

Avaliação do Risco de Desequilíbrio Fisiológico durante Semanas seguidas de Treinamento Resistido até a Falha Concêntrica

Risk of Assessment in Physiological Imbalance during followed Weeks Resistance Training even Concentric Failure

GABRIEL CÂMARA DE OLIVEIRA E SILVA¹
CYNTIAARAÚJO TRINDADE¹
RODRIGO MONTENEGRO WANDERLEY²
AMANDA TRINDADE PEREIRA³
ANA CARLA LIMA DE FRANÇA⁴
VALTER AZEVEDO PEREIRA⁵

RESUMO

Objetivo: Avaliar a ocorrência de desequilíbrio fisiológico em praticantes de exercício resistido de nível intermediário e avançado, durante quatro semanas seguidas de treinamento com falha concêntrica (TFC). **Material e Métodos:** Dez homens jovens ($22,6 \pm 2,6$ anos), sendo quatro de nível intermediário e seis avançados realizaram um protocolo de TFC com quatro ou cinco semanas, respectivamente. Foram oito exercícios por sessão, com peso para oito a doze repetições máximas (RM) em três séries com intervalo de um minuto entre séries e exercícios. Testes de variabilidade dos intervalos RR de frequência cardíaca, estado de humor (POMS) e coletas sanguíneas para análise de creatinoquinase (CK) e malondialdeído (MDA) foram realizadas antes do treinamento e ao início de cada semana ao longo do protocolo de treinamento. Os dados foram tratados por ANOVA *one way*. **Resultados:** Nenhum dos grupos apresentou sintomas de *overtraining* após o período de TFC, entretanto, o grupo intermediário apresentou alteração na Atividade Nervosa Autonômica, o desvio padrão de intervalo RR aumentou em relação aos valores pré-intervenção na segunda semana treinamento, e houve aumento da dimensão de fadiga do POMS na terceira semana. Os marcadores CK e MDA não sofreram alterações significativas ao longo do período de treinamento. **Conclusão:** praticantes de nível intermediário e avançado suportam quatro ou cinco semanas de TFC sem alterações em marcadores de *overtraining*.

DESCRIPTORIOS

Overtraining. Falha Concêntrica. Treinamento de Resistência.

ABSTRACT

Objective: Evaluate the occurrence of physiological imbalance in resistance exercise practitioners of intermediate and advanced level during four weeks training with concentric failure (TFC). **Material and Methods:** Ten young men (22.6 ± 2.6 years), four of intermediate and six of advanced training protocol performed with four or five weeks respectively. Were eight exercises per session, with weight for eight to twelve repetition maximum (RM) in three series with one minute interval between series and exercises. Testing variability of RR intervals heart rate, mood states (POMS) and blood samples for analysis of Creatine kinase and malondialdehyde were made under the conditions pre training and weekly during the implementation of the training protocol. The data were compared by one-way ANOVA. **Results:** Neither group showed symptoms of overtraining after the TFC period, however, the intermediate group showed changes in the Autonomic Nervous Activity, the RR interval standard deviation increased compared to pre-intervention values in the second week training, and there was increased dimension POMS fatigue the third week. Creatine kinase and malondialdehyde did not increase compared to pre training. **Conclusion:** intermediate and advanced practitioners support four or five weeks of TFC unchanged at overtraining markers.

DESCRIPTORS

Overtraining. Concentric Failure. Resistance Exercise.

- 1 Licenciado Pleno em Educação Física pela Universidade Federal da Paraíba/UFPB, João Pessoa/PB, Brasil.
- 2 Bacharel em Educação Física. Pesquisador no Laboratório de Estudos do Treinamento Físico Aplicado ao Desempenho e à Saúde/ LETFADS, João Pessoa/PB, Brasil.
- 3 Graduanda em Enfermagem. Pesquisadora no Laboratório de Estudos do Treinamento Físico Aplicado ao Desempenho e à Saúde/ LETFADS, João Pessoa/PB, Brasil.
- 4 Mestranda em Ciências da Nutrição pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências da Nutrição, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa/PB, Brasil.
- 5 Professor do Curso de Educação Física no Departamento de Educação Física, Universidade Federal da Paraíba/UFPB, João Pessoa/PB, Brasil.

O treinamento de força com falha concêntrica (TFC) trata-se da realização de cada série de uma sessão de treinamento resistido até a fadiga do praticante. Há décadas o TFC vem recebendo destaque entre os praticantes de exercício resistido. Esse fato se dá devido a um maior recrutamento de unidades motoras^{1,4} e conseqüentemente, maior adaptação hipertrófica, aumento da síntese proteica muscular e ganho de força proporcionados por esse tipo de treinamento⁵. No entanto, a eficácia desse treinamento ainda é controversa. Peterson *et al.*⁸ e Izquierdo *et al.*³ defendem que o TFC seria mais eficaz para promover resistência muscular, enquanto o treinamento sem falha concêntrica resultaria em ganho de força e potência. Porém, Sampson *et al.*⁶ demonstraram que o acúmulo de metabólitos intramuscular e o aumento das concentrações hormonais em resposta ao TFC são estímulos adicionais para promover maior hipertrofia e força muscular quando comparado ao treinamento sem falha.

Independentemente dos resultados obtidos para resistência muscular localizada, força máxima ou hipertrofia muscular, alguns autores relatam que o TFC não deve ser realizado durante longos períodos de tempo, pois isto pode levar à disfunções fisiológicas, como desgaste muscular e estresse sistêmico, podendo assim desencadear a síndrome do excesso de treinamento ou *overtraining*^{8,9,10}. Entretanto, ainda são escassos dados que esclareçam por quanto tempo o TFC sem que o mesmo gere uma carga excessiva de treinamento e evolua para o *overtraining*.

Sabe-se que seis semanas de TFC é capaz de gerar adaptações que maximizam o aumento força e potência muscular². Essas adaptações foram observadas em 11 semanas de TFC, com redução das concentrações séricas de IGF-1 e elevação das proteínas de ligação (IGFBP-3) no TFC, porém com redução nas concentrações de cortisol no treino sem falha³. As limitações destes estudos para responder à questão do tempo necessário para que o TFC promova desequilíbrio fisiológico e conseqüente *overtraining* são que, estes estudos não foram designados para determinar o tempo de máximo para o TFC promova prejuízos à saúde dos praticantes, mas apenas para avaliar a eficácia do treinamento.

Portanto, o objetivo deste estudo foi verificar a ocorrência de desequilíbrio fisiológico provocado por quatro semanas seguidas de treinamento com falha concêntrica (TFC) em praticantes de exercício resistido de nível intermediário e avançado.

MATERIAL E MÉTODOS

Sujeitos do Estudo

Dez jovens praticantes de exercício resistido (22,1±3 anos; 73,5±11,8 kg; 14,6 % gordura), sendo quatro de nível intermediário e seis de nível avançado, conforme classificação adotada por Gentil (2008)¹¹. Eles foram considerados de nível intermediário quando tinham quatro a oito meses de treinamento e de nível avançado quando tinham mais de oito meses de treinamento. O estudo foi previamente aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Lauro Wanderley/ UFPB, sob o protocolo nº 705/10. Todos os participantes foram esclarecidos quanto aos procedimentos e solicitados a assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

Desenho do Estudo

Após um período de 15 dias de *washout* para exercício físico os participantes realizaram o teste de uma repetição máxima (1RM) para cada exercício. Após 48 horas do teste de 1RM, amostras sanguíneas foram coletadas para avaliação dos marcadores CK e MDA e teste de modulação autonômica cardíaca e estado de humor foram realizados. Em seguida, iniciaram o protocolo de treinamento. Os participantes realizaram três sessões semanais de musculação com quatro exercícios para membros superiores e quatro para inferiores, sempre até a falha concêntrica, com intervalo de 48 horas entre as sessões, por quatro semanas.

Crítérios para Determinação de Sinais de Desequilíbrio Fisiológico

Quatro ferramentas foram utilizadas para avaliar o desequilíbrio fisiológico - desgaste muscular (nível sérico da enzima creatinoquinase - CK), estresse oxidativo (através do marcador de peroxidação lipídica decorrendo do estresse oxidativo malonildialdeído - MDA), estado de humor através do questionário de estado de humor POMS e modulação autonômica cardíaca, através do variabilidade dos intervalos RR da frequência cardíaca. O indivíduo foi considerado em estágio de desgaste fisiológico aquele que apresentou alterações negativas em pelo menos duas variáveis avaliadas.

Preparação dos Participantes

Todos realizaram o *washout* para treinamentos

físicos de 15 dias antes de iniciar o programa de treinamento. Os que apresentaram sinais de desequilíbrio fisiológico de acordo as ferramentas selecionadas para pelo menos uma destas ferramentas, mesmo depois dos 15 dias de descanso, foram excluídos do estudo. Após avaliações, os voluntários aptos para o estudo realizaram o teste para predição de 1RM em cada um dos oito exercícios que compunham o programa de treinamento, seguindo o protocolo de Adams et al.¹². Em seguida, foram orientados a não executar qualquer outro treinamento físico sistematizado até o final do estudo. Foram orientados a evitar atividades cotidianas que alterassem o padrão normal de sono, bem como padrão alimentar habitual, ingestão de suplemento esportivo e bebida alcoólica. No início de cada semana as cargas de treinamento foram avaliadas e reajustadas para assegurar que todas as séries de cada sessão fossem realizadas até a exaustão.

Protocolo de Treinamento

O programa de treinamento teve duração de quatro semanas até a falha concêntrica, sendo três sessões semanais com intervalo de pelo menos 48 horas entre cada sessão e sendo sempre executadas no mesmo horário do dia. Foram realizados oito exercícios de três séries com intervalos de um minuto e cadência 2020 até a falha concêntrica. Um metrônomo (QUARTZ) foi utilizado para determinar o ritmo de execução das repetições máximas. Nos dias dos experimentos, a academia esteve reservada apenas para este procedimento, de modo que o tempo de deslocamento e utilização entre uma máquina e outra fosse cumprido sem prejuízo para os intervalos entre as séries previamente determinados. A falha concêntrica foi considerada quando o indivíduo não conseguia mais realizar uma repetição completa do exercício. As cargas eram ajustadas sempre que os sujeitos atingissem qualquer número de repetições diferente de 08 a 12. Quando este fenômeno aconteceu, os sujeitos terminavam aquela sessão com o mesmo peso e o ajuste era feito para a sessão seguinte. O tempo total de cada sessão de treino foi de aproximadamente 40 minutos.

Os exercícios foram intercalados por membros e realizados sem intervalos entre eles. Estes foram descritos conforme Delavier¹³: para membros superiores, supino; tríceps com polia alta, mãos em pronação; puxada na frente com polia alta; flexão dos antebraços com barra, mãos em supinação. Para inferiores, *leg press* inclinado (45°); extensão dos joelhos com aparelho específico; extensão dos pés no *leg press* horizontal; flexão dos joelhos com aparelho específico.

Coleta Sanguíneas e Análises Bioquímicas

Após 48 horas sem exercício e antes de cada primeira sessão de treino semanal foram coletados 10 ml de sangue, divididos em tubos com e sem anticoagulante. As amostras foram centrifugadas a 3000rpm por 15 minutos, em seguida, foram separadas em alíquotas e armazenadas a -20°C até as análises. A CK foi analisada por meio de kit comercial conforme instruções do fabricante (Labtest, Minas Gerais, Brasil) e a leitura realizada em espectrofotômetro (Biospectro SP-22, Curitiba, Brasil) a um comprimento de onda de 340 nm. O MDA foi analisado através da reação do ácido tiobarbitúrico (TBARS) com os produtos de decomposição dos hidroperóxidos, conforme descrito por Ohkawa et al.¹⁴.

Modulação Autonômica Cardíaca

Após pelo menos 48h sem exercício físico e antes do primeiro treino de cada semana os voluntários foram avaliados por meio do registro do intervalo R-R da frequência cardíaca, através do cardiofrequencímetro Polar RS800CX (Polar Electro Oy, Kempele, Finland), validado por Porto e Junqueira¹⁵. Em uma sala reservada e silenciosa, onde os voluntários ficaram sentados em repouso por 15 minutos e o registro realizado nos últimos cinco minutos. Os dados foram transferidos para um computador provido do software do mesmo fabricante e, em seguida, analisados no software Kubios HRV, versão 2.0 (University of Kuopio, Finlândia). Os dados estão apresentados como média (RR) e desvio padrão (DP) dos dois intervalos RR consecutivos e razão entre zona de baixa frequência e alta frequência (LF/HF).

Avaliação Psicométrica

Após pelo menos 48h sem exercício físico e antes do primeiro treino de cada semana os voluntários responderam ao questionário *Profile of Mood States* (POMS) adaptado para o desporto por Raglin e Morgan¹⁶ e traduzida por Viana, Almeida e Santos¹⁷. Este é composto por 36 itens, distribuídos em seis dimensões - Tensão, Depressão, Hostilidade, Fadiga, Confusão e Vigor. O resultado é dado como Perturbação total de humor (PTH), sendo computado através da soma das cinco primeiras dimensões e subtração da Vigor. A este resultado foi somado o valor fixo de 100 para evitar valores negativos. Este instrumento foi adaptado ainda para a determinação de uma Escala de Desajuste ao Treino (Training Distress Scale - TDS) por Raglin e Morgan¹⁶. Para isto, são considerados seis itens adicionais (sem valor, inútil, culpado, miserável, imprestável e apático).

Análise Estatística

Os dados foram apresentados como média e desvio padrão da média. Para verificar a normalidade e homogeneidade dos dados foram realizados os testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Os resultados de CK, MDA, Modulação Autonômica Cardíaca e POMS, foram comparados entre os momentos utilizando o teste ANOVA de duas vias, considerando nível de significância $p < 0,05$. Estes procedimentos foram realizados no software InStat, versão 3.06 (GraphPad software, San Diego, USA).

RESULTADOS

Os voluntários dos grupos intermediário e

avanzado apresentavam similaridade para as variáveis avaliadas nas condições pré-experimento, exceto para desvio padrão dos intervalos R-R. Apesar de ambos os grupos terem passado por um período de *washout* de 15 dias para treinamento físico, o grupo avançado apresentou valores maiores. As variáveis indicativas de *overtraining* estavam bem controladas e similares nos dois grupos nas condições pré-experimentais. Os dados estão apresentados na tabela 1.

A figura 1 apresenta o comportamento da atividade sérica da enzima CK, um marcador indireto de dano muscular, no período do estudo. O treinamento com falha concêntrica não alterou as concentrações séricas de CK de repouso em nenhum dos grupos ao longo das quatro semanas de treinamento, considerando que esta medida foi feita após 48 horas sem realização de treinamentos.

Tabela 1. Perfil dos indivíduos na avaliação de pré-intervenção, divididos por nível de prática em exercício resistido.

	Intermediário	Avançado	P
Idade (anos)	21,25 ± 2,1	23,0±2,3	0,22
IMC (kg/m ²)	21,96 ± 1,42	25,5±4,6	0,06
Gordura (%)	13,70 ± 4,74	15,6±6,9	0,21
MLG (kg)	58,63 ± 6,64	65,9±6,1	0,06
CK (U/L)	339,8 ± 139	191,1±93,2	0,14
PTH	119,3 ± 7,3	119,7±44,1	0,17
Média R-R	797,7 ± 145,3	858,6±145,0	0,73
DP R-R	55,2 ± 4,2	83,5±16,7	0,02*
LH/HF	2,9 ± 1,0	3,3±1,3	0,76
MDA (µM)	1,6 ± 0,5	1,6±0,4	0,91

Os dados estão apresentados como média e desvio padrão da média, para $p < 0,05$. Os dados foram testados em teste *t* independente. IMC - Índice de Massa Corporal; MLG - massa livre de gordura; CK - Creatinoquinase; PTH - Perturbação total de humor; DP - RR Desvio Padrão; LH/HF - low frequency/ high frequency; MDA - Malonaldeído. * indica diferença estatística entre os grupos ($p < 0,05$).

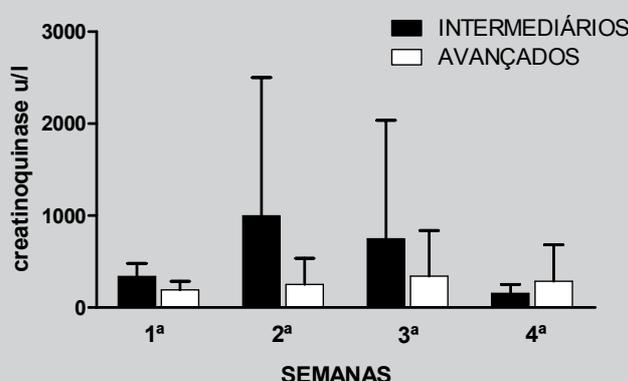


Figura 1. Comportamento da enzima muscular CK para cada semana de treinamento nos voluntários intermediários e avançados. Os dados estão apresentados como média e desvio padrão da média.

O teste psicométrico utilizado revelou que a variável de perturbação total de humor não foi afetada pelo treinamento até a falha concêntrica em nenhum dos grupos. Mesmo quando as variáveis que compõem

a PTH foram avaliadas, a ausência de alteração nos escores decorrentes do programa de treinamento foi consistente, como pode ser observado nas figuras 2 e 3. A única diferença estatística foi para variável fadiga,

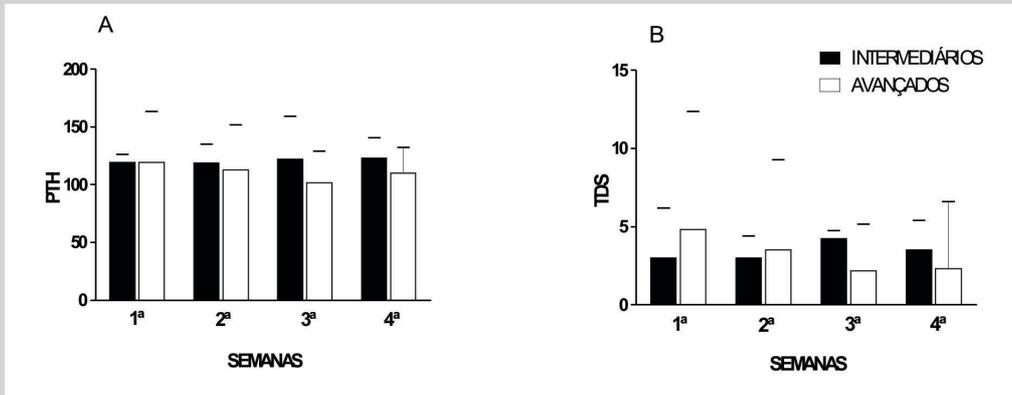


Figura 2. Perturbação Total de Humor (PTH) e Escala de Desajuste ao Treino (Training Distress Scale – TDS) em resposta ao TFC ao longo das semanas de treinamento em sujeitos intermediários e avançados. Não foram observadas diferenças estatísticas ($p < 0,05$). Os dados estão apresentados como média e desvio padrão da média.

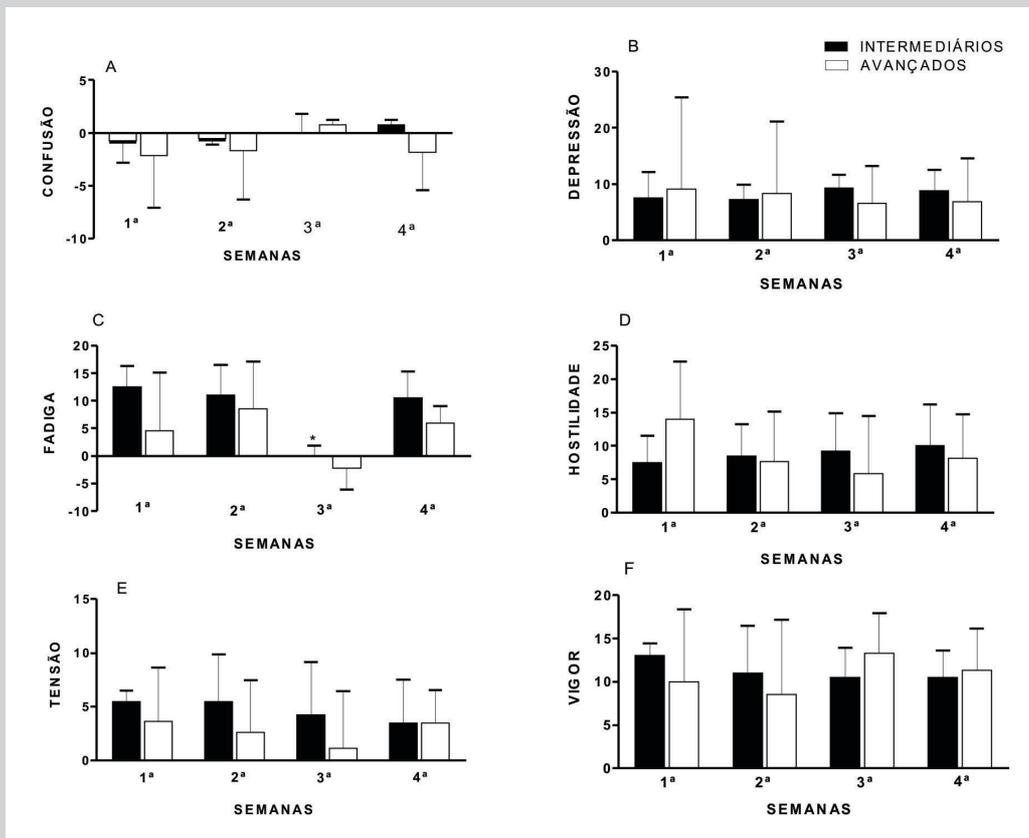


Figura 3. Comportamento das variáveis do Perfil do Estado de Humor em resposta ao TFC ao longo das semanas de treinamento em indivíduos de nível intermediário e avançado, apresentados como média e desvio padrão da média. * indica diferença estatística entre os grupos ($p < 0,05$).

mas deve ser notada na figura 3C que a diferença ocorreu no sentido da diminuição da sensação de fadiga e apenas em uma das avaliações realizadas.

As análises da Modulação Autonômica Cardíaca do intervalo RR indicaram que não houve alteração ao longo das semanas de treinamento para nenhum dos grupos, nem do ponto de vista do domínio do tempo (intervalo RR e DP-RR), nem do domínio da frequência (razão baixa frequência e alta frequência). Uma única exceção foi na segunda semana do grupo intermediário, os o desvio padrão de intervalo RR aumentou em relação aos valores pré-intervenção. De qualquer maneira, estes valores retornaram a níveis similares ao pré-intervenção na 3ª semana, persistindo até o final do estudo. Quando os dois grupos foram comparados, não se encontrou diferenças estatísticas entre eles em nenhuma das semanas. Estes dados estão apresentados na tabela 2.

DISCUSSÃO

Este estudo mostrou que quatro semanas de treinamento resistido com falha concêntrica não promove desequilíbrio fisiológico para as variáveis analisadas em praticantes de exercício resistido com estado de treinamento intermediário ou avançado.

Drinkwater *et al.*² demonstrou que atletas juniores de basquete obtiveram maior ganho de força com TFC no exercício supino, com repetições de 6 RM, três vezes por semana durante 6 semanas. Rooney *et al.*¹⁸ demonstrou aumento de força dinâmica para o exercício rosca direta resultantes em destreinados. Portanto, tanto atletas quanto sujeitos destreinados são beneficiados com TFC. Izquierdo *et al.*³ também observou a eficácia do TFC em aumentar a força, com redução nas concentrações de IGF – 1 (Insulin - like growth factor 1) no grupo que fez TFC. Entretanto no

grupo controle que realizou treinamento sem falha concêntrica, após 5 semanas de treinamento as concentrações de cortisol estavam menores, e as de testosterona elevadas.

Estes dados indicam que, embora o TFC possa promover aumento da força, existe a possibilidade do desenvolvimento de *overreaching/overtraining*, portanto o TFC não deve ser executado por longos períodos de tempos devido aos potenciais riscos elevados de *overreaching/overtraining*^{19,20}. Esses autores alertam para a possibilidade de *overtraining* se os protocolos com TFC forem prolongados por várias semanas.

Considerando que os estudos prévios foram conduzidos para avaliar o potencial do TFC para ganho de força e hipertrofia, deve-se considerar que estudos que avaliam diretamente o risco de *overreaching/overtraining* com TFC ainda são escassos. Em estudos prévios^{21,5}, quando marcadores de *overreaching/overtraining* fizeram parte do protocolo de avaliação, estes limitaram-se apenas ao propósito de responder como estas variáveis poderiam informar sobre o potencial do TFC para ganho de força ou hipertrofia. Este cenário mostra a necessidade de novos estudos que foquem diretamente no potencial do TFC para induzir *overreaching/overtraining*.

Dentre as lacunas a serem investigadas estão às perguntas quanto aos níveis iniciais de treinamento dos indivíduos, protocolo utilizado, quantidade de exercícios necessários, e tempo de utilização do protocolo do TFC para que se possa induzir estado de *overreaching* ou *overtraining*. O presente estudo buscou responder se o nível inicial de treinamento seria um fator para o desenvolvimento deste fenômeno. Para isso, foram alocados sujeitos com níveis de treinamento intermediário e avançado, e protocolo de treinamento com oito exercícios, diferentemente dos estudos prévios que adotaram apenas alguns poucos exercícios.

Tabela 2. Modulação autonômica cardíaca ao longo das quatro semanas de treinamento até falha concêntrica.

SEMANA	Intermediários			Avançados		
	RR	DP	LF/HF	RR	DP	LF/HF
1 ^a	797,8 ± 145,3	55,3 ± 4,3	3,0 ± 1,1	839,7 ± 138	82,4 ± 14,8	3,3 ± 1,3
2 ^a	764,7 ± 70	72,9 ± 15,6 [#]	1,4 ± 0,5	836,8 ± 162	83,0 ± 24,6	3,5 ± 1,8
3 ^a	687,3 ± 53,3	69,5 ± 19,2	4,0 ± 3,2	736,5 ± 72	72,2 ± 8,2	3,4 ± 1,9
4 ^a	698,3 ± 95,1	54,5 ± 17,1	2,7 ± 1,7	842,0 ± 131	90,3 ± 41,2	2,6 ± 1,1
5 ^a	798,7 ± 74,4	50,0 ± 9,5	2,3 ± 1,9	745,8 ± 156	89,0 ± 29,6	3,0 ± 2,0

Os dados estão apresentados como média e desvio padrão da média, para $p < 0,05$. Os dados foram testados em ANOVA two way. Não foram encontradas diferenças estatísticas ao longo das semanas de treinamento ou entre os grupos.

Este estudo mostrou que praticantes prévios de exercício resistido em nível intermediário ou avançado não são acometidos por desgaste fisiológico, pelo menos do ponto de vista de dano muscular, estresse oxidativo, desequilíbrio neural e perturbação do estado de humor. A consequência prática disto é que este protocolo de treinamento não induz a riscos de desenvolvimento de overreaching ou overtraining após quatro semanas de TFC.

Os sujeitos do nível intermediário apresentaram um pequeno desequilíbrio somente para a variável da atividade nervosa autonômica, e apenas na segunda semana. Mesmo assim, parece ter ocorrido um processo adaptativo, de modo que logo nas semanas posteriores, o desequilíbrio nervoso autonômico já tinha sido dissipado. Este mesmo grupo apresentou alteração em uma variável do POMS (fadiga) na 3ª semana, o que poderia indicar um princípio de overreaching. No entanto, foi apenas em um componente de uma das ferramentas adotadas neste estudo para avaliar o estado de treinamento. Ainda assim, ocorreu restauração dos valores de fadiga a valores similares às condições pré-treinamento logo nas semanas posteriores, assim como tinha ocorrido com os dados de atividade nervosa autonômica.

Estes dados parecem indicar que o TFC chega a promover alterações nas variáveis fisiológicas dos sujeitos intermediários que foram mensuradas neste estudo, mas também mostra claramente uma resposta adaptativa favorável nos momentos posteriores. Sendo assim, o TFC cumpre com o papel do treinamento, que é desequilibrar a homeostasia e depois recuperar por meio da capacidade de adaptação. Portanto, este estudo mostra que sujeitos a partir do nível intermediário de treinamento já apresentam condições fisiológicas para suportar pelo menos quatro semanas de TFC. Se sujeitos com menor lastro fisiológico suportariam o mesmo protocolo de exercício ou por quanto tempo sujeitos intermediários ou avançados podem prosseguir com o

TFC, são questões não respondidas neste estudo e que merecem ser investigadas em estudos futuros.

A limitação deste estudo está no fato de que a pesquisa na área de overtraining ainda não proporciona uma ferramenta ideal ou um protocolo de ferramentas que diagnostique de forma inequívoca o overtraining. Considerando esta realidade, nós optamos por utilizar marcadores bem explorados em estudos para este fim. Além disso, procuramos adotar ferramentas tão diversas quanto às psicométricas, enzimas musculares e malondialdeído. Ainda assim, entendemos como limitação a impossibilidade de termos usado alguns hormônios (testosterona, cortisol, IGF-1), bem como citocinas e outras substâncias pró inflamatórias (Interleucinas, TNF- α e proteína c-reativa), que fazem parte da etiologia do overtraining segundo as teorias mais aceitas para este fenômeno^{22,23}.

Tomados em conjunto, os dados deste estudo mostraram que quatro semanas TFC não são suficientes para promover overreaching/overtraining em praticantes de exercícios resistidos de nível intermediário ou avançado. Contudo, serão necessários outros estudos que prolonguem mais os protocolos de treinamento utilizados neste para uma possível verificação se um maior tempo de treinamento causaria ou não o overreaching/overtraining nestes indivíduos.

CONCLUSÃO

Um protocolo de treinamento resistido até a falha concêntrica por quatro semanas não altera de forma importante marcadores de dano muscular, estresse oxidativo, atividade nervosa autonômica e estado de humor em praticantes de musculação de nível intermediário e avançado, indicando ausência de riscos evidentes para overtraining nestes praticantes.

REFERÊNCIAS

- Schott J, McCully K, Rutherford OM. The role of metabolites in strength training. II. Short versus long isometric contractions. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1995; 71(4): 337-341.
- Drinkwater EJ., Lawton TW, Lindsell RP, Pyne DB, Hunt PH, McKenna MJ. Training leading to repetition failure enhances bench press strength gains in elite junior athletes. *J Strength Cond Res.* 2005; 19(2): 382-388.
- Izquierdo M, Ibanez J, Gonzalez-Badillo JJ, Hakkinen K, Ratamess NA, Kraemer WJ, French DN, Eslava J, Altadill A, Asiain X, Gorostiaga EM). Differential effects of strength training leading to failure versus not to failure on hormonal responses, strength, and muscle power gains. *J Appl Physiol.* 2006; 100(5):1647-1656.
- Willardson JM. The application of training to failure in periodized multiple-set resistance exercise programs. *J Strength Cond Res.* 2007; 21(2):628-631.

5. American College of Sports Medicine. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2002; 34: 364–380.
6. Sampson JA, Groeller H. Is repetition failure critical for the development of muscle hypertrophy and strength? *Scand J Med Sci Sports* 2016; 26(4):375-83.
7. Peterson MD, Rhea MR, Alvar BA. Applications of the dose-response for muscular strength development: A review of meta-analytic efficacy and reliability for designing training prescription. *J Strength Cond Res.* 2005; 19: 950–958.
8. Fry AC, Kraemer WJ. Resistance exercise overtraining and overreaching. Neuroendocrine responses. *Sports Med.* 1997; 23(2): 106-129.
9. Kraemer WJ, Ratamess NA. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Med* 2005; 35(4): 339-361.
10. Gholamnezhad Z, Boskabady MH, Hosseini M, Sankian M, Khajavi Rad A. Evaluation of immune response after moderate and overtraining exercise in wistar rat. *Iran J Basic Med Sci.* 2014; 17:1-8
11. Gentil P. *Bases Científicas do Treinamento de Hipertrofia.* 1ªed. Rio de Janeiro: Sprint, 2005.
12. Adams KJ, SWANK AM, BARNARD KL, BERNING JM, ADAMS PGS. Safety of Maximal Power, Strength, and Endurance Testing in Older African American Women. *Journal of Strength and Conditioning Research.* 2000; 14(3): 254–260.
13. Delavier, F. *Guia dos Movimentos de Musculação.* 4ª ed. São Paulo: Manole, 2006.
14. Ohkawa H, Ohishi N, Yagi K. Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. *Anal Biochem.* 1979; 95: 351-358.
15. Porto LGG, Junqueira LFJ. Comparison of Time-Domain Short-Term Heart Interval Variability Analysis Using a Wrist-Worn Heart Rate Monitor and the Conventional Electrocardiogram. *Pacing and Clinical Electrophysiology* 2009; 32(1): 43-51.
16. Raglin JS, Morgan WP. Development of a scale to measure training-induced distress. *Medicine and Science in Sports and Exercise.* 1994;15(2):84-88.
17. Viana MF, Almeida PL, Santos RC. Adaptação portuguesa da versão reduzida do Perfil de Estados de Humor: POMS. *Aná. Psicológica.* 2001; 19(1): 77-92.
18. Rooney KJ, Herbert RD, Balnave RJ. Fatigue contributes to the strength training stimulus. *Med Sci Sports Exerc.* 1994; 26(9): 1160-1164.
19. Beachle TR, Earle RW, Wathen D. Resistance training. *Essentials of Strength Training and Conditioning.* 2000; 395-425.
20. Stone MH, Chandler TJ, Conley MS, Kramer JB, Stone ME. Training to Muscular Failure: Is It Necessary? *Strength & Conditioning Journal* 1996; 18(3): 44-48.
21. Izquierdo-Gabarren M, González de Txabarri Expósito R, García-Pallarés J, Sánchez-medina L, De Villarreal ES, M. Izquierdo. Concurrent endurance and strength training not to failure optimizes performance gains. *Med Sci Sports Exerc.* 2010; 42(6):1191-9.
22. Cunha GS, Ribeiro JL, Oliveira AR. Sobretreinamento: teorias, diagnóstico e marcadores. *Rev Bras Med Esporte.* 2006; 12(5): 297-302.
23. Silva ASR, Santhiago V, Gobatto CA. Compreendendo o overtraining no desporto: da definição ao tratamento. *Rev. Port. Cien. Desp.* 2006; 6(2): 229-238.

Correspondência

Nome completo: Ana Carla Lima de França
Endereço: Rua Milton Santa Cruz, 154, Mangabeira I.
CEP: 58056-070.
João Pessoa-Paraíba-Brasil.
E-mail: anacarlimaf@hotmail.com
