lan]) ou de maneira intermitente com alta intensidade (1:1 min na velocidade correspondente ao consumo máximo de oxigênio [$v\text{VO}_2\text{máx}$]), previamente a realização de um exercício de força máxima ou de resistência de força nos exercícios *leg press* e supino. Foi observada uma redução significativa

(27%) na resistência de força dos membros inferiores (número de repetições máximas a 80% 1RM) somente após a corrida intermitente com alta intensidade e apenas uma tendência à diminuição da força máxima. Desta forma, este estudo confirma a sugestão de que a interferência pode ser potencializada quando os indivíduos realizam o exercício aeróbio com alta intensidade seguido do exercício de resistência de força (*i.e.* quando os exercícios são dependentes principalmente de mecanismos periféricos).

Proposta semelhante foi investigada por De Salles Painelli et al. (2014). Neste estudo o desempenho de força máxima ou de resistência de força foi mensurado logo após uma corrida de 5km realizada de maneira contínua com intensidade moderada (90% do limiar ventilatório 2 [LV2]) ou de maneira intermitente com alta intensidade (1:1 min na $v\text{VO}_2\text{máx}$). Corroborando com os resultados encontrados no estudo de De Souza et al. (2007), foi observada redução (~22%) na resistência de força dos membros inferiores (4 séries de repetições máximas a 80% 1RM no exercício *leg press*) apenas após a corrida intermitente com alta intensidade. Portanto, este estudo sustenta a sugestão de que a intensidade do exercício aeróbio pode alterar a magnitude de interferência negativa do TC.

Outro trabalho que utilizou intensidades distintas do exercício aeróbio para verificar seus efeitos no desempenho de força foi conduzido por Abernethy (1993). Neste estudo foi investigada a influência do exercício aeróbio realizado no ciclo ergômetro de maneira contínua com baixa intensidade (150 minutos a 35% do $w\text{VO}_{2\text{pico}}$) e intermitente com alta intensidade (5 séries de 5:5 min entre 40-100% do $w\text{VO}_{2\text{pico}}$) no desempenho de força máxima dos músculos extensores do joelho. Foi observada uma queda de ~4% no desempenho de força mensurado no dinamômetro isocínético para ambos os protocolos aeróbios, sem diferenças entre as intensidades. Porém, o volume realizado no exercício aeróbio com baixa intensidade foi maior do que o realizado no exercício com alta intensidade (150 e 50 minutos, respectivamente). Assim, não foi possível concluir se as diferentes intensidades do exercício aeróbio poderiam ter alterado de maneira distinta a magnitude da interferência, uma vez que o volume de treinamento não foi equalizado.

No estudo de Sporer e Wenger (2003), apesar de o principal objetivo ter sido avaliar o efeito de diferentes intervalos de recuperação após o exercício aeróbio no desempenho da resistência de força, foram utilizadas intensidades distintas no protocolo do exercício realizado no ciclo ergômetro. Os indivíduos foram divididos em dois grupos: um realizava o exercício aeróbio intermitente com alta intensidade (6 séries de 3min entre 95-100% da $w\text{VO}_{2\text{máx}}$ por 3min a 40% da $w\text{VO}_{2\text{máx}}$) e outro o exercício aeróbio contínuo com intensidade moderada (36 minutos a 70% da $w\text{VO}_{2\text{máx}}$). Ambos foram realizados previamente a um teste de resistência

de força (4 séries de repetições máximas a 75% 1RM nos exercícios *leg press* e supino). Foram observadas reduções após quatro e oito horas de recuperação (25% e 9%, respectivamente) no desempenho da resistência de força dos membros inferiores, com magnitudes semelhantes para ambas as intensidades. Dessa forma, demonstrando que a magnitude de interferência do TC pode não ser dependente da intensidade do exercício aeróbio.

Portanto, foram observadas reduções agudas no desempenho de força após o exercício aeróbio tanto com alta (DE SALLES PAINELLI et al., 2014; DE SOUZA et al., 2007) quanto com baixa ou moderada intensidade (ABERNETHY, 1993; SPORER; WENGER, 2003). Isto pode ser verificado também em alguns estudos crônicos de TC. Os estudos que utilizaram o TA com alta intensidade (próximo ao $\text{VO}_{2\text{máx}}$ ou $\text{VO}_{2\text{pico}}$) (BELL et al., 2000; DUDLEY; DJAMIL, 1985) assim como os que utilizaram o TA com intensidade moderada (entre 65-75% da frequência cardíaca máxima) (CRAIG; LUCAS; POHLMAN, 1991; GERGLEY et al., 2009) demonstraram atenuações no desempenho de força, sugerindo mais uma vez que a intensidade do exercício aeróbio pode não ser determinante na magnitude de interferência no TC.

2.2.2 Intervalo de recuperação

O intervalo de recuperação entre o exercício aeróbio e o de força tem demonstrado ser importante para o fenômeno da interferência no TC. Parece que se o intervalo utilizado for suficiente para recuperação entre as atividades, proporcionando estímulo com melhor qualidade para a realização do exercício subsequente de força, a interferência pode ser minimizada (SALE et al., 1990; SPORER; WENGER, 2003) ou até mesmo, eliminada (BENTLEY; ZHOU; DAVIE, 1998; PANISSA et al., 2012; SPORER; WENGER, 2003).

O estudo de Bentley, Zhou e Davie (1998) utilizou dois intervalos de recuperação distintos (6 e 24 horas) para avaliar a força e a potência muscular dos membros inferiores de ciclistas e triatletas após a realização do exercício aeróbio no ciclo ergômetro (30 minutos no Lan e 4 séries de 1:1 min a 120% do $w\text{VO}_{2\text{máx}}$). Foram observadas reduções no pico de torque (11%) e na força máxima na fase concêntrica do *squat jump* (5%) apenas após o intervalo de recuperação de seis horas, sugerindo que após 24 horas da realização do exercício aeróbio não há interferência aguda no desempenho de força.

Posteriormente, Bentley et al. (2000) investigaram novamente o efeito de dois intervalos de recuperação distintos (10 minutos e 6 horas) no desempenho da força isométrica máxima dos músculos extensores do joelho (extensão de joelho no dinamômetro isocinético) após a

execução do exercício aeróbio no ciclo ergômetro (30 minutos a 80% do $wVO_2\text{máx}$ seguidos de 4 séries de 1:1 min a 120% do $wVO_2\text{máx}$). Foram observados decréscimos entre 6-23% da força até seis horas após o exercício aeróbio, reforçando que a realização do exercício de força após o exercício aeróbio dentro deste período pode prejudicar o desenvolvimento da força.

Em estudo semelhante, Leveritt, MacLaughlin e Abernethy (2000) analisaram os efeitos dos intervalos de oito e 32 horas de recuperação após a realização do exercício aeróbio no ciclo ergômetro (50 minutos a 70-110% da potência crítica). Os desempenhos de força máxima e de resistência de força, mensurados no exercício extensão de joelho realizado de maneira isométrica, isoinercial e isocinética, não apresentaram alterações significantes após os dois intervalos. Dessa forma, pôde-se concluir que um intervalo de no mínimo oito horas foi suficiente para a recuperação dos indivíduos e não causou prejuízos no desempenho de força.

Ainda explorando o efeito de intervalos distintos entre o exercício aeróbio e o de força, Sporer e Wenger (2003) investigaram a alteração no desempenho da resistência de força (4 séries de repetições máximas a 75% 1RM nos exercícios *leg press* e supino) após quatro, oito e 24 horas de recuperação do exercício aeróbio realizado no ciclo ergômetro (6 séries de 3min entre 95-100% da $wVO_2\text{máx}$ por 3min a 40% da $wVO_2\text{máx}$ ou 36 minutos a 70% da $wVO_2\text{máx}$). Foram observadas reduções de 25% e 9% na resistência de força dos membros inferiores após os intervalos de quatro e oito horas, respectivamente. Porém, com 24 horas de intervalo não foi observada interferência significativa. Estes resultados sugerem que quanto maior o intervalo de recuperação entre o exercício aeróbio e o de força, menor será a possibilidade de manifestação da interferência negativa.

Resultados semelhantes foram observados por Panissa et al. (2012). Neste estudo, os autores encontraram reduções significantes no desempenho da resistência de força no exercício meio-agachamento (4 séries de repetições máximas a 80% 1RM) após 30 e 60 minutos (23% e 15%, respectivamente) de recuperação da realização do exercício aeróbio na esteira (5km, 1:1 min a 100% da velocidade máxima atingida no teste ergoespirométrico [V_{pico}]). Entretanto, após quatro, oito e 24 horas não foi observada interferência significativa. Portanto, pode ser que maiores intervalos de recuperação entre o exercício aeróbio e de força contribuam para a redução da magnitude de interferência no TC.

De forma geral pode-se concluir que após 24 horas de recuperação do exercício aeróbio não há interferências aguda no desempenho de força.

2.2.3 Grupo muscular envolvido nos exercícios

Além da manipulação das variáveis do protocolo de treinamento, o grupo muscular envolvido durante os exercícios deve ser considerado.

O estudo de Reed, Schilling e Murlasits (2013) investigou as repostas agudas neuromusculares e metabólicas decorrentes do TC nos membros superiores e inferiores. Indivíduos fisicamente ativos foram submetidos a quatro condições experimentais: exercício aeróbio seguido do exercício de força para membros superiores (supino), exercício aeróbio seguido do exercício de força para membros inferiores (agachamento) e exercícios de força para membros inferiores e superiores. O exercício aeróbio consistiu em pedalar durante 45 minutos a 75% da frequência cardíaca máxima e para os exercícios de força foram realizadas seis séries de repetições máximas a 80% 1RM. Somente a condição que realizou o exercício para membros inferiores precedido pelo exercício aeróbio apresentou reduções (~15%) no desempenho da resistência de força comparado com a condição exercício de força isolado. Não foi observada alteração de desempenho nos membros superiores. Desta forma, demonstrou-se que somente o grupo muscular envolvido nos exercícios de força e aeróbio é susceptível ao efeito de interferência.

Resultados semelhantes foram observados por Sporer e Wenger (2003). Estes autores investigaram o efeito do exercício aeróbio realizado no ciclo ergômetro (6 séries de 3min entre 95-100% da $wVO_{2máx}$ por 3min a 40% da $wVO_{2máx}$ ou 36 minutos a 70% da $wVO_{2máx}$) sobre o desempenho da resistência de força dos membros superiores e inferiores. Para o teste de força foram realizadas quatro séries de repetições máximas a 75% 1RM nos exercícios supino e *leg press*. Foram observadas reduções entre 9-25% somente no desempenho de força dos membros inferiores. Os resultados do estudo indicam que a interferência ocorre somente quando os mesmos grupos musculares são solicitados durante os exercícios aeróbio e de força, uma vez que o ciclo ergômetro foi utilizado. Provavelmente, a fadiga gerada pelo exercício aeróbio prévio gerou os prejuízos observados no desempenho de força dos membros inferiores.

Estes achados também foram confirmados pelo estudo de De Souza et al. (2007). Após a realização de 5km de corrida (contínuo a 90% do Lan ou intermitente 1:1 min na $vVO_{2máx}$), indivíduos fisicamente ativos realizaram testes de força para membros superiores e inferiores. Foram realizados o teste de força dinâmica máxima (1RM) e teste de resistência de força (repetições máximas a 80% 1RM) nos exercícios supino e *leg press*. Foi observada redução de 27% na resistência de força somente nos membros inferiores após a corrida intermitente. Portanto, ficou demonstrado que a fadiga gerada pelo exercício de corrida prévia interfere somente no desempenho de força dos membros inferiores.

Outro estudo que sustenta esses achados é o de De Salles Painelli et al. (2014). Neste estudo foram utilizados protocolos de exercício aeróbio (5km de corrida contínua a 90% do LV2 ou intermitente 1:1 min na $v\text{VO}_2\text{máx}$) e de força (teste de 1RM ou 4 séries de repetições máximas a 80% 1RM no supino e *leg press* 45°) semelhantes aos do estudo de De Souza et al. (2007). E mais uma vez, a interferência negativa (~22%) foi observada apenas no desempenho da resistência de força dos membros inferiores. Portanto, o estudo confirma que o prejuízo no desempenho de força está localizado nos músculos envolvidos em ambas as atividades.

Isto também pode ser observado de maneira crônica, pois estudos que investigaram o desempenho tanto dos membros superiores quanto inferiores após um período de TC, observaram interferências apenas nos músculos que participaram em ambas as atividades (*i.e.* aeróbio e força) (CRAIG; LUCAS; POHLMAN, 1991; HENNESSY; WATSON, 1994; KRAEMER et al., 1995). Portanto, conclui-se que a interferência no desempenho de força ocorre apenas quando os mesmos grupamentos musculares são utilizados nos exercícios aeróbio e de força.

2.2.4 Tipo de exercício de força

O tipo de exercício de força realizado (*i.e.* isoinercial, isométrico e isocinético) pode influenciar na magnitude da interferência (LEVERITT; ABERNETHY, 1999). Em adição, a velocidade e o tipo de contração (*i.e.* concêntrica e excêntrica) utilizados também parecem afetar esta magnitude (DENADAI; CORVINO; GRECO, 2010).

Leveritt e Abernethy (1999) investigaram o efeito agudo do exercício aeróbio sobre o desempenho de força nas condições isoinercial e isocinética. Os indivíduos realizaram o exercício agachamento (3 séries a 80% 1RM) e extensão de joelho no aparelho isocinético (5 séries de 5 repetições) em diferentes velocidades de contração ($60^\circ.\text{seg}^{-1}$ - $300^\circ.\text{seg}^{-1}$), logo após a realização de um exercício aeróbio no ciclo ergômetro (5 séries de 5:5 min entre 40-100% do $w\text{VO}_2\text{pico}$). Foram observadas reduções no número de repetições realizadas no exercício agachamento (10-36%). Porém, no exercício de força realizado no aparelho isocinético foram observadas reduções com menor magnitude (10-19%). Dessa forma, podemos observar que o exercício de força realizado de maneira isoinercial parece sofrer maiores efeitos da interferência comparada ao exercício de força realizado de maneira isocinética.

Estes resultados não foram confirmados por Leveritt, MacLaughlin e Abernethy (2000). Neste estudo, os indivíduos foram testados no exercício extensão de joelho realizado de maneira isoinercial (2 séries de 10 repetições a 80% do torque isométrico máximo), isométrica e

isocinética em diferentes velocidades de contração (5 repetições máximas, $60^{\circ}.\text{seg}^{-1}$ - $480^{\circ}.\text{seg}^{-1}$) após 50 minutos de exercício aeróbio no ciclo ergômetro (70-110% da potência crítica). Não foi observada interferência no desempenho de força em nenhum dos tipos de exercício. Porém, a ausência de interferência pode ser devido às mensurações de força terem ocorrido somente após intervalos de oito e 32 horas da realização do exercício aeróbio, contribuindo para recuperação dos indivíduos.

Com outra proposta, Denadai, Corvino e Greco (2010) investigaram se a magnitude de interferência do exercício aeróbio no desempenho de força poderia ser dependente do tipo de contração muscular (concêntrica e excêntrica). Os indivíduos realizaram uma corrida até completar ~500kcal a 95% do $\dot{V}_{O_{2\max}}$ seguida de 5 contrações máximas concêntricas e 5 contrações máximas excêntricas em ordem randomizada no exercício extensão de joelho. Foram observadas reduções significantes da força (7-16%) somente na condição excêntrica. Resultados semelhantes foram observados pelos mesmos pesquisadores em 2007 (DENADAI et al., 2007). Neste estudo houve também uma redução significativa da força (7-8%) no exercício extensão de joelho na condição excêntrica nas duas velocidades selecionadas (60 e $180^{\circ}.\text{s}^{-1}$) enquanto que na condição concêntrica foi observada redução (7%) somente na velocidade de $60^{\circ}.\text{s}^{-1}$. Assim, parece que a produção de força durante uma contração excêntrica é mais prejudicada após a realização de um exercício aeróbio.

Portanto, dependendo do tipo de exercício de força utilizado (*i.e.* isoinercial ou isocinético) e da maneira em que a força é avaliada (*e.g.* diferentes velocidades de contração ou em ações musculares específicas) a magnitude de interferência no desempenho de força após a realização do exercício aeróbio pode ser diferente.

2.2.5 Modo do exercício aeróbio

Existem indicativos de que o modo do exercício aeróbio (*i.e.* corrida ou pedalada) utilizado nas sessões de TC pode influenciar na magnitude de interferência do desempenho de força. Esta possível influência pode ocorrer devido ao padrão de movimento da corrida ser diferente da pedalada, apresentando alterações nas demandas fisiológicas, no tipo de contração muscular predominante (*i.e.* concêntrica e excêntrica) e nas possíveis diferenças no padrão de recrutamento das unidades motoras (MILLET; LEPERS, 2004; MILLET; VLECK; BENTLEY, 2009). Porém, existe apenas um estudo agudo e dois crônicos investigando esta possibilidade.

No estudo de Panissa et al. (2015) foi investigado o efeito agudo do modo do exercício aeróbico no desempenho da resistência de força. Indivíduos fisicamente ativos foram submetidos a três condições experimentais: condição TF (controle) e condições exercício aeróbico em esteira e exercício aeróbico no ciclo ergômetro seguidas de uma sessão de TF. Para a sessão de TF foram realizadas quatro séries de repetições máximas a 80% de 1RM no exercício meio-agachamento e os exercícios aeróbicos foram realizados de maneira intermitente (15 séries 1:1 min na V_{pico}). Ambos os modos de exercício aeróbico resultaram em atenuações no desempenho de força na primeira série da sessão de TF quando comparados com a primeira série da condição controle (35% e 47%, para esteira e ciclo ergômetro, respectivamente). No entanto, durante a realização da segunda série apenas o exercício aeróbico no ciclo ergômetro apresentou redução significativa (~36%) comparada à segunda série da condição controle. Assim, sugerindo que a magnitude de interferência no desempenho de força após a realização do exercício aeróbico pode ser maior quando realizado em ciclo ergômetro comparado à esteira.

Investigando a mesma temática; porém, de maneira crônica, Gergley et al. (2009) distribuíram indivíduos sedentários em três grupos: TF, TF combinado com o TA realizado no ciclo ergômetro e TF combinado com o TA realizado na esteira. Os exercícios aeróbicos tinham duração entre 20-60 minutos a 65% da frequência cardíaca máxima e para os exercícios de força foram realizadas três séries de 8-12 RM (extensão de joelhos e *leg press*). O treinamento foi realizado duas vezes por semana durante nove semanas. Ambos os grupos de TC apresentaram atenuações no ganho de força comparado ao grupo que treinou força isoladamente. Porém, o principal achado foi que o grupo que combinou o TF com a corrida apresentou maiores atenuações nos ganhos de força (39%) comparado ao grupo que utilizou o ciclo ergômetro (29%). Entretanto, neste estudo a ordem de execução do exercício aeróbico e de força foi alternada a cada sessão de treino (*e.g.* aeróbico + força ou força + aeróbico), o que dificulta inferências sobre a influência aguda na combinação do exercício aeróbico realizado previamente ao exercício de força.

Por outro lado, no estudo de Silva et al. (2012) o exercício aeróbico foi realizado previamente ao exercício de força em todas as sessões de TC. Mulheres fisicamente ativas foram divididas em quatro grupos: TF, TF combinado com corrida contínua, TF combinado com corrida intermitente e TF combinado com ciclismo contínuo. O treinamento foi realizado duas vezes por semana durante 11 semanas. O exercício aeróbico tinha duração entre 20-30 minutos (a 95% da frequência cardíaca atingida no LV2 ou séries de 1min na vVO_{2max} por 1min a 50% da vVO_{2max}) e para os exercícios de força foram realizadas de 2-3 séries de 8-18 RM. Todos os grupos apresentaram melhoras (39-53%) no desempenho de força após o

treinamento, não havendo diferença estatisticamente significante entre eles. Desta forma, não houve interferência e não foi observada diferenças entre os modos do exercício aeróbio.

Portanto, parece que o modo do exercício aeróbio utilizado é capaz de apresentar magnitudes distintas de interferência no desempenho de força. Contudo, os resultados existentes ainda são divergentes, não permitindo saber qual dos modos do exercício aeróbio de fato apresenta maior magnitude de interferência.

2.3 Volume do exercício aeróbio

O treinamento com exercícios aeróbios promove alterações morfológicas e metabólicas como a biogênese mitocondrial, a alteração do perfil das fibras musculares de contração rápida e dos substratos energéticos (COFFEY; HAWLEY, 2007). Sabe-se que a realização de um alto volume de exercício aeróbio pode promover melhorias na potência e na capacidade aeróbia sendo importante no programa de treinamento de atletas (LAURSEN, 2010). Entretanto, a realização de um exercício aeróbio com alto volume pode prejudicar a função neuromuscular (MILLET; LEPERS, 2004). Os mecanismos que limitam a função neuromuscular após o exercício aeróbio podem ser diferentes entre as atividades de maior e menor volume (LEPERS et al., 2002; MILLET; LEPERS, 2004; MILLET; VLECK; BENTLEY, 2009).

Dentre as alterações neuromusculares observadas após a realização do exercício aeróbio de maior volume, podemos destacar a redução da capacidade do músculo esquelético gerar força voluntária máxima, a redução no nível de ativação muscular e a menor atividade eletromiográfica (LEPERS et al., 2000, 2002; MILLET et al., 2003; PETERSEN et al., 2007; PLACE et al., 2004; ROSS et al., 2010). Estas reduções podem ser devido a alterações metabólicas nas fibras recrutadas, na eficiência do processo acoplamento excitação-contração e no recrutamento das unidades motoras (LEPERS et al., 2000; MILLET et al., 2003; ROSS et al., 2010). Dessa forma, é possível especular que a magnitude da interferência no desempenho de força realizado após o exercício aeróbio possa ser dependente do seu volume, uma vez que alterações neuromusculares são capazes de prejudicar o desempenho de força.

Contudo, não há estudos investigando de fato se o volume do exercício aeróbio interfere no desempenho de força. A interferência negativa no desempenho de força pode comprometer a capacidade de o músculo gerar tensão durante a realização da tarefa de força; consequentemente, reduzir o volume da sessão de TF, o qual é sugerido na literatura ser importante para os ganhos de força e hipertrofia muscular em longo prazo (KRIEGER, 2010; ROBBINS; MARSHALL; MCEWEN, 2012; SOONESTE et al., 2013). Portanto, o

conhecimento do efeito que o volume do exercício aeróbico pode ter sobre o desempenho de força subsequente, poderá auxiliar na organização e na prescrição de sessões de TC minimizando os efeitos negativos que podem ocorrer.

2.3.1 Volume do exercício aeróbico no Treinamento Concorrente

Apesar de não existir estudos de TC investigando o efeito do volume do exercício aeróbico, em uma meta-análise realizada por Wilson et al. (2012), são fornecidos indicativos referentes a sua possível influência sobre o desempenho de força. O principal objetivo desta meta-análise foi investigar quais os componentes do TA (*i.e.* modalidade, duração e frequência) poderiam interferir nas adaptações ao TF. Foi observado que a magnitude da correlação negativa ($r=-0,29-0,75$) entre desempenho de força, potência e hipertrofia muscular aumenta conforme aumenta a duração do exercício aeróbico. Em adição, estudos que utilizaram um volume semanal elevado de exercício aeróbico apresentaram maiores atenuações no desempenho de força, quando comparados com estudos que utilizaram volumes menores, sugerindo que o maior volume do exercício aeróbico pode gerar maior interferência no desempenho de força. Porém, há uma grande variação dos protocolos utilizados entre os estudos selecionados pela meta-análise. As variáveis do TA e de TF (*i.e.* intensidade, volume e intervalo de recuperação), o tipo de exercício de força (*i.e.* isoinercial ou isocinético) e o modo do exercício aeróbico (*i.e.* corrida ou pedalada) são alguns fatores não considerados na composição dos protocolos. Estas diferenças dificultam a comparação entre os estudos.

Portanto, o estudo não fornece informações precisas referentes ao efeito do volume do exercício aeróbico no TC.

2.3.2 Efeitos do exercício aeróbico de alto volume nos parâmetros neuromusculares

Devido à ausência de estudos investigando o efeito do volume do exercício aeróbico sobre o desempenho de força, foram analisados estudos que observaram alterações neuromusculares após a atividade aeróbia com alto volume. Os estudos disponíveis foram realizados com indivíduos altamente treinados aerobiamente. Contudo, permitem observar a magnitude das alterações neuromusculares após a realização de uma atividade aeróbia com alto volume.

No estudo de Lepers et al. (2000) podemos observar efeitos deletérios na função neuromuscular após um exercício aeróbico com alto volume. Ciclistas e triatletas foram submetidos a duas horas de exercício de ciclismo a 65% da produção de potência

correspondente a potência aeróbia máxima. Foram observados decréscimos (11-15%) na CVM, na atividade eletromiográfica (EMG) (~17-21%) e nos parâmetros contráteis e elétricos (*i.e* propagação neuromuscular e excitabilidade das fibras musculares) dos músculos extensores do joelho (~18-27%) após a realização do exercício aeróbio. Com isso, foi sugerido que as reduções observadas após o exercício aeróbio com alto volume podem ser devido a falhas do processo acoplamento excitação-contração.

No estudo de Millet et al. (2003) foram investigados os mecanismos que poderiam contribuir para a perda de força após uma corrida de 30 km (duração média $188,7 \pm 27$ minutos). Foram observadas reduções na CVM (23%), na EMG do vasto lateral (21%), na ativação voluntária (7%) e na amplitude da *M-wave* (10%) dos músculos extensores do joelho após a realização do exercício aeróbio. Foi verificada também uma alta correlação entre as alterações da CVM e do nível de ativação voluntária ($r=0.88$). Assim, foi indicado que o exercício aeróbio com alto volume prejudica a função neuromuscular e que estas atenuações podem ter grande participação de mecanismos centrais.

Ainda utilizando um elevado volume de atividade aeróbia, Petersen et al. (2007) investigaram a fadiga neuromuscular após uma prova de maratona em corredores bem treinados. Foi observada redução na CVM dos músculos extensores do joelho (22%) e flexores plantares (17%) logo após a prova e a redução foi mantida por até dois dias após a maratona somente nos flexores plantar (25%). A potência estimada pelo salto com contramovimento foi reduzida logo após, dois e cinco dias após a realização da maratona (13%, 18% e 12%, respectivamente). Portanto, foi demonstrado que o exercício aeróbio de grande volume interfere na função neuromuscular dos músculos extensores do joelho, flexores plantares e na potência do salto.

De outra maneira, Lepers et al. (2002) investigaram as alterações neuromusculares durante e após o exercício aeróbio de alto volume. Os indivíduos realizaram cinco horas de exercício de ciclismo a 55% da produção de potência correspondente a potência aeróbia máxima, com testes neuromusculares a cada hora de exercício. Foram observadas reduções na CVM dos músculos extensores do joelho entre 8-10% nas três primeiras horas e entre 16-18% a partir de quatro horas e após 30 minutos de recuperação do exercício. A EMG do vasto lateral foi reduzida a partir da primeira hora de exercício e permaneceu por até 30 minutos após a realização do exercício (16-20%), ao passo que a redução da EMG do vasto medial foi observada apenas após cinco horas de exercício (25%) e após 30 minutos de recuperação (22%). Portanto, os resultados demonstraram que o exercício aeróbio com maior volume afeta

negativamente a função neuromuscular dos músculos extensores do joelho e que os prejuízos são maiores conforme aumenta a duração do exercício.

A mesma proposta foi utilizada por Place et al. (2004); porém, neste estudo o exercício aeróbio de alto volume foi realizado em esteira. Os indivíduos foram submetidos a cinco horas de corrida a 55% da velocidade aeróbia máxima (distância total de $52,5 \pm 2$ km), com testes neuromusculares a cada hora do exercício. As reduções da CVM e da EMG do vasto lateral ocorreram de maneira significativa apenas a partir de quatro horas (26% e 50%, respectivamente), cinco horas (28% e 45%, respectivamente) e após 30 minutos de recuperação (30% e 51%, respectivamente) do exercício aeróbio. O nível de ativação voluntária também apresentou reduções significativas apenas após quatro, cinco horas e 30 minutos de recuperação do exercício aeróbio (~12-21%). Dessa forma, sugeriu-se que prejuízos na função neuromuscular podem ocorrer somente após maiores volumes/durações do exercício aeróbio.

No estudo de Ross et al. (2010) foi utilizado um volume menor comparado aos dois estudos anteriormente citados. No entanto, as reduções na função neuromuscular ainda foram observadas. Corredores treinados foram submetidos a uma corrida de 20km em velocidade auto-selecionável (~13.3km/h, duração média de 91 minutos), com testes neuromusculares antes, após 5, 10, 15 e 20km e após 40 minutos de recuperação da corrida. Foram observadas reduções significativas da CVM (15%) e da ativação voluntária (13%) dos músculos extensores do joelho somente após os 20km. Na EMG do vasto lateral foram observadas reduções após 15km (18%) e após a corrida completa (20%). Similar ao estudo de Place et al. (2004), as reduções na função neuromuscular ocorreram apenas nos estágios finais do exercício de maior duração.

Finalmente no estudo de Thomas et al. (2015) foram manipulados volumes distintos do exercício aeróbio para investigar os mecanismos responsáveis pela fadiga gerada após a sua realização. Ciclistas treinados realizaram 4, 20 ou 40km de exercício aeróbio no ciclo ergômetro com duração média em torno de 6, 31 e 65 minutos, respectivamente. Os três volumes de exercício aeróbio resultaram em reduções na CVM (~15-18%) sem diferenças significativas entre eles. Porém, a redução no nível de ativação voluntária dos músculos extensores do joelho foi maior após os volumes de 20 e 40km (11% e 10%, respectivamente) em relação ao volume de 4km (7%). Por outro lado, a fadiga periférica foi significativamente maior após 4km (40%) quando comparada com 20 e 40km (31% e 29%, respectivamente). Contudo, neste estudo não houve um controle da intensidade realizada nos diferentes volumes de exercício aeróbio, uma vez que foi solicitado que os sujeitos realizassem a distância pré-estipulada no menor tempo

possível (simulando tempo de prova). Portanto, não é possível saber se as alterações neuromusculares observadas devem-se apenas ao volume do exercício aeróbio utilizado.

Portanto, ao observar os dados fornecidos por estes estudos, em sua maioria, parece que os protocolos de exercício aeróbio com maior duração apresentam maior magnitude de prejuízos na função neuromuscular comparados aos estudos que utilizaram menor duração. No entanto, o modo (*i.e.* corrida ou pedalada) e a intensidade dos exercícios aeróbios utilizados são distintos, dificultando a comparação entre eles. Além disso, os volumes de exercício aeróbio utilizados por estes estudos são muito maiores do que os comumente utilizados por praticantes de atividade física, limitando em muito as considerações referentes ao efeito do volume do exercício aeróbio no TC realizado no “mundo real”.

As Tabelas 1 e 2 apresentam os estudos que demonstraram alterações na função neuromuscular e no desempenho de força após a realização do exercício aeróbio. Na Tabela 1 estão os estudos que investigaram os efeitos agudos do exercício aeróbio de alto volume nos parâmetros neuromusculares. Na Tabela 2 estão os estudos agudos de TC que investigaram a manipulação de alguns fatores (*e.g.* a intensidade da atividade aeróbia prévia, o intervalo de recuperação após a atividade aeróbia, os grupos musculares envolvidos nos exercícios aeróbio e de força e o tipo do exercício de força) com intuito de verificar a magnitude e a duração da interferência do exercício aeróbio sobre o desempenho de força.

Tabela 1- Efeito agudo do exercício aeróbio de alto volume nos parâmetros neuromusculares

Continua				
Autores	Protocolo aeróbio	Parâmetros neuromusculares	Características dos participantes	Principais resultados
Lepers et al. (2000)	Pedalada contínua 2 horas a 65% da produção de potência correspondente a potência aeróbia máxima	CVM (exc. e conc.), parâmetros neurais, contráteis e EMG dos músculos extensores do joelho	8 homens, ciclistas treinados e triatletas	↓11-15% da CVM em ambos os tipos de contração ↓~17% EMG do VM ↓~17-21% EMG do VL
Lepers et al. (2002)	Pedalada contínua 5 horas a 55% da produção de potência correspondente a potência aeróbia máxima	CVM, nível de ativação muscular e EMG dos músculos extensores do joelho	9 homens, ciclistas treinados e triatletas	↓ 18% da CVM ↓8% na ativação muscular ↓17% EMG do VL ↓25% EMG do VM
Millet et al. (2003)	Prova de corrida – 30km (~188 min)	CVM, nível de ativação muscular e EMG dos músculos extensores do joelho	12 homens corredores treinados	↓ 23% da CVM ↓ 7% na ativação muscular ↓21% EMG do VL
Place et al. (2004)	Corrida contínua 5 horas a 55% da velocidade aeróbia máxima	CVM, nível de ativação muscular e EMG dos músculos extensores do joelho	9 homens, corredores treinados e triatletas	↓ 28% da CVM ↓16% na ativação muscular ↓45% EMG do VL
Petersen et al. (2007)	Prova de maratona (~154:40 min)	CVM dos músculos extensores do joelho e flexores plantar, parâmetros contráteis e EMG dos músculos extensores do joelho e potência no salto vertical	8 homens corredores treinados	↓ 22% da CVM dos extensores do joelho e ↓ 17% flexores plantar ↓13% salto vertical

				Conclusão
Autores	Protocolo aeróbio	Parâmetros neuromusculares	Características dos participantes	Principais resultados
Ross et al. (2010)	Corrida em intensidade auto selecionável - 20km (~91 min)	CVM, nível de ativação muscular e EMG dos músculos extensores do joelho	8 homens corredores treinados	↓ 15% da CVM ↓13% na ativação muscular ↓20% EMG do VL
Thomas et al. (2015)	Pedalada em intensidade auto selecionável - 4, 20 e 40km (~6, 31 e 65 minutos)	CVM, nível de ativação muscular e EMG dos músculos extensores do joelho	13 homens ciclistas treinados	↓ ~15-18% da CVM ↓11% na ativação muscular após 20km ↓10% na ativação muscular após 40km ↓7% na ativação muscular após 4km

Nota: ↓ = diminuição; min = minutos; km = quilômetros; CVM = contração voluntária máxima; EMG = eletromiografia; VL = vasto lateral; VM = vasto medial; exc.= contração excêntrica; conc.= contração concêntrica.

Tabela 2- Efeito agudo do exercício aeróbio sobre o desempenho de força muscular

Continua				
Autores	Protocolo aeróbio	Variáveis de força avaliadas	Características dos participantes	Principais resultados
Abernethy (1993)	Pedalada contínua (150 min a 35% do wVO_{2pico}) versus intermitente (5 x 5:5 min de 40-100% do wVO_{2pico})	Extensão de joelho no aparelho isocinético em diferentes velocidades (30 – $300^{\circ}\cdot s^{-1}$)	9 homens e 5 mulheres fisicamente ativos	↓ ~4% o desempenho de força após ambas as intensidades do exercício aeróbio e velocidades de contração
Bentley, Zhou e Davie (1998)	Pedalada (30 min na intensidade do Lan e 4 x 1:1 min a 120% do $wVO_{2máx}$)	Extensão de joelho no aparelho isocinético em diferentes velocidades (60, 120 e $180^{\circ}\cdot s^{-1}$) e <i>squat jump</i>	7 homens triatletas e 6 homens ciclistas	↓ 11% o pico do torque ($60^{\circ}\cdot s^{-1}$) e ↓ 5% da força máxima na fase concêntrica do <i>squat jump</i> após 6 horas de recuperação do exercício aeróbio
Bentley et al. (2000)	Pedalada (30 min a 80% do $wVO_{2máx}$ seguido de 4 x 1:1 min a 120% do $wVO_{2máx}$)	Força isométrica máxima e EMG dos músculos extensores do joelho	9 homens triatletas e 1 homem ciclista	↓ 6-23% o desempenho de força por até 6 horas de recuperação do exercício aeróbio ↓ ~18-23% a EMG por até 6 horas de recuperação do exercício aeróbio
Denadai, Corvino e Greco (2010)	Corrida contínua a 95% do Lan até completar um gasto calórico ~500Kcal (~31-36 min)	Extensão de joelho no aparelho isocinético em condições concêntricas e excêntricas	16 indivíduos fisicamente ativos, 11 treinados aerobiamente e 7 treinados em força	↓ 7-16% o torque na condição excêntrica

Continuação

Autores	Protocolo aeróbio	Variáveis de força avaliadas	Características dos participantes	Principais resultados
De Salles Painelli et al. (2014)	Corrida contínua (5 km) a 90% LV2 versus intermitente – 1:1 min (na vVO_2 máx)	1RM e 4x de reps. máximas a 80% 1RM no <i>leg press</i> e supino	32 homens treinados em força recreativamente	↓ ~22% a resistência de força no <i>leg press</i> – após a corrida intermitente de alta intensidade
De Souza et al. (2007)	Corrida contínua 5 km (~37 min) a 90% Lan versus intermitente – 1:1 min (100% da vVO_2 máx)	1RM e reps. máximas a 80% 1RM no <i>leg press</i> e supino	8 homens fisicamente ativos	↓ 27% a resistência de força no <i>leg press</i> – após a corrida intermitente de alta intensidade
Leveritt e Abernethy (1999)	Pedalada intermitente (5 x 5:5 min entre 40-100% da wVO_2 pico)	3 x de reps. máximas a 80% 1RM no agachamento 5 x de 5 reps. Na extensão de joelho no aparelho isocinético em diferentes velocidades (60 - 300°•s ⁻¹)	5 homens e 1 mulher, fisicamente ativos	↓ 10-36% o desempenho de força no agachamento ↓ 10-19% o desempenho de força na extensão de joelho
Leveritt, MacLaughlin e Abernethy (2000)	Pedalada contínua (50 min entre 70-110% da potência crítica)	Força isométrica, isocinética e isotônica (80% do torque máximo)	8 homens com experiência prévia em TF (mínimo 12 meses)	Não houve interferência

Autores	Protocolo aeróbio	Variáveis de força avaliadas	Características dos participantes	Principais resultados
Panissa et al. (2012)	Corrida intermitente (5km) 1:1 min a 100% da Vpico	4 x de reps. máximas a 80% 1RM no meio-agachamento	10 homens treinados aerobiamente, 8 treinados em força e 9 atletas de esportes intermitentes. Todos com experiência prévia de 2 anos	↓15-23% o desempenho de força entre 30-60 minutos do intervalo de recuperação
Panissa et al. (2015)	Corrida e/ou pedalada intermitente (15 séries 1:1 min a 100% da Vpico)	4 x de reps. máximas a 80% 1RM no meio-agachamento	10 homens fisicamente ativos	↓ ~35-47% o desempenho de força na primeira e segunda série da sessão de TF
Reed, Schilling e Murlasits (2013)	Pedalada contínua 45 min a 75% da FCmáx	6 x de reps. máximas a 80% de 1RM no supino e agachamento	15 homens fisicamente ativos com experiência prévia ao TF a pelo menos 6 meses	↓ ~15% o desempenho de força no agachamento
Sporer e Wenger (2003)	Pedalada contínua (36 min a 70% da wVO ₂ máx) e intermitente (6 x 3min a 95- 100% da wVO ₂ máx por 3min a 40% da wVO ₂ máx)	4 x de reps. máximas a 75% 1RM - supino e <i>leg press</i>	16 homens jogadores de rúgbi, hóquei, futebol, tenistas, remadores, ciclistas, praticantes de <i>jogging</i>	↓ 9-25% o desempenho de força no <i>leg press</i> entre 4-8 horas do intervalo de recuperação (após ambas as intensidades do exercício aeróbio)

Nota: ↓ = diminuição; wVO₂pico = produção de potência correspondente ao consumo pico de oxigênio; vVO₂máx = velocidade correspondente ao consumo máximo de oxigênio; wVO₂máx = produção de potência correspondente ao consumo máximo de oxigênio; min = minutos; RM = repetição máxima; Lan = limiar anaeróbio; LV2 = limiar ventilatório 2; FCmáx = frequência cardíaca máxima; Vpico = velocidade máxima atingida no teste progressivo máximo; TF = treinamento de força; reps. = repetições; x = séries; Kcal = quilocalorias; km = quilômetros.

Os resultados dos estudos apresentados nas Tabelas 1 e 2 demonstram claramente que a atividade aeróbia promove efeitos deletérios tanto no desempenho de força quanto na função neuromuscular. Porém, a partir desses dados não é possível obter informações precisas sobre a magnitude da interferência no tocante ao efeito do volume do exercício aeróbio na força, devido à ausência de comparações de diferentes volumes de exercício aeróbio em um mesmo estudo.

Por outro lado, com as informações disponíveis é possível fazer algumas observações, como por exemplo: os estudos de Ross et al. (2010) e Lepers et al. (2000) foram os que demonstraram menor interferência na CVM dos músculos extensores do joelho (11-15%) e também estão entre os que utilizaram menor volume de exercício aeróbio (91 minutos e duas horas, respectivamente) dentre os estudos que analisaram a força de maneira similar (Tabela 1). Dando sequência, o estudo de Place et al. (2004) que utilizou o maior volume de atividade aeróbia (cinco horas), foi o que observou maior interferência na função neuromuscular demonstrada pela queda na CVM (28%), na ativação voluntária (16%) dos extensores do joelho e na EMG (45%) do vasto lateral. Uma possível explicação para esse efeito negativo seria o alto volume aplicado no exercício aeróbio.

Referente aos estudos destacados na Tabela 2 observa-se que o volume empregado no exercício aeróbio é menor; contudo, a interferência também foi verificada. De maneira geral, a magnitude da queda na produção de força logo após uma sessão de exercício aeróbio foi entre 4-47%. O estudo de Abernethy (1993) foi o que demonstrou menor magnitude de interferência entre os estudos da Tabela 2, com redução de ~4% na força após o exercício aeróbio realizado em duas durações e intensidades distintas (150 minutos contínuo e 50 minutos intermitente). Ao passo que, os estudos de De Souza et al. (2007) e Panissa et al. (2015), foram os que demonstraram maior magnitude de interferência no desempenho de força (27% e ~36-47%, respectivamente) e utilizaram um volume menor no protocolo do exercício aeróbio (duração média ~15-37 minutos) comparado ao estudo de Abernethy (1993). Porém, as intensidades dos exercícios foram diferentes, assim como, o modo do exercício aeróbio utilizado e o tipo de exercício de força. Dessa forma, não é possível realizar inferências referentes ao impacto do volume nos estudos observados na Tabela 2.

Além disso, deve ser destacado que a maneira de mensurar a interferência na força foi diferente em relação aos estudos que verificaram o efeito do alto volume do exercício aeróbio (Tabela 1) e os estudos agudos de TC (Tabela 2), dificultando a comparação entre os estudos.

Portanto, pode ser constatada a necessidade da realização de um estudo que avalie o efeito de volumes distintos do exercício aeróbio no desempenho de força e utilizando volumes mais próximos aos comumente realizados por praticantes de atividade física. Esta investigação

poderá fornecer informações importantes sobre o fenômeno da interferência e seus efeitos no desempenho de força.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Amostra

Foram recrutados 24 voluntários homens moderadamente treinados, com idade entre 20 e 35 anos e com no mínimo seis meses de experiência prévia em TA e TF para membros inferiores. Respeitando estes critérios, foram selecionados apenas os indivíduos que realizavam entre 1-2 sessões semanais de atividade aeróbia e de TF para membros inferiores. Não foram recrutados voluntários com histórico recente (últimos seis meses) de lesão nas articulações dos membros inferiores ou qualquer outro problema neuromuscular e/ou cardiovascular que pudesse oferecer riscos ao indivíduo ou influenciar os resultados do estudo.

Dos 24 voluntários que iniciaram o estudo, três não concluíram todos os protocolos. Dois deles por motivos de lesão não decorrentes do estudo e um por mudanças de horários em sua rotina de trabalho as quais inviabilizaram sua continuidade no estudo. Portanto, 21 voluntários realizaram todos os procedimentos experimentais e foram utilizados para a análise de dados. Os sujeitos responderam ao questionário PAR-Q para a detecção de possíveis fatores que pudessem impedi-los de realizar exercícios físicos. Todos foram informados dos possíveis riscos, desconfortos e benefícios do estudo e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido antes da participação (Anexo 1). O projeto foi aprovado pelo comitê de ética da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo (Protocolo de Pesquisa nº 2014/40) (Anexo 2). As características da amostra do estudo podem ser observadas na Tabela 3.

Tabela 3 – Características dos sujeitos (n=21)

Características	Média	Desvio Padrão
Idade (anos)	26,3	4,6
Massa corporal (Kg)	79,0	10,2
Estatura (cm)	176,8	9,2
1RM <i>leg press</i> 45° (Kg)	346,0	57,7
1RM relativo (Kg/Kg massa corporal)	4,4	0,7
80% 1RM (Kg)	276,8	46,2
VO ₂ máx (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	47,4	5,6
Vmáx (km/h)	14,8	1,8
Velocidade Lan (km/h)	11,4	1,7
90% Lan (km/h)	10,2	1,5

Nota: 1RM = uma repetição máxima, VO₂máx = consumo máximo de oxigênio, Vmáx = velocidade máxima atingida no teste progressivo máximo e Lan = limiar anaeróbio.

3.2 Desenho experimental

Os sujeitos foram submetidos a 11 sessões divididas em duas fases (Figura 2). Na primeira fase foram realizadas cinco sessões: a primeira sessão foi destinada a coleta dos dados antropométricos (massa corporal e estatura) e determinação do limiar anaeróbio (Lan) durante teste progressivo máximo em esteira rolante. A segunda e terceira sessões foram destinadas para familiarização ao teste de força dinâmica máxima (teste de 1RM) no exercício *leg press* 45° (no caso de uma variação maior que 5% do peso estimado entre estas sessões, foi realizada outra sessão de familiarização). Na quarta sessão foi determinado o peso correspondente a 1RM. Na quinta sessão foi realizado o teste de resistência de força composto por quatro séries de repetições máximas a 80% 1RM no exercício *leg press* 45°. A quarta e quinta sessões foram utilizadas como sessões controle. Na segunda fase foram realizadas as condições experimentais: três sessões de exercício aeróbio com volumes distintos (3km, 5km e 7km) seguidas pelo teste de 1RM e outras três sessões de exercício aeróbio com os volumes distintos seguidas pelo teste de resistência de força. Entre as sessões houve um intervalo mínimo de 72 horas. A ordem das sessões experimentais foi aleatorizada seguindo a distribuição de *William's square* para evitar possível efeito de ordem. Os volumes do exercício aeróbio utilizados nas sessões experimentais foram selecionados de acordo com os seguintes critérios: utilizar volumes próximos aos utilizados na prática por indivíduos fisicamente ativos e semelhantes ao utilizado por estudos disponíveis na literatura que também investigaram o TC (DE SALLES PAINELLI et al., 2014; DE SOUZA et al., 2007; REED; SCHILLING; MURLASITS, 2013; SPORER; WENGER, 2003); desta forma, contribuindo para realizar inferências para a prática dos treinamentos e comparar os resultados entre os estudos.

Figura 2- Representação esquemática dos procedimentos experimentais do estudo.

Nota: Lan = limiar anaeróbio; RM = repetição(ões) máxima(s); km = quilômetros.

3.2.1 Teste para determinar o limiar anaeróbio (Lan)

Os sujeitos realizaram o teste progressivo em uma esteira rolante, até a exaustão voluntária (incapacidade para manter a intensidade solicitada). O consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$) foi mensurado durante o teste utilizando um analisador de gases (QuarkCPET, Cosmed®, Roma, Itália). Durante todo o teste, os sujeitos usaram uma máscara (Hans Rudolph®, Kansas City, MO, EUA) ligada ao analisador de gases para mensurações respiração-a-respiração de troca de gases e a frequência cardíaca (FC) foi monitorada com um frequencímetro (Polar®, modelo RS800CX, Finlândia).

Antes de cada teste, o analisador de gases foi calibrado com ar ambiente e um gás de composição conhecida (20,9 % de O₂ e 5 % de CO₂) e a turbina de fluxo foi calibrada utilizando uma seringa de 3L (Quinton Instrumentos, Seattle, WA, EUA). A velocidade inicial da esteira foi de 7km/h, com incrementos de 1km/h a cada três minutos, até a exaustão. No final de cada estágio de três minutos, 25 µl de sangue arterializado foram retirados do lóbulo da orelha para medir a concentração de lactato sanguíneo [La] (Yellow Springs 1500 Desporto, Yellow Springs®, EUA). A velocidade associada ao Lan foi a velocidade correspondente a uma concentração fixa de 3,5 mmol.l⁻¹ de lactato (HECK et al., 1985). Para tanto, os valores de lactato obtidos ao final de todos os estágios completos e as velocidades correspondentes foram plotados em um gráfico e foi ajustada uma função exponencial. A função exponencial foi utilizada para identificar a velocidade correspondente a concentração de 3,5 mmol.l⁻¹ de lactato (*i.e.* o momento do teste em que esta concentração fixa foi atingida). O VO₂máx foi definido como a maior média obtida em 15 segundos. Para isso, dois ou mais dos seguintes critérios precisavam ser atendidos: um aumento no VO₂ de menos de 2,1 ml.kg⁻¹.min⁻¹ entre 2 fases consecutivas (caracterizando um platô), uma relação de troca respiratória superior a 1,10, a concentração de lactato sanguíneo maior que 8,0 mmol.l⁻¹ e o participante atingir 90% da frequência cardíaca máxima predita pela idade (*i.e.* 220-idade) (HOWLEY; BASSET; WELCH, 1995). Foi fornecido estímulo verbal para assegurar que os valores máximos fossem atingidos. Além disso, ao final de cada estágio os participantes informavam a percepção subjetiva de esforço (PSE) de acordo com a escala de Borg (6-20), para auxiliar na observação de quando estavam próximos de atingir seu esforço máximo.

3.2.2 Teste de força dinâmica máxima (1RM)

Antes do teste de 1RM os sujeitos realizaram um aquecimento geral de cinco minutos de corrida em esteira rolante a 9km/h. Após o aquecimento geral, foi feito o aquecimento específico que consistiu em duas séries de oito e três repetições com 50 e 70% 1RM, respectivamente, estimados nas sessões de familiarização. Entre as séries de aquecimento houve um intervalo de um minuto. Após o aquecimento específico, um intervalo de três minutos foi dado antes dos sujeitos serem submetidos ao teste. Este teste consistiu na obtenção da máxima quantidade de peso que pôde ser levantado em um ciclo completo e correto de movimento no exercício *leg press* 45° (posição inicial com extensão completa dos joelhos indo até 90° de flexão e retornando a posição inicial). Para tanto, foram seguidas as recomendações da Sociedade Americana de Fisiologia do Exercício (BROWN; WEIR, 2001). O peso inicial para

o teste máximo foi estimado durante as sessões de familiarização, e a partir disso, o peso levantando foi aumentado até o sujeito não conseguir completar uma repetição. O número de tentativas não foi superior a cinco e foi dado um intervalo de descanso de três minutos entre elas. Durante as tentativas os avaliadores forneceram encorajamento verbal. Os ajustes no equipamento *leg press* 45° para cada sujeito foram obtidos na primeira sessão de familiarização. Inicialmente, o apoio para os pés do equipamento foi dividido em quadrados de 10x10cm com fita adesiva permitindo a anotação do posicionamento dos pés numa folha de papel e garantido a reprodução do mesmo em todas as sessões de testes. Em seguida, a amplitude de movimento para cada repetição foi determinada. Os participantes realizaram uma repetição sem peso, começando com a extensão completa dos joelhos até 90° de flexão e um goniômetro foi utilizado para confirmar se foi realizado o grau de flexão estipulado. Em seguida, um marcador de plástico foi colocado sobre a coluna lateral do equipamento *leg press* 45° para demarcar o ponto de flexão do joelho. Uma fita de medição também foi colada sobre a coluna lateral do *leg press* 45° para garantir a reprodutibilidade do posicionamento do marcador.

3.2.3 Teste de resistência de força

Antes do teste os sujeitos realizaram um aquecimento geral que consistiu de cinco minutos de corrida em esteira rolante a 9km/h. Após o aquecimento geral, foi feito o aquecimento específico que consistiu em duas séries de cinco repetições a 50% 1RM com um minuto de intervalo entre elas. Após o aquecimento específico, um intervalo de dois minutos foi dado antes dos sujeitos serem submetidos ao teste. Este teste consistiu na obtenção do número máximo de repetições que pôde ser realizado em quatro séries a 80% 1RM no exercício *leg press* 45°. O intervalo de descanso entre séries foi de dois minutos. Durante as tentativas os avaliadores forneceram encorajamento verbal. Foi calculado o volume total realizado (VT) (séries x repetições x o peso [Kg]) da sessão do teste de resistência de força. Os mesmos ajustes que foram utilizados nas sessões de teste de 1RM para garantir a reprodutibilidade do posicionamento dos pés e o ângulo de flexão de joelho foram mantidos para a realização do teste de resistência de força.

3.3 Sessões experimentais

3.3.1 Exercício aeróbio

Para o exercício aeróbio foi realizada uma corrida contínua em esteira rolante na velocidade correspondente a 90% do Lan (~10,2 km/h) para os diferentes volumes: 3km, 5km e 7km (~18, 30, 42 minutos, respectivamente). A intensidade do exercício aeróbio selecionada no presente estudo foi semelhante à utilizada em protocolos de corrida realizada de maneira contínua por estudos que também investigaram o TC (DENADAI; CORVINO; GRECO, 2010; DE SALLES PAINELLI et al., 2014; DE SOUZA et al., 2007). Em adição, estava dentro da zona de intensidade que é recomendada na literatura para a melhoria da aptidão cardiorrespiratória (AZEVEDO et al., 2011).

3.3.2 Exercício de força

Para os exercícios de força máxima e de resistência de força foram utilizados os mesmos protocolos do teste de 1RM e do teste de resistência de força. Os exercícios foram realizados em dias diferentes e executados após 10 minutos do término do exercício aeróbio.

3.4 Análise estatística

Inicialmente os dados foram analisados quantitativa e visualmente quanto à normalidade (*Shapiro-Wilk*) e existência de *outliers* (*Box-plots*). Após a verificação da normalidade dos dados, a estatística descritiva foi apresentada em média e desvio padrão. O modelo misto foi utilizado como análise tendo os volumes do exercício aeróbio como fator fixo e sujeitos como fator aleatório para as variáveis resposta: 1RM e volume total (VT). No caso de valores F significantes, testes *post-hoc* com ajustamento de Tukey foram utilizados para comparações múltiplas. Em todas as análises foi utilizado o nível de significância de 5% ($p < 0,05$). Os dados foram analisados utilizando o pacote estatístico SAS 9.3 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

4 RESULTADOS

4.1 Força dinâmica máxima (1RM)

Não foram observadas diferenças significantes ($p=0,072$) entre os valores médios de 1RM no exercício *leg press* 45° entre as diferentes condições (Figura 4).

Figura 4 – Desempenho de força dinâmica máxima (1RM) no exercício *leg press* 45° na situação controle e após as corridas de 3, 5 e 7km.

A Figura 5 apresenta o desempenho individual dos sujeitos no teste de 1RM nas diferentes condições.

Figura 5 – Desempenho individual no teste de 1RM no exercício *leg press* 45° na situação controle e após as corridas de 3, 5 e 7km.

Nota: **A** = comparação entre condição controle e corrida de 3km, **B** = comparação entre condição controle e corrida de 5km, **C** = comparação entre condição controle e corrida de 7km, **D** = comparação entre as corridas de 3km e 5km, **E** = comparação entre as corridas de 5km e 7km e **F** = comparação entre as corridas de 3km e 7km.

4.2 Resistência de força

O VT obtido nas condições 5km e 7km foram menores (11,8%, $p=0,016$ e 22,3%, $p<0,001$, respectivamente) quando comparados com a condição controle. Adicionalmente, o VT obtido na condição 7km foi menor em relação ao obtido nas condições 3km (14,4%, $p=0,006$) e 5km (11,9%, $p=0,038$). No entanto, não foram observadas diferenças no VT entre as condições 3km e controle (9,3%, $p=0,083$), tampouco entre as condições 5km e 3km (2,8%, $p=0,913$) (Figura 6).

Figura 6 – Volume total obtido no exercício *leg press* 45° na situação controle e após as corridas de 3, 5 e 7km.

Nota: * menor que a condição controle ($p<0,05$); # menor que as condições 3km e 5km ($p<0,05$).

A Figura 7 apresenta o desempenho individual dos sujeitos considerando o VT realizado no teste de resistência de força nas diferentes condições.

Figura 7 – Desempenho individual no teste de resistência de força considerando o volume total realizado no exercício *leg press* 45° na situação controle e após as corridas de 3, 5 e 7km.

Nota: **A** = comparação entre condição controle e corrida de 3km; **B** = comparação entre condição controle e corrida de 5km; **C** = comparação entre condição controle e corrida de 7km; **D** = comparação entre as corridas de 3km e 5km; **E** = comparação entre as corridas de 5km e 7km; **F** = comparação entre as corridas de 3km e 7km.

5 DISCUSSÃO

O presente estudo investigou o efeito do exercício aeróbio realizado com diferentes volumes no desempenho agudo de força dinâmica máxima e de resistência de força dos membros inferiores. Os resultados demonstraram que o desempenho de força dinâmica máxima não foi prejudicado pela realização prévia do exercício aeróbio, tampouco alterado pelo seu volume. Por outro lado, o desempenho da resistência de força foi prejudicado após realização do exercício aeróbio. Adicionalmente, a ocorrência desta interferência e sua magnitude dependeram do volume em que o exercício aeróbio foi realizado. Dessa maneira, a hipótese testada pelo presente estudo de que o maior volume de exercício aeróbio apresentaria uma maior interferência no desempenho de força máxima e de resistência de força quando comparado com o menor volume, foi parcialmente confirmada, uma vez que, a interferência negativa foi observada apenas na resistência de força.

A ausência de interferência no desempenho de força dinâmica máxima demonstrada pelo presente estudo pode ser devido à maneira em que a força foi mensurada. Os estudos que observaram interferência no desempenho de força máxima após a realização do exercício aeróbio mediram a força em exercício monoarticular (*e.g.* extensão de joelho) de maneira isométrica ou isocinética em diferentes velocidades de contração (ABERNETHY, 1993; BENTLEY; ZHOU; DAVIE, 1998; BENTLEY et al., 2000; LEVERITT; ABERNETHY, 1999). Enquanto que os estudos que não observaram a interferência utilizaram exercícios multiarticulares (*e.g.* *leg press* e agachamento) realizados de maneira dinâmica (DE SALLES PAINELLI et al., 2014; DE SOUZA et al., 2007). Dessa maneira, é possível especular que exercícios multiarticulares possam ser menos suscetíveis a interferência no desempenho de força máxima. Uma das possíveis explicações para isso, poderia ser o aumento de ativação dos músculos sinergistas em consequência da redução da ativação do músculo agonista que pode ocorrer em exercícios multiarticulares (BRENNECKE et al., 2009; GENTIL et al., 2007), contribuindo para que a tarefa de força fosse realizada. Assim, tornando-se mais difícil observar uma possível interferência no desempenho desta manifestação de força, que geralmente é avaliada em apenas um movimento (1RM). Contudo, no presente estudo não foi mensurada a ativação muscular, não permitindo confirmar esta possibilidade.

O mecanismo de fadiga predominantemente responsável pela interferência do TC também pode ajudar a melhor compreender a ausência de interferência no desempenho de força máxima. Existe um consenso na literatura de que a fadiga gerada pelo exercício aeróbio prévio prejudica apenas os grupamentos musculares envolvidos em ambas as atividades (aeróbio e força) (DE SALLES PAINELLI et al., 2014; DE SOUZA et al., 2007; REED; SCHILLING;

MURLASITS, 2013; SPORER; WENGER, 2003). Assim, sugerindo que os maiores prejuízos são de origem periférica. Sabendo que em tarefas de força máxima (baixo volume e alta intensidade) os principais estímulos e adaptações são de origem central (*e.g.* maior nível de recrutamento das unidades motoras e aumento da produção de força), ao passo que, em tarefas de resistência de força (maior volume com baixa ou moderada intensidade) os principais estímulos e adaptações são de origem periférica (*e.g.* maior acúmulo de metabólitos e aumento da massa muscular), seria razoável esperar que a interferência ocorresse apenas ou em maior magnitude no desempenho da resistência de força (DOCHERTY; SPORER, 2000). A fadiga periférica pode ocorrer devido a alterações nas estruturas musculares contráteis, reduções dos substratos energéticos (*e.g.* creatina fosfato e glicogênio) ou alterações metabólicas (*e.g.* incremento na concentração de lactato e concomitante queda de pH) (ENOKA; STUART, 1992; FITTS, 1994; GANDEVIA et al., 1998). Contudo, o presente estudo não avaliou os possíveis mecanismos de fadiga, não permitindo confirmar a predominância do mecanismo responsável pela interferência observada.

A interferência observada no desempenho da resistência de força está de acordo com os resultados das investigações que utilizaram protocolos similares aos do presente estudo para verificar o efeito do exercício aeróbico em ambas as manifestações de força (*i.e.* força máxima e resistência de força) (DE SALLES PAINELLI et al., 2014; DE SOUZA et al., 2007). No estudo de De Souza et al. (2007) e De Salles Painelli et al. (2014) após a realização do exercício aeróbico (5km corrida, a 90% do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ ou 1:1 min na $\dot{V}O_{2\text{máx}}$) o desempenho de força máxima foi avaliado no teste de 1RM e o da resistência de força avaliado durante séries de repetições máximas com peso correspondente a 80% 1RM no exercício *leg press* 45°. Semelhante ao presente estudo foram observadas reduções (~22-27%) apenas no desempenho da resistência de força. No entanto, o estudo de Leveritt e Abernethy (1999) demonstrou atenuações tanto no desempenho de força máxima (10-19%) quanto no de resistência de força (10-36%) após a realização do exercício aeróbico. Neste estudo o desempenho de força máxima foi mensurado no exercício extensão de joelho de maneira isocinética em diferentes velocidades de contração (60°.seg⁻¹ - 300°.seg⁻¹) e o de resistência de força em três séries de repetições máximas a 80% 1RM no exercício agachamento, testados durante a mesma sessão em ordem aleatória. Dessa maneira, é possível observar que os tipos de exercícios de força utilizados (*i.e.* isocinético e isoinercial) e a maneira de avaliar a força máxima (*i.e.* monoarticular e multiarticular) foram diferentes aos dos estudos que observaram interferência apenas na resistência de força. Portanto, os resultados divergentes podem ser devido às diferenças entre os tipos de exercícios

de força utilizados e a maneira de avaliar o desempenho de força máxima. Contudo, foi possível observar que a magnitude de interferência na resistência de força foi maior.

O presente estudo demonstrou redução no desempenho da resistência de força tanto após a corrida de 7km quanto após a corrida de 5km. A interferência observada após a corrida de 5km foi um resultado um pouco contraditório aos achados dos estudos com protocolos similares, uma vez que nesses estudos não foi observada interferência no desempenho da resistência de força após a corrida de 5km quando realizada de maneira contínua e intensidade moderada. Nos estudos de De Souza et al. (2007) e de De Salles Painelli et al. (2014) foram investigados o efeito da corrida de 5km contínua com intensidade moderada (90% Lan ou LV2) e da corrida de 5km intermitente com alta intensidade (1:1 min na $v\text{VO}_{2\text{máx}}$) no desempenho de força. Ambos os estudos observaram interferência apenas após o protocolo de exercício aeróbio intermitente com alta intensidade. Apesar dos protocolos de exercícios aeróbios e de força utilizados pelos estudos ser bastante semelhantes ao do presente estudo, é possível notar algumas discrepâncias que podem explicar a divergência entre resultados. No estudo de De Souza et al. (2007) o desempenho da resistência de força foi avaliado em apenas uma série de repetições máximas a 80% 1RM, ao passo que, o presente estudo avaliou em quatro séries de repetições máximas nesta mesma intensidade na tentativa de representar uma sessão de TF. Dessa maneira, podemos especular que protocolos de exercício aeróbio com volumes e intensidades moderados (~5km e 90% Lan) não são deletérios o suficiente para que seja possível notar a interferência em apenas uma série da sessão de TF. Entretanto, se for considerado o volume correspondente a uma sessão de TF (*i.e.* séries múltiplas) a interferência poderá ser observada.

Por outro lado, no estudo de De Salles Painelli et al. (2014) o desempenho da resistência de força também foi avaliado em quatro séries de repetições máximas a 80% 1RM e a interferência não foi observada após a corrida de 5km com intensidade moderada. Porém, neste estudo os critérios utilizados para determinar a intensidade do exercício aeróbio foram diferentes aos do presente estudo. Ambos os estudos utilizaram como referência o Lan dos participantes para prescrever a intensidade do exercício aeróbio. Entretanto, no estudo de De Salles Painelli et al. (2014) o Lan foi determinado através de variáveis respiratórias (*e.g.* ventilação pulmonar e volume de dióxido de carbono produzido) e os incrementos de velocidade do teste progressivo máximo para essa determinação ocorreram a cada um minuto, enquanto que, o presente estudo determinou através da cinética do lactato sanguíneo com incrementos de velocidade a cada três minutos. Embora alguns estudos tenham mostrado boa correlação entre o método ventilatório e o método pela cinética do lactato para determinar o

Lan (GASKILL et al., 2001; SOLBERG et al., 2005), existem críticas quanto à correspondência entre os métodos (BOSQUET; LÉGER; LEGROS, 2002), devido a análise ventilatória ser um método duplamente indireto de avaliação e apresentar um grau de subjetividade e dependência da interpretação dos avaliadores (GLADDEN et al., 1985; YEH et al., 1983). Além disso, dependendo da duração utilizada nos estágios do teste incremental (*e.g.* 1 ou 3 minutos) as intensidades correspondentes ao Lan podem ser diferentes (BENTLEY; MCNAUGHTON, 2003; KANG et al., 2001). Dessa maneira, o momento em que foi determinada a intensidade correspondente ao Lan entre os estudos podem ter sido diferentes, influenciando na magnitude de intensidade em que o exercício aeróbio foi realizado. Portanto, é possível especular que os indivíduos do presente estudo possam ter realizado o exercício aeróbio em intensidade mais elevada que a do estudo de De Salles Painelli et al. (2014), e consequentemente, ter contribuído para a ocorrência da interferência.

A velocidade média de corrida em que os participantes do estudo de De Salles Painelli et al. (2014) atingiram o Lan foi ~27% menor que ao do presente estudo (~8,3 km/h versus ~11,4 km/h). Com isso, a velocidade média de corrida realizada durante as condições experimentais pelos participantes do estudo de De Salles Painelli et al. (2014) também foi menor que ao do presente estudo (~7,5 km/h versus ~10,2 km/h). Contudo, não é possível saber se a diferença na velocidade média de corrida entre os estudos deve-se apenas pelo nível de aptidão física dos participantes ou se também pode ter sido influenciada pelas diferenças nos critérios de avaliação do Lan.

Outro aspecto que deve ser destacado é que no estudo de De Salles Painelli et al. (2014) os participantes foram suplementados com creatina ou placebo, devido a um dos objetivos do estudo ter sido verificar se a suplementação de creatina evitaria o efeito negativo de interferência do TC. Embora, os achados utilizados para comparar os estudos serem referentes aos do grupo placebo, só o fato dos participantes terem recebido um suplemento placebo pode ter influenciado nos resultados observados. A motivação gerada pela ingestão de uma substância placebo pode melhorar o desempenho resultando em efeitos positivos na tarefa avaliada (*e.g.* desempenho de força ou aeróbio) (BEEDIE; FOAD, 2009; POLLO; CARLINO; FABRIZIO, 2008). Dessa maneira, o efeito motivacional gerado pela suplementação do placebo pode ter contribuído para a ausência de interferência após a corrida de 5km realizada de maneira contínua e intensidade moderada no estudo de De Salles Painelli et al. (2014), possibilidade na qual, não houve no presente estudo.

Portanto, é possível que a maneira de avaliar o desempenho de força (*i.e.* séries únicas ou séries múltiplas), os critérios utilizados para prescrever a intensidade do exercício aeróbio e

a possibilidade de um efeito motivacional pela suplementação de uma substância placebo justifiquem a divergência de resultados entre os estudos.

Além disso, se for levado em consideração o tempo de realização (duração) dos exercícios aeróbios é possível perceber que a interferência observada após a realização da corrida de 5km não é tão contraditória assim. No estudo de Sporer e Wenger (2003) foi observada uma redução entre 9-25% no desempenho de força após a realização do exercício aeróbio com duração de 36 minutos e intensidade moderada (70% wVO₂máx). Semelhante ao estudo de Denadai, Corvino e Greco (2010), que também observou menor desempenho de força (7-16%) após a realização do exercício aeróbio com duração de ~31-36 minutos e intensidade moderada (95% Lan). Assim, ambos os estudos demonstraram existir efeito de interferência negativa no desempenho de força após a realização de um exercício aeróbio com duração e zona de intensidade próximas das utilizadas pelo presente estudo na corrida de 5km (~30 ± 5 minutos a 90% Lan).

Outro importante achado do presente estudo foi que a ocorrência e a magnitude da interferência no desempenho da resistência de força após a realização do exercício aeróbio foram dependentes do volume em que o exercício aeróbio foi realizado. O prejuízo observado no VT obtido após a corrida de 7km foi maior em relação ao observado após a corrida de 5km, comprovando que o maior volume do exercício aeróbio promove maior magnitude de interferência negativa no desempenho da resistência de força subsequente. Além disso, somente as corridas de 5km e 7km promoveram redução no VT da sessão de TF. Portanto, pode ser sugerido que o exercício aeróbio de baixo volume (~3km) realizado de maneira contínua e intensidade moderada não prejudica o VT de uma sessão de TF subsequente.

Esses resultados vão ao encontro das informações disponíveis na literatura. Dentre os estudos que investigaram os efeitos do exercício aeróbio com alto volume na função neuromuscular, os que utilizaram protocolos de maior volume ou duração foram os que apresentaram maior magnitude de interferência nos parâmetros neuromusculares (LEPERS et al., 2002; MILLET et al., 2003; PETERSEN et al., 2007; PLACE et al., 2004; ROSS et al., 2010). Os estudos de Ross et al. (2010) e Place et al. (2004) podem ser utilizados como exemplo para confirmar esta informação. No estudo de Ross et al. (2010), corredores treinados foram submetidos a 20km de corrida em velocidade auto-selecionável (~13,3km/h, duração média de 91 minutos), com testes neuromusculares a cada 5km (*i.e.* após 5, 10, 15 e 20km de corrida). Foram observadas reduções significantes da CVM (15%) e da ativação voluntária (13%) dos músculos extensores do joelho somente após os 20km. Na EMG do vasto lateral foram observadas reduções após 15km (18%) e após a corrida completa (20%). Enquanto que, no

estudo de Place et al. (2004) corredores e triatletas foram submetidos a cinco horas de corrida a 55% da velocidade aeróbia máxima (distância total de $52,5 \pm 2$ km), com testes neuromusculares a cada hora do exercício. Foram observadas reduções estatisticamente significantes da CVM, EMG do músculo vasto lateral e nível de ativação voluntária apenas a partir de quatro (26%, 50% e 12%, respectivamente) e cinco horas de atividade (28%, 45% e 16%, respectivamente) e após 30 minutos de recuperação (30%, 51% e 21%, respectivamente) do exercício aeróbio. Portanto, com esses dois estudos é possível observar que a magnitude de redução nos parâmetros neuromusculares (*i.e.* CVM, EMG e nível de ativação voluntária) foi maior após a realização do exercício aeróbio com maior duração (5 horas) em relação ao protocolo de menor duração (91 minutos) do exercício aeróbio (28%, 45% e 16% versus 15%, 20% e 13%). Além disso, os prejuízos na função neuromuscular foram maiores conforme aumentou a duração da atividade aeróbia.

Embora exista uma grande diferença entre os protocolos dos exercícios aeróbio e de força utilizados e no nível de treinamento dos participantes desses estudos comparados aos do presente estudo, foi possível observar o mesmo padrão de resposta. Ou seja, que maiores volumes de exercício aeróbio geram maiores magnitudes de interferência no desempenho de força. Contudo, não se sabe qual seria o mecanismo responsável pelo maior prejuízo no desempenho da resistência de força após o maior volume da atividade aeróbia observado pelo presente estudo. Apesar da ausência de dados sobre possíveis mecanismos, na literatura há indícios de que as alterações na função neuromuscular após a realização da atividade aeróbia de alto volume ocorrem devido a uma considerável redução na capacidade de ativação muscular, sugerindo importante participação de fadiga central (MILLET et al., 2003; MILLET; LEPERS, 2004). Ao passo que, após a realização de volumes menores do exercício aeróbio a magnitude de redução na capacidade de ativação muscular observada é menor ou até mesmo inexistente (PLACE et al., 2004; ROSS et al., 2012; THOMAS et al., 2015). Assim, indicando que os mecanismos que limitam a função neuromuscular após o exercício aeróbio podem ser diferentes entre as atividades de maior e menor volume (LEPERS et al., 2002; MILLET; LEPERS, 2004; MILLET; VLECK; BENTLEY, 2009). No entanto, essas observações foram feitas com o uso de exercícios aeróbios com volumes bastante elevados (*e.g.* 91 minutos de atividade ou corrida de 5 horas) e em indivíduos altamente treinados (*e.g.* corredores ou triatletas), não permitindo saber se essa resposta também ocorreria em volumes menores e em indivíduos com menor nível de treinamento. Assim, estudos futuros devem ser realizados investigando essa temática com a adição da avaliação da capacidade de ativação muscular para melhor compreender o fenômeno da interferência e seus possíveis mecanismos.

6 CONCLUSÃO

Em conclusão, o desempenho da resistência de força é prejudicado após a realização de um exercício aeróbico. Adicionalmente, a interferência negativa no VT de uma sessão de TF composta por quatro séries de repetições máximas a 80% 1RM ocorre apenas após exercícios aeróbicos com médio e alto volume (*e.g.* 5 e 7km). A magnitude desta interferência é maior após a corrida de 7km comparado a corrida de 5km, ou seja, a ocorrência e a magnitude da interferência no desempenho da resistência de força dependem do volume em que o exercício aeróbico é realizado. Por outro lado, corridas de até 7km realizadas de maneira contínua e intensidade moderada (*i.e.* 90% Lan) não prejudicam o desempenho de força dinâmica máxima subsequente. Diante desses resultados, sugere-se não realizar sessões de treino de resistência de força para membros inferiores logo após a realização do exercício aeróbico de médio ou alto volume (*e.g.* ~5 e 7km). Contudo, utilizar exercícios aeróbicos de baixo volume (*e.g.* ~3km) pode ser uma boa estratégia para minimizar ou evitar os efeitos negativos que podem ocorrer.

REFERÊNCIAS

- ABERNETHY, P. J. Influence of acute endurance activity on isokinetic strength. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 7, n. 3, p. 141-146, Aug 1993.
- AZEVEDO, L. F. et al. Exercise intensity optimization for men with high cardiorespiratory fitness. **Journal of Sports Sciences**, v. 29, n. 6, p. 555-561, Feb 2011.
- BEEDIE, C.; FOAD, A. J. The placebo effect in sports performance. **Sports Medicine**, v. 39, n. 4, p. 313-329, Apr 2009.
- BELL, G. J. et al. Effect of concurrent strength and endurance training on skeletal muscle properties and hormone concentrations in humans. **European Journal Applied Physiology**, v. 81, n. 5, p. 418-427, Feb 2000.
- BENTLEY, D. J.; ZHOU, S.; DAVIE, A. J. The effect of endurance exercise on muscle force generating capacity of the lower limbs. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 1, n. 3, p. 179-188, Sept 1998.
- BENTLEY, D. J. et al. Muscle activation of the knee extensors following high intensity endurance exercise in cyclist. **European Journal Applied Physiology**, v. 8, n. 14, p. 297-302, Jan 2000.
- BENTLEY, D. J.; MCNAUGHTON, L. R. Comparison of W peak, VO₂ peak and the ventilation threshold from two different incremental exercise tests: Relationship to endurance performance. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 6, n. 4, p. 422-435, Dec 2003.
- BOSQUET, L.; LÉGER, L.; LEGROS, P. Methods to determine aerobic endurance. **Sports Medicine**, v. 32, n. 11, p. 675-700, Feb 2002.
- BRENNECKE, A. et al. Neuromuscular activity during bench press exercise performed with and without the preexhaustion method. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 7, p. 1933-1940, Oct 2009.
- BROWN, L. E.; WEIR, J. P. ASEP procedures recommendation I: accurate assessment of muscular strength and power. **Journal of Exercise Physiology**, v. 4, n. 3, p. 1-21, Nov 2001.
- CADORE, E. L. et al. Strength prior to endurance intra-session exercise sequence optimizes neuromuscular and cardiovascular gains in elderly men. **Experimental Gerontology**, v. 47, n. 2, p. 164-169, Feb 2012.
- COFFEY, V. G.; HAWLEY, J. A. The molecular bases of training adaptation. **Sports Medicine**, v. 37, n. 9, p. 737-763, Sept 2007.
- COSTILL, D. L. et al. Adaptations in skeletal muscle following strength training. **Journal Applied Physiology**, v. 46, n. 1, p. 96-99, Jan 1979.
- CRAIG, B. W.; LUCAS, J.; POHLMAN, R. The effects of running, weightlifting and a combination of both on growth hormone release. **Journal of Applied Sport Science Research**, v. 5, n. 4, p. 198-203, Nov 1991.

DE SALLES PAINELLI, V. et al. Creatine supplementation prevents acute strength loss induced by concurrent exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v. 114, n. 8, p. 1749-1755, Aug 2014.

DE SOUZA, E. O. et al. Acute effect of two aerobic exercise modes on maximum strength and strength endurance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 21, n. 4, p. 1286-1290, Nov 2007.

DE SOUZA, E. O. et al. Molecular Adaptations to Concurrent Training. **International Journal of Sports Medicine**, v. 34, n. 3, p. 207, Mar 2013.

DE SOUZA, E. et al. Effects of concurrent strength and endurance training on genes related to myostatin signaling pathway and muscle fiber responses. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 11, p. 3215-3223, Nov 2014.

DENADAI, B. S. et al. Effects of high intensity running to fatigue on isokinetic muscular strength in endurance athletes. **Isokinetics Exercise Science**, v. 15, n. 4, p. 281-285, Jan 2007.

DENADAI, B. S.; CORVINO, R. B.; GRECO, C. C. Effect of a previous high intensity running exercise on isokinetic muscular strength in individuals with different training backgrounds. **Isokinetics and Exercise Science**, v. 18, n. 1, p. 15-21, Jan 2010.

DOCHERTY, D.; SPORER, B. A proposed model for examining the interference phenomenon between concurrent aerobic and strength training. **Sports Medicine**, v. 30, n. 6, p. 385-394, Dec 2000.

DUDLEY, G. A.; DJAMIL, R. Incompatibility of endurance and strength training modes of exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 59, n. 5, p. 1446-1451, Nov 1985.

ENOKA, R. M.; STUART, G. Neurobiology of muscle fatigue. **Journal of Applied Physiology**, v. 72, n. 5, p. 1631-1648, May 1992.

FITTS, R. H. Cellular mechanisms of muscle fatigue. **Physiological Reviews**, v. 74, n. 1, p. 49-94, Jan 1994.

GANDEVIA, S. C. Neural control in human muscle fatigue: changes in muscle afferents, moto neurones and moto cortical drive. **Acta Physiologica Scandinavica**, v. 162, n. 3, p. 275-283, Feb 1998.

GARBER, C.E. et al. 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**, v. 43, n. 7, p. 1334-1359, Jul 2011.

GASKILL, S. E. et al. Validity and reliability of combining three methods to determine ventilatory threshold. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 33, n. 11, p. 1841-1848, Nov 2001.

GENTIL, P. et al. Effects of exercise order on upper-body muscle activation and exercise performance. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 21, n. 4, p. 1082-1086, Nov 2007.

GERGLEY, J. C. Comparison of two lower-body modes of endurance training on lower-body strength development while concurrently training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 3, p. 979-987, May 2009.

GLADDEN, L. B. et al. Gas exchange and lactate anaerobic thresholds: inter-and intraevaluator agreement. **Journal of Applied Physiology**, v. 58, n. 6, p. 2082-2089, June 1985.

HAKKINEN, K. et al. Neuromuscular adaptations during concurrent strength and endurance training versus strength training. **European Journal Applied Physiology**, v. 89, n. 1, p. 42-52, Mar 2003.

HAWLEY, J. A. Molecular responses to strength and endurance training: Are they incompatible? **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 34, n. 3, p. 355-361, June 2009.

HECK, H. et al. Justification of the 4-mmol/l lactate threshold. **International Journal Sports Medicine**, v. 6, n. 3, p. 117-130, June 1985.

HENNESSY, L. C.; WATSON, A. W. S. The interference effects of training for strength and endurance simultaneously. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 8, n. 1, p. 12-19, Feb 1994.

HICKSON, R. C. Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance. **European Journal of Applied Physiology**, v. 11, n. 45, p. 255-263, Dec 1980.

HOLLOSZY, J. O.; COYLE, E. F. Adaptations of skeletal muscle to endurance exercise and their metabolic consequences. **Journal of Applied Physiology**, v. 56, n. 4, p. 831-838, Apr 1984.

HOWLEY E. T.; BASSET D. R., WELCH H. G. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 27, p. 1292-1301, Sept 1995.

KANG, J. et al. Physiological comparisons among three maximal treadmill exercise protocols in trained and untrained individuals. **European Journal of Applied Physiology**, v. 84, n. 4, p. 291-295, Apr 2001.

KRAEMER, W. et al. Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. **Journal of Applied Physiology**, v. 78, n. 3, p. 976-989, Mar 1995.

KRIEGER, J. W. Single vs. multiple sets of resistance exercise for muscle hypertrophy: a meta-analysis. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 4, p. 1150-1159, Apr 2010.

LAURSEN, P. B. Training for intense exercise performance: high-intensity or high-volume training? **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 20, n. 2, p. 1-10, Oct 2010.

LEPERS, R. et al. Evidence of neuromuscular fatigue of prolonged cycling exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 32, n. 11, p. 1880-1886, Nov 2000.

LEPERS, R. et al. Neuromuscular fatigue during a long-duration cycling exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 92, n. 4, p. 1487-1493, Apr 2002.

LEVERITT, M.; ABERNETHY, P. J. Acute effects of high intensity endurance exercise on subsequent resistance activity. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 13, n. 1, p. 47-51, Feb 1999.

LEVERITT, M. et al. Concurrent Strength and Endurance Training. A Review. **Sports Medicine**, v. 28, n. 6, p. 413-427, Dec 1999.

LEVERITT, M.; MACLAUGHLIN, H.; ABERNETHY, P. J. Changes in leg strength 8 and 32 h after endurance exercise. **Journal of Sports Sciences**, v. 18, n. 11, p. 865-871, Nov 2000.

McCARTHY, J. P.; POZNIAK, M. A.; AGRE, J. C. Neuromuscular adaptations to concurrent strength and endurance training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 34, n. 3, p. 511-519, Mar 2002.

MILLET, G. Y. et al. Mechanisms contributing to knee extensor strength loss after prolonged running exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 94, n. 1, p. 193-198, Jan 2003.

MILLET, G. Y.; LEPERS, R. Alterations of Neuromuscular Function after Prolonged Running, Cycling and Skiing Exercises. **Sports Medicine**, v. 34, n. 2, p. 105-116, Feb 2004.

MILLET, G. Y.; VLECK, V. E.; BENTLEY, D. J. Physiological differences between cycling and running. **Sports Medicine**, v. 39, n. 3, p. 179-206, Mar 2009.

NADER, G. A. Concurrent Strength and Endurance Training: From Molecules to Man. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 38, n. 11, p. 1965-1970, Nov 2006.

NELSON, A. G. et al. Consequences of combining strength and endurance training regimens. **Physical Therapy**, v. 70, n. 5, p. 287-294, May 1990.

PANISSA, V. L. G. et al. Effects of interval time between high-intensity intermittent aerobic exercise on strength performance: analysis in individuals with different training background. **Journal of Human Sport and Exercise**, v. 7, n. 4, p. 815-825, 2012.

PANISSA, V. L. G. et al. Acute Effect of High-Intensity Aerobic Exercise Performed on Treadmill and Cycle Ergometer on Strength Performance. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 4, p. 1077-1082, Apr 2015.

PETERSEN, K. et al. Muscle mechanical characteristics in fatigue and recovery from a marathon race in highly trained runners. **European Journal of Applied Physiology**, v. 101, n. 3, p. 385-396, Oct 2007.

PLACE, N. et al. Time course of neuromuscular alterations during a prolonged running exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n. 8, p. 1347-1356, Aug 2004.

POLLO, A.; CARLINO, E.; BENEDETTI, F. The top-down influence of ergogenic placebos on muscle work and fatigue. **European Journal of Neuroscience**, v. 28, n. 2, p. 379-388, Jul 2008.

- PUTMAN, C. T. et al. Effects of strength, endurance and combined training on myosin heavy chain content and fibre type distribution in humans. **European Journal Applied Physiology**, v. 92, n. 4, p. 376-384, Aug 2004.
- REED, J. P.; SCHILLING, B. K.; MURLASITS, Z. Acute neuromuscular and metabolic responses to concurrent endurance and resistance exercise. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n. 3, p. 793-801, Mar 2013.
- ROBBINS, D. W.; MARSHALL, P. W.; MCEWEN, M. The effect of training volume on lower-body strength. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n. 1, p. 34-39, Jan 2012.
- ROSS, E. Z. et al. Time Course of Neuromuscular changes during Running in Well-Trained Subjects. **Medicine Science in Sports and Exercise**, v. 42, n. 6, p. 1184-1190, June 2010.
- SALE, D. G. et al. Interaction between concurrent strength and endurance training. **Journal of Applied Physiology**, v. 68, n. 1, p. 260-270, Jan 1990.
- SCHOENFELD, B. J. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 10, p. 2857-2872, Oct 2010.
- SHAW, B. S.; SHAW, I.; BROWN, G. A. Comparison of resistance and concurrent resistance and endurance training regimes in the development of strength. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 9, p. 2507-2514, Dec 2009.
- SILVA, R. F. et al. Concurrent training with different aerobic exercises. **International Journal of Sports Medicine**, v. 33, n. 8, p. 627-634, Aug 2012.
- SPORER, B. C.; WENGER, H. A. Effects of aerobic exercise on strength performance following various periods of recovery. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 17, n. 4, p. 638-644, Nov 2003.
- SOLBERG, G. et al. Respiratory gas exchange indices for estimating the anaerobic threshold. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 4, n. 1, p. 29, Mar 2005.
- SOONESTE, H. et al. Effects of training volume on strength and hypertrophy in young men. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n. 1, p. 8-13, Jan 2013.
- THOMAS, K. et al. Central and Peripheral Fatigue in Male Cyclists after 4-, 20-, and 40-km Time Trials. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 47, n. 3, p. 537-546, Mar 2015.
- WILSON, J. M. et al. Concurrent training: a meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercises. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n. 8, p. 2293-2307, Aug 2012.
- YEH, M. P. et al. Anaerobic threshold: problems of determination and validation. **Journal of Applied Physiology**, v. 55, n. 4, p. 1178-1186, Oct 1983.

ANEXOS

Anexo 1 – Termo de consentimento livre e esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**I - DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL****1. DADOS DO INDIVÍDUO**

Nome completo _____

Sexo ☐ Masculino
☐ Feminino

RG _____

Data de nascimento _____

Endereço completo _____

CEP _____

Fone _____

e-mail _____

2. RESPONSÁVEL LEGAL

Nome completo _____

Natureza (grau de parentesco, tutor, curador, etc.) _____

Sexo ☐ Masculino
☐ Feminino

RG _____

Data de nascimento _____

Endereço completo _____

CEP _____

Fone _____

e-mail _____

II - DADOS SOBRE A PESQUISA CIENTÍFICA**1. Título do Projeto de Pesquisa**

Efeito agudo do exercício aeróbico com diferentes volumes no desempenho de força em indivíduos fisicamente ativos

2. Pesquisador Responsável

Valmor Tricoli

3. Cargo/Função

Diretor

4. Avaliação do risco da pesquisa:

☐ RISCO MÍNIMO ☒ RISCO BAIXO ☐ RISCO MÉDIO ☐ RISCO MAIOR

(probabilidade de que o indivíduo sofra algum dano como consequência imediata ou tardia do estudo)

5. Duração da Pesquisa

6 semanas

III - EXPLICAÇÕES DO PESQUISADOR AO INDIVÍDUO OU SEU REPRESENTANTE LEGAL SOBRE A PESQUISA, DE FORMA CLARA E SIMPLES, CONSIGNANDO:

1. Justificativa e os objetivos da pesquisa:

O objetivo deste estudo é investigar o efeito do exercício aeróbio realizado com diferentes volumes no desempenho agudo de força máxima, de resistência de força e no nível de ativação dos músculos extensores do joelho. O conhecimento do efeito agudo que o volume do exercício aeróbio pode ter sobre o desempenho de força subsequente, poderá auxiliar na organização e na prescrição de sessões de Treinamento Concorrente minimizando os efeitos negativos que podem ocorrer, contribuindo para um maior ganho de força e hipertrofia muscular ao longo do processo de treinamento.

2. Procedimentos que serão utilizados e propósitos, incluindo a identificação dos procedimentos que são experimentais:

Você será submetido a 11 sessões divididas em duas fases. Na primeira fase serão realizadas cinco sessões: a primeira sessão será destinada a coleta dos dados antropométricos (massa corporal e estatura) e determinação do limiar anaeróbio (Lan), feito através de um teste de corrida até a exaustão em esteira. No final de cada estágio de três minutos deste teste, 25 µl de sangue serão retirados do lóbulo da sua orelha para medir a concentração de lactato sanguíneo. Durante o teste a intensidade do exercício começará com um nível baixo e avançará por estágios até que seja levado à exaustão. A segunda e terceira sessões serão destinadas as familiarizações com teste do nível de ativação muscular e o teste de força dinâmica máxima (1RM). O teste do nível de ativação muscular consistirá em estímulos elétricos aplicados sobre o músculo quadríceps por meio de eletrodos auto-adesivos fixados na coxa para mensurar a sua capacidade de ativar os músculos extensores do joelho. O teste de 1RM consistirá na obtenção da máxima quantidade de peso que pode ser levantada em um ciclo completo de movimento no exercício *leg press 45°*. Será realizado um aquecimento com carga moderada e subsequente tentativas com cargas mais pesadas. Na quarta sessão serão realizados o teste do nível de ativação muscular e o teste de 1RM. Na quinta sessão será realizado o teste do nível de ativação muscular e o teste de resistência de força composto por quatro séries de repetições máximas a 80% 1RM no exercício *leg press 45°*. Na segunda fase serão realizadas as sessões experimentais: três sessões de exercício aeróbio com corrida em esteira de volumes distintos (3km, 5km e 7km) seguidas pelo teste de 1RM e outras três sessões de exercício aeróbio com os volumes distintos seguidas pelo teste de resistência de força. O teste do nível de ativação muscular será realizado em todas as sessões experimentais, sendo realizado antes da corrida, logo após a corrida (antes do teste de 1RM ou resistência de força) e logo após os testes de força.

3. Desconfortos e riscos esperados:

O voluntário poderá sentir um pouco de dor muscular tardia (24-72 horas após) decorrente dos esforços realizados nas sessões de testes.

4. Benefícios que poderão ser obtidos:

Não haverá compensação financeira pela sua participação neste estudo. Contudo, receberá um relatório completo sobre seu desempenho obtido durante as sessões de testes.

5. Procedimentos alternativos que possam ser vantajosos para o indivíduo:

Não será possível realizar qualquer procedimento alternativo em substituição aos procedimentos acima mencionados.

IV - ESCLARECIMENTOS DADOS PELO PESQUISADOR SOBRE GARANTIAS DO SUJEITO DA PESQUISA:

O pesquisador responsável pelo estudo se coloca a disposição para esclarecer a qualquer momento, as possíveis dúvidas sobre os procedimentos, riscos e benefícios proporcionados pelo estudo. Além disso, a sua participação é voluntária e tem o direito de se retirar por qualquer razão a qualquer momento do estudo sem que isso lhe proporcione qualquer prejuízo ou transtorno. As informações obtidas durante o estudo ficarão guardadas sob sigilo e privacidade absolutos. Em caso de qualquer emergência médica, ou lesão decorrente das sessões experimentais, os responsáveis pelo estudo lhe acompanharão ao Hospital Universitário (HU) que se localiza na Av. Prof. Lineu Prestes, 2565 - Cidade Universitária- Fone: 3039-9468 e garantirão o seu atendimento.

V - INFORMAÇÕES DE NOMES, ENDEREÇOS E TELEFONES DOS RESPONSÁVEIS PELO ACOMPANHAMENTO DA PESQUISA, PARA CONTATO EM CASO DE INTERCORRÊNCIAS CLÍNICAS E REAÇÕES ADVERSAS.

Este estudo será conduzido pela Profª Natalia Ribeiro da Silva, Mestranda da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo e integrante do GEPAN (Grupo de Estudo e Pesquisa das Adaptações Neuromusculares ao Treinamento de Força) da mesma instituição, coordenado pelo pesquisador responsável desse projeto, Professor Doutor Valmor Tricoli. Endereço Av. Profº Mello Moraes, nº 65, Butantã, São Paulo, CEP: 05508-900. Em caso de necessidade, você poderá entrar em contato com a Natalia pelo telefone: 97211 1914, ou com o Prof. Valmor pelo telefone: 3091-2139.

VI. - OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

Nenhuma

VII - CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO

Declaro que, após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar do presente Projeto de Pesquisa.

São Paulo, ____/____/____

assinatura do sujeito da pesquisa
ou responsável legal

assinatura do pesquisador
(carimbo ou nome legível)

Anexo 2 - Aprovação dos procedimentos do estudo pelo comitê de ética local

ESCOLA DE EDUCAÇÃO
FÍSICA E ESPORTE DA
UNIVERSIDADE DE SÃO

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Efeito agudo do exercício aeróbico com diferentes volumes no desempenho de força em indivíduos fisicamente ativos

Pesquisador: Valmor Alberto Augusto Tricoli

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 39648114.6.0000.5391

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE DE SAO PAULO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 966.110

Data da Relatoria: 26/02/2015

Apresentação do Projeto:

O treinamento concorrente pode resultar em atenuações nos ganhos de força e hipertrofia muscular em longo prazo, efeito conhecido como interferência. Pretende-se no presente estudo, verificar se o exercício aeróbico com volumes próximos aos utilizados por grande parte dos indivíduos causaria os mesmos prejuízos no desempenho de força e função neuromuscular.

Objetivo da Pesquisa:

Verificar o efeito do exercício aeróbico realizado com diferentes volumes no desempenho agudo de força máxima, de resistência de força e no nível de ativação dos músculos extensores do joelho.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos envolvidos no protocolo são baixos, relacionados à possível dor muscular decorrente dos esforços realizados. Os participantes receberão um relatório sobre o seu desempenho nos testes.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O estudo está bem fundamentado com racional claro e poderá trazer informações importantes sobre a prescrição de treinamento físico concorrente, visando minimizar os efeitos da interferência do treinamento aeróbico no desempenho de força. Para tanto, serão avaliados 18 homens ativos, com idade entre 18 e 30 anos, com experiência prévia em treinamento aeróbico e de força. Os participantes realizarão avaliação antropométrica, avaliação do limiar de lactato sanguíneo, teste

Endereço: Av. Profº Mello Moraes, 65

Bairro: CIDADE INTERCAP

CEP: 06.757-060

UF: SP

Município: TABOAO DA SERRA

Telefone: (11)3091-3097

Fax: (11)3812-4141

E-mail: cep39@usp.br

ESCOLA DE EDUCAÇÃO
FÍSICA E ESPORTE DA
UNIVERSIDADE DE SÃO

Continuação do Parecer: 966.110

de força máxima (1RM), avaliação do nível de ativação muscular por meio de estímulos elétricos aplicados sobre o músculo quadríceps e sessões de exercício aeróbio em esteira, com diferentes volumes (3km, 5km e 7km).

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido está claro e adequado aos participantes.

Recomendações:

Incluir a aluna Natalia Ribeiro da Silva como participante da pesquisa no Formulário da Plataforma Brasil

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O projeto pode ser considerado aprovado.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

TABOAO DA SERRA, 26 de Fevereiro de 2015

Assinado por:
Maria Augusta Peduti Dal'Molin Kiss
(Coordenador)

Endereço: Av. Profº Mello Moraes, 65

Bairro: CIDADE INTERCAP

CEP: 06.757-060

UF: SP

Município: TABOAO DA SERRA

Telefone: (11)3091-3097

Fax: (11)3812-4141

E-mail: cep39@usp.br