

O TIPO DE EXERCÍCIO AERÓBIO PRÉVIO IMPACTA NEGATIVAMENTE NO TREINAMENTO RESISTIDO?

Paulo Sérgio Cardoso Júnior¹
Leonardo Coelho Rabello de Lima²
Thiago Mattos Frota de Souza³
Túlio Banja¹
Claudio Oliveira Assumpção^{4,5}

¹Instituto de Educação Física e Esportes da Universidade Federal do Ceará, IEFES-UFC, Fortaleza, CE;

²Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, EEFERP-USP, Ribeirão Preto, SP;

³Laboratório de Cinesiologia Aplicada, Escola de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, LCA-UNICAMP, Campinas, SP;

⁴Departamento de Ciências do Esporte (DCE) da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), Uberaba, MG;

⁵Grupo de Pesquisas em Ciência do Exercício, Saúde e Desempenho Humano/UFTM, Uberaba, MG.

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito agudo de dois protocolos de treinamento concorrente [treinamento de endurance intervalado de alta intensidade + treinamento resistido (TR) e treinamento de endurance contínuo de intensidade moderada + TR] sobre o desempenho no TR. O estudo utilizou um design crossover, onde 12 homens adultos (idade $27,2 \pm 9,5$ anos; massa corporal $78,7 \pm 10,7$ Kg; estatura $1,7 \pm 0,1$ metros; percentual de gordura $16,2 \pm 5,3\%$) treinados em força, mas não em endurance, participaram do estudo realizando um total de 3 sessões. Uma primeira sessão para avaliação da composição corporal e testes iniciais de força máxima e velocidade de pico, e outras duas sessões de intervenção. A primeira sessão de intervenção foi composta por um treinamento de endurance intervalado de alta intensidade seguido por um protocolo de treinamento resistido (TAIAI + TR); e a segunda sessão de intervenção foi composta por um treinamento de endurance contínuo de intensidade moderada, seguido pelo mesmo protocolo de treinamento de força utilizado na sessão anterior (TACIM + TR). Houve diferença para volume total de treino (VTT) e percepção subjetiva de desconforto (PSD) entre as sessões ($p < 0,05$). Para a percepção subjetiva de esforço (PSE) houve diferença somente entre os tipos de exercício de endurance. Tais resultados apontam que o TAI AI realizado antes do TR pode diminuir o desempenho de força no TR e aumentar o desconforto percebido de homens adultos treinados em força.

Palavras-chave: Treinamento Concorrente. Treinamento Intervalado. Interferência Aguda.

DOES PRIOR AEROBIC EXERCISE TYPE IMPACT NEGATIVELY ON RESISTANCE TRAINING?

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the acute effect of two concurrent training protocols [high-intensity interval endurance training + resistance training (RT) and moderate-intensity continuous endurance training + RT] on performance RT protocol. The study used a crossover design, in which five men (age $27,2 \pm 9,5$ years, body mass $78,7 \pm 10,7$ Kg, height $1,7 \pm 0,1$ m, percentage of fat $16,2 \pm 5,3\%$) trained in strength, but not in endurance, participated in the study by performing 3 sessions in total. One first session to assess body composition and initial tests of maximum strength and peak velocity, and the other two intervention sessions. The first intervention session consisted of high intensity interval endurance training followed by a resistance training protocol (TAIAI + RT); and the second intervention session consisted of moderate intensity continuous endurance training, followed by the same strength training protocol used in the previous session (TACIM + RT). There was significant difference for total training volume (VTT) and subjective perception of discomfort (PSD) between sessions ($p < 0.05$). For the subjective perception of effort (PSE) there was significant difference only between the types of endurance exercise. These results indicate that TAI AI performed before RT can decrease strength performance and increase perceived discomfort in strength-trained adult men.

Keywords: Concurrent Training. Interval Training. Acute Interference.

INTRODUÇÃO

No cenário esportivo mundial, tanto em esportes individuais quanto nos coletivos, é habitual atletas apresentarem níveis elevados de desempenho em diferentes capacidades físicas, tendo eles que expressar força, resistência e velocidade, dentre outras valências, em diferentes momentos e formas durante as competições (DE SOUZA *et al.*, 2007). Além disso, o conturbado calendário de competições em muitas modalidades atualmente não permite que o atleta tenha tempo hábil para treinar as capacidades físicas isoladamente.

O treinamento concorrente (TC) é o nome utilizado para descrever a associação entre o treinamento resistido (TR) e o treinamento aeróbio (TA) dentro de um mesmo programa de exercícios (SABAG *et al.*, 2018). Este método de treinamento vem sendo amplamente utilizado por promover melhores resultados para diferentes objetivos, como o aumento da força e da capacidade aeróbia simultaneamente, sendo comum o seu uso no mundo desportivo (DE SOUZA *et al.*, 2007). Além disso, o treinamento concorrente também melhora a massa muscular e força, potência aeróbia e capacidade funcional em idosos, podendo diminuir os níveis de inflamação sistêmica.

No entanto, o uso do TC composto por TA + TR pode levar a uma atenuação nas adaptações do TR, pela possível existência de um efeito de interferência do TA no TR (WILSON *et al.*, 2012). Diante disso, alguns estudos tentaram elucidar como esse efeito se manifesta, quais variáveis contribuem e quais são atenuadas com a aplicação deste tipo de treinamento (LEVERITT *et al.*, 1999; WILSON *et al.*, 2012; SABAG *et al.*, 2018).

Estudos que analisaram esses efeitos agudamente, apresentam resultados conflitantes, com alguns estudos apontando que tais adaptações podem ser negativas (LEVERITT; ABERNETHY, 1999; COFFEY *et al.*, 2009), semelhantes (DE SOUZA *et al.*, 2007) ou até superiores (PUGH *et al.*, 2015) para o TC em relação ao TR isolado.

Contudo, quando nos perguntamos sobre os efeitos agudos desta metodologia sobre o volume total de treino (VTT), percepção subjetiva de esforço (PSE) e percepção subjetiva de desconforto (PSD) os estudos são escassos e com resultados controversos e/ou inconclusivos. Diante das lacunas ainda inexploradas e divergências nos resultados até aqui apresentados pela literatura existente, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito agudo de dois protocolos de TC [treinamento de endurance intervalado de alta intensidade (TAIAI) + TR e treinamento de endurance contínuo de intensidade moderada (TACIM) + TR] sobre o desempenho no TR.

A hipótese testada foi que ambos os protocolos, TAI AI + TR e TACIM + TR, não apresentariam diferenças significativas entre si em relação ao VTT, mas que no protocolo composto por TAI AI + TR encontraríamos uma maior PSE e PSD em relação ao protocolo TACIM + TR, por conta de uma maior fadiga periférica advinda dos esforços intensos do protocolo de TAI AI.

Com isso, esperamos contribuir com maiores esclarecimentos sobre o TC e suas possíveis interferências no desempenho para que, tanto praticantes de TF quanto atletas de modalidades em geral que utilizem do TC em suas periodizações, possam controlar melhor seu programa de treinamento e obter melhores resultados.

MÉTODOS

AMOSTRA

Para a realização do estudo foram elegíveis 12 voluntários adultos fisicamente ativos do sexo masculino e com experiência em treinamento resistido (idade: $27,2 \pm 9,5$ anos, massa corporal: $78,7 \pm 10,7$ kg, estatura: $1,7 \pm 0,1$ metros, percentual de gordura corporal: $16,2 \pm 5,3\%$). Os critérios de inclusão obedeceram aos seguintes requisitos: (1) indivíduos que praticassem treinamento resistido, pelo menos três vezes por semana, há no mínimo seis meses; (2) mas que não realizassem em sua rotina de treino exercícios de endurance regularmente; (3) não possuísem nenhuma doença cardíaca ou metabólica. Adicionalmente, os critérios de exclusão utilizados foram: (1) apresentar lesões osteomioarticulares nos últimos seis meses que impediam e ou limitavam a realização do protocolo experimental; (2) fazer uso de recurso ergogênico; (3) apresentar obesidade superior a 30% de gordura e/ou Índice de Massa Corporal > 30 kg/m²; (4) responder positivamente a pelo menos 1 item do questionário PAR-Q; (5) fazer uso de tabaco e álcool; (6) queixar-se de dor referida da coluna, quadril e tornozelo no dia da avaliação; (7) não participar dos protocolos experimentais e das coletas de dados realizadas nos períodos propostos.

Antes de participarem dos procedimentos previstos nesta pesquisa, todos os participantes foram totalmente informados sobre os objetivos, métodos do estudo, todos os benefícios e possíveis riscos que poderiam ocorrer durante e após a intervenção, e então, solicitada a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Os dados foram coletados seguindo os princípios éticos estabelecidos na Declaração de Helsinki proposta pela Associação Mundial de Médicos (Declaração de Helsinki, 1975), o protocolo do estudo foi realizado de acordo com a Resolução n.º 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), que estabelece as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos, sendo aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Federal do Ceará UFC/PROPEAQ sob o parecer nº 3.066.301.

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O presente estudo caracteriza-se por uma pesquisa de caráter quantitativo descritivo a partir de um modelo crossover. Os voluntários compareceram três vezes (uma sessão para avaliação da composição corporal e realização de testes físicos, e duas outras sessões de TC não consecutivas) ao laboratório de biomecânica do Instituto de Educação Física e Esportes (IEFES), localizado na Universidade Federal do Ceará (UFC), sempre no mesmo período do dia, para evitar influência em decorrência do ciclo circadiano. Visando diminuir os erros de avaliação, foram adotadas as seguintes padronizações. Para todos os testes de controle foram mantidos o avaliador (evitando erro interavaliadores), local, horário, aquecimento e sequência. Foram utilizados sempre os mesmos instrumentos de medidas.

Na primeira sessão foram coletadas as medidas de massa corporal, estatura, percentual de gordura, força máxima e velocidade de pico para a caracterização da amostra. Na segunda sessão (SESSÃO A de intervenção) os participantes realizaram protocolo TAIAI + TR. Na sessão seguinte (SESSÃO B de intervenção) realizaram protocolo TACIM + TR. O protocolo de TR foi o mesmo para ambas as sessões, sendo realizado cinco minutos após o TA. Foram respeitadas no mínimo 48 horas de intervalo entre as sessões, visto que é habitual na área do treinamento a utilização de 48-72 horas de intervalo entre sessões de testes físicos para evitar a interferência nas sessões subsequentes. Adicionalmente, recomendou-se aos participantes que evitassem com seus hábitos de vida normalmente e caso fizessem o consumo de álcool, ergogênico, ou realizassem exercício extenuante seriam excluídos da amostra do estudo. Todos os participantes foram encorajados verbalmente durante todas as sessões.

PROTOCOLO DOS TESTES

Composição Corporal

As variáveis antropométricas massa corporal (kg) e estatura (metros) foram mensuradas com a utilização de uma balança antropométrica digital com estadiômetro graduado em centímetros (Líder® modelo P-200 C). Para a leitura dos valores assumidos, os voluntários permaneceram em pé na posição ortostática, eretos e com o plano de Frankfurt paralelo ao solo, distribuindo o peso do corpo igualmente entre ambos os pés descalços, que estavam sobre a plataforma da balança.

Para a predição dos valores de densidade corporal foi utilizada a equação de somatória de três dobras cutâneas de Jackson e Pollock. Foi realizada a mensuração da espessura das dobras cutâneas torácica, abdominal e da coxa por meio da utilização de um adipômetro com precisão de 0,1 mm (Cescorfi® Mitutoyo, BVE973) posicionado perpendicularmente à dobra. Para o acesso à dobra torácica, foi medida obliquamente em relação ao eixo longitudinal, determinada no ponto médio à linha axilar anterior e o mamilo; para a dobra abdominal, foi medida aproximadamente a dois centímetros à direita da cicatriz umbilical, paralelamente ao eixo longitudinal; e finalmente para a dobra da coxa, foi determinada paralelamente ao eixo longitudinal, sobre o músculo reto femoral, no ponto médio entre o ligamento inguinal e a borda superior da patela. Todas as medidas foram realizadas no antímero direito. As dobras cutâneas foram pinçadas com os dedos polegar e indicador, procurando-se distinguir o tecido adiposo subcutâneo do músculo subjacente, mantendo o pinçamento por até quatro segundos para a realização da leitura. Todas as dobras foram mensuradas em triplicata e de maneira rotacional, visando não viciar a dobra e influenciar a obtenção da medida com valores suprimidos na última mensuração quando comparado com a primeira tomada da medida. Foi considerando a média obtida nas três mensurações como valor final.

Teste de 1 repetição máxima (1RM)

Todos os sujeitos realizaram o teste de 1RM nos exercícios puxador frente, leg press 45° e supino reto. A escolha desses exercícios e desse teste se deu com base nas recomendações verificadas em estudos prévios amplamente divulgados na literatura científica atual. Antes do início dos testes informamos os participantes a respeito dos procedimentos do teste e sobre a técnica adequada para cada exercício. Antes de cada teste os participantes realizaram uma atividade preparatória composta de 2 séries de 10 repetições com uma carga estimada para estar entre 30% e 50% de seu 1RM, com 90 segundos de descanso passivo entre as séries do aquecimento. Cada indivíduo iniciou a primeira tentativa do teste com uma carga estimada em aproximadamente 90% de 1RM, a cada tentativa bem-sucedida era acrescentado um incremento de 3-5% da carga, caso a tentativa seguinte tenha sido falha, removia-se carga e após o intervalo de descanso, uma nova tentativa era feita. Após a segunda tentativa falha, a última carga levantada com sucesso era considerada o 1RM do voluntário. Foram respeitados 3 minutos de descanso passivo entre uma tentativa e outra do teste. A carga máxima foi determinada respeitando o máximo de cinco tentativas.

Teste Incremental de Velocidade de Pico (VP)

Foi realizado um teste incremental até a exaustão em esteira rolante elétrica (modelo Profissional RT250 ©MOVEMENT - Equipamentos Fitness) pelo protocolo adaptado de Conconi, o qual consistiu em um aquecimento prévio de cinco minutos com velocidade entre 5 e 6,5 km/h seguido de múltiplos estágios com 1 minuto de duração. O teste inicia-se em uma velocidade de 7 km/h e inclinação mantida constante em 0% (plano). Foram realizados incrementos graduais de 1 km/h na velocidade da esteira a cada estágio de 1 minuto até a exaustão voluntária. A frequência cardíaca monitorada por telemetria (Polar Vantage NV, Polar Electro Fitness Technology, Kempele, Finland) foi anotada no final de cada carga e utilizada concomitantemente com a PSE. O teste era encerrado quando o voluntário não conseguisse manter o ritmo da corrida e optasse de forma voluntária pelo término do teste. Adicionalmente, para confirmar se o voluntário atingiu o desempenho máximo, foram verificados (1) se a frequência cardíaca (FC) ao final do teste se encontrava acima de 95% da máxima predita pelo protocolo de Tanaka onde a $FC_{máx.}$ é obtida pela equação: $208 - (0,7 \times idade)$; (2) se a percepção subjetiva de esforço atingiu o indicador 9 (escala de 1-10). A velocidade final do último estágio concluído era definida como a velocidade de pico.

Protocolo de Treinamento Resistido (TR)

O protocolo de TR consistiu em três séries por exercício a 75% de 1RM, totalizando nove séries. Os exercícios foram puxador frente, leg press 45° e supino reto realizados nesta ordem respectivamente, com dois minutos de descanso passivo entre as séries. Os sujeitos foram orientados a realizar o movimento até a falha muscular concêntrica, realizando o máximo de repetições possíveis e mantendo a técnica adequada para cada exercício. Os voluntários receberam incentivos verbais ao longo da realização de todos os exercícios.

O VTT (em kg) por exercício foi calculado multiplicando-se a soma total de repetições em cada exercício pela carga levantada no mesmo. O VTT de cada sessão foi calculado somando o VTT de cada exercício da sessão.

Protocolos do Treinamento Aeróbio

O protocolo TAIAl foi realizado no mesmo ergômetro em que foi realizado o teste de VP e era composto por seis séries de 1 minuto em uma intensidade de 120%VP, com 1 minuto de intervalo passivo entre as séries, totalizando 11 minutos (estímulos + pausa).

Da mesma forma, o protocolo TACIM foi realizado no mesmo equipamento que o protocolo TAIAl, em uma intensidade de 80%VP. Ambos os protocolos foram equalizados, respeitando a mesma distância percorrida ao final dos 2 protocolos, desta forma o TACIM teve uma duração total de 9 minutos independente da VP atingida no teste por cada participante.

Percepção Subjetiva de Esforço (PSE) e Percepção Subjetiva de Desconforto (PSD)

A escala de PSE que foi usada neste estudo foi adaptada da Escala de Borg, graduada de 0 a 10, onde 1 representaria uma condição de esforço “muito, muito fácil”, e chegando a 9 como sendo uma condição “muito, muito difícil” e 10 representando a “exaustão total”. Nos protocolos de exercício de endurance ela foi aplicada 2 minutos após o final dos mesmos e no protocolo de exercício resistido ela foi aplicada 1 minuto após o final da terceira série de cada exercício. Para os voluntários, em relação à PSE, foram dadas as seguintes orientações antes dos exercícios: “A escala começa no 0, o qual é definido como nenhum grau de esforço necessário para determinada tarefa, que pode ser comparado com sua percepção de esforço sentado na máquina, mas permanecendo sem movimento. A escala vai até 10 que é percebido como um esforço máximo realizado que pode ser comparado a sua percepção de esforço quando, apesar de estar dando seu máximo, não conseguir realizar completamente a tarefa tentada.

A escala de PSD utilizada para avaliar o nível de desconforto foi a proposta por Fisher e Steele (2017), a qual é graduada de 0 a 10, sendo 0 a condição de nenhum esforço e 10 sendo o máximo nível de desconforto suportado. Foram dados aos voluntários as seguintes informações a respeito da PSD: ‘A escala tem início em 0, o qual é definido como nenhum grau de desconforto, que pode ser comparado com um momento que você não sente desconforto nenhum relacionado a tarefa. A escala tem seu término em 10, que é tido como a máxima percepção de desconforto, que pode ser comparado a uma percepção de desconforto que você não pode imaginar as sensações relacionadas à tarefa caso ela fosse mais intensa’. A PSD foi aplicada concomitante a PSE.

Análise Estatística

Os dados são apresentados como média \pm desvio padrão. O teste de “Shapiro-Wilk” foi conduzido para examinar se os dados cumpriam as suposições de normalidade de distribuição. Atendidas as suposições de normalidade, *test t* de amostras dependentes foi utilizado para comparar os participantes entre as condições. Para variáveis ordinais o teste de Wilcoxon foi usado para comparar os participantes entre tais condições.

Todas as análises foram realizadas no programa *Statistical Package for Social Sciences*® (SPSS Inc., Chicago, IL, USA), versão 20,0 utilizando um nível de significância de 5%.

RESULTADOS

Foram analisados, ao todo, 12 voluntários. Para caracterização da amostra foram coletadas informações por meio de avaliações neuromusculares e de aptidão aeróbia. As médias e desvios-padrões para cada variável mensurada são apresentadas a seguir: 1RM no exercício puxador frente: $78,0 \pm 15,4$ Kg, 1RM no exercício leg press 45° : $289,9 \pm 70,1$ kg, 1RM no exercício supino reto: $77,6 \pm 15,1$ kg e finalmente a velocidade de pico na esteira rolante: $12,5 \pm 2,0$ Km/h).

A tabela 1 a seguir apresenta os resultados do VTT durante o TR nas sessões A (TAIAI + TR) e B (TCIM + TR), onde é possível verificar diferença significativa entre as sessões para todos os exercícios e VTT da sessão, mostrando possível interferência do TA no TR.

Tabela 1 - Volume Total de Treino realizado entre os exercícios e sessões.

	Sessão A	Sessão B	Valor de <i>t</i>	Valor de <i>p</i>
Puxador (kg)	1481,4	1809,5*	6,277	0,001
Leg Press 45° (Kg)	6124,0	7400,6*	6,951	0,001
Supino (Kg)	1515,2	1884,8*	6,911	0,001
VTT da Sessão (Kg)	9120,6	11095,0*	9,911	0,001

VTT = Volume Total de Treino; SESSÃO A = Treinamento Aeróbio Intervalado de Alta Intensidade + Treinamento Resistido; SESSÃO B = Treinamento Aeróbio Contínuo de Intensidade Moderada + Treinamento Resistido;

* diferença significativa em relação a sessão A ($p < 0,05$).

Fonte: elaborado pelo autor/dados da pesquisa.

A tabela 2 apresenta os valores da PSE obtidos ao final da realização de cada exercício de força isoladamente nas sessões A (TAIAI + TR) e B (TCIM + TR), onde é possível verificar diferença significativa somente entre os TA, sem diferença entre os TR, enfatizando o resultado anterior de que a interferência no VTT tenha sido em função do tipo de TA prévio.

Tabela 2 - Percepção Subjetiva de Esforço entre os exercícios.

Exercício	Sessão A	Sessão B	Valor de z	Valor de p
Treinamento Aeróbio (IEP)	8,0 ± 0,9	6,4 ± 1,2*	2,842	0,004
Puxador (IEP)	7,5 ± 1,2	7,8 ± 0,9	0,535	0,593
Leg Press 45° (IEP)	8,9 ± 0,7	8,8 ± 0,7	0,378	0,705
Supino (IEP)	8,5 ± 0,9	8,5 ± 0,8	0	1

IEP = Índice de esforço percebido; SESSÃO A = Treinamento Aeróbio Intervalado de Alta Intensidade + Treinamento Resistido; SESSÃO B = Treinamento Aeróbio Contínuo de Intensidade Moderada + Treinamento Resistido. * diferença significativa em relação a sessão A ($p < 0,05$).

Fonte: elaborado pelo autor/dados da pesquisa.

A tabela 3 apresenta os valores da PSD obtidos ao final da realização de cada exercício de força isoladamente nas sessões A (TAIAI + TR) e B (TCIM + TR), onde é possível verificar diferença significativa tanto entre os TA quanto entre os exercícios de força, diferentemente ao observado na tabela 2 e enfatizando novamente a possível interferência no TR em função do tipo de TA prévio.

Tabela 3 - Percepção Subjetiva de Desconforto entre os exercícios.

Exercício	Sessão A	Sessão B	Valor de z	Valor de p
Treinamento Aeróbio (IDP)	7,8 ± 0,9	5,0 ± 0,7*	3,13	0,002
Puxador (IDP)	7,5 ± 0,7	6,6 ± 0,8*	2,598	0,009
Leg Press 45° (IDP)	9,0 ± 0,7	8,1 ± 0,7*	2,226	0,026
Supino (IDP)	8,8 ± 0,5	7,5 ± 1,0*	2,859	0,004

IDP = Índice de desconforto percebido; SESSÃO A = Treinamento Aeróbio Intervalado de Alta Intensidade + Treinamento Resistido; SESSÃO B = Treinamento Aeróbio Contínuo de Intensidade Moderada + Treinamento Resistido. * diferença significativa em relação a sessão A ($p < 0,05$).

Fonte: elaborado pelo autor/dados da pesquisa.

DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito agudo de dois protocolos de TC (TAIAI + TR) e (TACIM + TR) sobre o desempenho no TR especificamente em relação as variáveis VTT, PSE e PSD. Nós hipotetizamos que ambos os protocolos, TACIM + TR e TAIAI + TR, não apresentariam diferenças significativas entre si em relação ao VTT, mas no protocolo composto por TAIAI + TR encontraríamos uma maior PSE e PSD em relação ao protocolo TACIM + TR, por conta de uma maior fadiga periférica advinda dos esforços intensos do protocolo de TAIAI.

Os resultados obtidos no presente estudo refutam parcialmente a nossa hipótese inicial, uma vez que o VTT foi significativamente menor no TAIAI + TR quando comparado com TACIM + TR em todos os exercícios da sessão, mostrando a interferência do tipo de treinamento aeróbico no treinamento de força subsequente. Tais resultados divergem parcialmente dos encontrados por Sporer e Wenger (2003); De Souza *et al.* (2007); e Reed *et al.* (2013) que obtiveram diferenças significativas no VTT do TR apenas quando a mesma musculatura foi preferencialmente recrutada no TAIAI e no TR (por exemplo: uso primário de membros inferiores no TA e TR). Esta divergência entre os nossos resultados e os encontrados nos estudos citados, se deve ao fato de terem utilizado no TA intensidades máximas ou submáximas, enquanto o presente estudo utilizou uma intensidade supra máxima no TAIAI, o que pode ter limitado a ressíntese de ATP por vias anaeróbicas restringindo sua disponibilidade para rápida utilização, reduzindo também o pH celular pelo aumento de íons de hidrogênio resultante da cascata de reações que degrada o glicogênio muscular

a lactato, culminando nos aumentos dos níveis de fadiga (MIRANDA *et al.*, 2007). Neste sentido, mesmo recrutando musculaturas diferentes, provavelmente o TAIAl utilizado no presente estudo ofereceu estímulo suficiente para interferir agudamente no TR (WILSON *et al.*, 2012).

Ademais, o presente estudo também apontou diferenças significativas para grupos musculares que não foram primariamente recrutados no TA, quando o TC foi composto por TAIAl + TR, divergindo do consenso da corrente literatura que aponta que o efeito de interferência no TC só ocorre quando a mesma musculatura é primariamente utilizada no TA e TR, independente do protocolo utilizado (PANISSA *et al.*, 2022).

Não obstante, outro fator que pode ter influenciado na divergência encontrada entre os resultados, foi o tempo de intervalo de descanso dado entre o exercício aeróbico e o exercício resistido, que foi menor (5 minutos) no presente estudo em comparação com o tempo dado nos estudos citados (> 5 minutos), uma vez que intervalos maiores promovem maior recuperação das vias energéticas, retorno aos níveis basais do pH muscular pelo trabalho do sistema de tamponamento muscular, além da reestruturação das reservas de glicogênio muscular pela glicogênese, levando à manutenção da resistência de força (MIRANDA *et al.*, 2007). Desta forma, tais resultados corroboram com a hipótese aguda da interferência do TC que aponta como efeito do prejuízo no volume e/ou intensidade do TR subsequente, a depleção dos estoques energéticos em virtude da realização do TA previamente (WILSON *et al.*, 2012).

Outra variável que pode influenciar nas adaptações frente ao uso do TC é o nível de treinamento dos participantes dos estudos, visto que as respostas moleculares das vias de síntese proteica podem ser alteradas culminando em diferenciação nas adaptações ao treinamento, como por exemplo, o comprometimento na magnitude de ganhos hipertróficos, resultando na conhecida hipótese da interferência crônica do TC (WILSON *et al.*, 2012).

Nossos resultados refutam parcialmente a hipótese inicial em relação à PSE e PSD uma vez que esperávamos encontrar maiores valores em ambas as variáveis para o TAIAl + TR quando comparado com TACIM +TR. Contudo, observamos um comportamento diferente entre a PSE e PSD, sendo que para a PSE foram encontrados valores significativamente maiores apenas entre os tipos de treinamento aeróbico do TC, se mostrando maior para o TAIAl comparado ao TACIM, enquanto para a PSD houve diferença significativa entre as sessões em todos os exercícios, sendo maior no TAIAl + TR, evidenciando que esta última escala foi mais sensível em diferenciar as intensidades entre as sessões de TC.

Em nosso estudo, optamos por utilizar as duas escalas que têm se mostrado confiáveis em diferentes rotinas de TC, ou no TA e TR isolados respectivamente. Isso se deve a validade dos instrumentos em permitir que os voluntários diferenciem claramente a PSE da PSD, por exemplo, em uma rotina de TR com baixas e altas cargas/intensidades podem ser encontradas respostas semelhantes para a PSE em ambas as condições, contudo a PSD se mostra aumentada para os regimes de baixa intensidade e que apresentam maiores volumes, demonstrando a importância da utilização das escalas concomitantemente.

Em relação à PSE estudos prévios (MATOS *et al.*, 2017; THUM *et al.*, 2017) encontraram resultados semelhantes aos do nosso estudo, onde o TAIAl apresentou valores significativamente maiores que o TACIM. Um ponto interessante com relação aos achados desses estudos foi que eles indicam que o TAIAl apresenta maiores valores de PSE comparado ao TACIM independentemente do volume de treino ser equalizado ou não, parecendo ser a intensidade do treinamento de endurance a principal moduladora da PSE no TAIAl. Por outro lado, a não diferença estatística da PSE entre os exercícios resistidos no presente estudo pode ser resultado das séries realizadas até a falha muscular concêntrica que promove níveis semelhantes de esforço percebido mesmo com volumes diferentes do TR realizado (SCUDESE *et al.*, 2015).

No que diz respeito à PSD, seguindo o modelo proposto por Fisher e Steele (2017) sobre o conceito de desconforto, acreditamos que nossos dados são, até o momento, os primeiros a avaliar o efeito de dois protocolos de TC sobre tal variável, evidenciando que TAIAl composto de 6 séries de 1 minuto de corrida na esteira a 120%VP com um 1 minuto de descanso passivo entre as séries foi suficiente para desencadear níveis significativamente maiores de PSD comparado a um TACIM composto de 9 minutos de corrida a 80%VP. A maior PSD é explicada devido ao fato do TAIAl modular positivamente os níveis de fadiga (SPORER; WENGER, 2003). Além disso, a PSD foi mais sensível do que a PSE em demonstrar a interferência do TAIAl nos exercícios do TR.

A extrapolação dos resultados do presente estudo precisa considerar algumas limitações, principalmente devido ao fato da pouca familiarização dos participantes com as escalas de PSE e PSD utilizadas no estudo. Outro ponto importante refere-se ao fato de ser um estudo agudo, o que faz com que seus resultados possam ser diferentes dos encontrados em estudos longitudinais. Adicionalmente, este estudo foi realizado em homens treinados recreacionalmente em TR, contudo sem vínculo com o TA regular, sendo que outros níveis de treinamento/desempenho ou a participação de mulheres poderiam apresentar resultados diferentes dos nossos.

Finalmente, nossa hipótese inicial que ambos os protocolos, TACIM + TR e TAIAl + TR, não apresentariam diferenças significativas entre si em relação ao VTT, seguido de maior PSE para o TAIAl + TR foi refutada, contudo confirmamos uma maior PSD para o protocolo TAIAl + TR em relação ao protocolo TACIM + TR. Mesmo que nossa hipótese tenha sido refutada parcialmente, nossos achados podem contribuir com o conhecimento acerca das variáveis fisiológicas relacionadas ao TC e suas repercussões sobre o TR, bem como, sobre os indicadores da aptidão aeróbia que trarão respaldo para a implementação da intensidade e volume do treinamento, seja no âmbito esportivo ou mesmo atrelado à melhoria da qualidade de vida dos indivíduos, representando desta forma um fator imprescindível para o desenvolvimento de novas técnicas vinculadas ao controle do treinamento e ao aprimoramento do desempenho.

CONCLUSÃO

O tipo de exercício aeróbio prévio impacta negativamente no TR realizado posteriormente. Os resultados do presente estudo indicam que o TC composto por TAIAl + TR promove níveis significativamente menores de VTT, maiores níveis de PSD e níveis semelhantes de PSE em comparação ao TC composto por TACIM + TR. Nesse contexto novas pesquisas devem ser realizadas visando avaliar diferentes intensidades de TAIAl e TACIM sobre o TR sobre tais variáveis (VTT, PSD e PSE) e verificar se os mesmos resultados se mantêm em longo prazo, pois ter o entendimento sobre como o TC afeta tais variáveis é importante para uma melhor prescrição do treinamento.

REFERÊNCIAS

- COFFEY, V.G.; PILEGAARD, H.; GARNHAM, A.P.; O'BRIEN, B.J.; HAWLEY, J.A. Consecutive bouts of diverse contractile activity alter acute responses in human skeletal muscle. **Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md : 1985)**, v.106, n.4, p.1187-97, 2009.
- DE SOUZA, E.O.; TRICOLI, V.; FRANCHINI, E.; PAULO, A.C.; REGAZZINI, M.; UGRINOWITSCH, C. Acute effects of two aerobic exercise modes on maximum strength and strength endurance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.21, n.4, p. 1286-90, 2007.
- FISHER, J.P.; STEELE, J. Heavier and lighter load resistance training to momentary failure produce similar increases in strength with differing degrees of discomfort. **Muscle & Nerve**, v.56, n.4, p.797-803, 2017.
- 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, 1999.
- LEVERITT, M.; ABERNETHY, P.J.; BARRY, B.K.; LOGAN, P.A. Concurrent strength and endurance training. A review. **Sports Medicine (Auckland, NZ)**, v.28, n.6, p.413-27, 1999.
- MATOS, V.A.F.; DE SOUZA, D.C.; BROWNE, R.A.V.; SANTOS, V.O.A.; COSTA, E.C.; FAYH, A.P.T. Acute effect of high-intensity interval exercise and moderate-intensity continuous exercise on appetite in overweight/obese males: a pilot study. **Sport Sciences for Health**, v.13, n.2, p.403-10, 2017.
- MIRANDA, H.; FLECK, S.J.; SIMÃO, R.; BARRETO, A.C.; DANTAS, E.H.; NOVAES, J. Effect of two different rest period lengths on the number of repetitions performed during resistance training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 21, n.4, p.1032-6, 2007.
- PANISSA, V.L.G.; GRECO, C.C.; RIBEIRO, N.; JULIO, U.F.; TRICOLI, V.; FRANCHINI, E. Concurrent Training and the Acute Interference Effect on Strength: Reviewing the Relevant Variables. **Strength and Conditioning Journal**, v.44, n.3, p 46-57, 2022.
- PUGH, J.K.; FAULKNER, S.H.; JACKSON, A.P.; KING, J.A.; NIMMO, M.A. Acute molecular responses to concurrent resistance and high-intensity interval exercise in untrained skeletal muscle. **Physiological Reports**, v.3, n.4, p.e12364, 2015.
- REED, J.P.; SCHILLING, B.K.; MURLASITS, Z. Acute neuromuscular and metabolic responses to concurrent endurance and resistance exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.27, n.3, p.793-801, 2013.
- SABAG, A.; NAJAFI, A.; MICHAEL, S.; ESGIN, T. The compatibility of concurrent high intensity interval training and resistance training for muscular strength and hypertrophy: a systematic review and meta-analysis. **Journal Sports Science**, v.36, n.21, p.2472-2483, 2018.

SCUDESE, E.; WILLARDSON, J.M.; SIMÃO, R.; SENNA, G.; DE SALLES, B.F.; MIRANDA, H. The effect of rest interval length on repetition consistency and perceived exertion during near maximal loaded bench press sets. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.29, n.11, p.3079-83, 2015.

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.638-44, 2003.

THUM, J.S.; PARSONS, G.; WHITTLE, T.; ASTORINO, T.A. High-intensity interval training elicits higher enjoyment than moderate intensity continuous exercise. **PloS one**, v.12, n.1 p.e0166299, 2017.

WILSON, J.M.; MARIN, P.J.; RHEA, M.R.; WILSON, S.M.; LOENNEKE, J.P.; ANDERSON, J.C. Concurrent training: a meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercises. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.26, n.8, p.2293-307, 2012.

Os autores declaram não existir conflito de interesse na condução do presente estudo.

Laboratório de Fisiologia do Exercício e de Biomecânica do Instituto de Educação Física e Esportes
Universidade Federal do Ceará – UFC
Campus do Pici – Avenida Mister Hull s/n - Parque Esportivo - Bloco 320
Fortaleza/CE-Brasil
60455-760