Efeitos do treinamento resistido para falha muscular sobre a fadiga aguda: uma revisão sistemática e meta-análise

João Guilherme Vieira da Silva

RESUMO

A concepção adequada das variáveis do treinamento resistido (TR) é um fator chave para atingir o potencial máximo das adaptações neuromusculares. Entre essas variáveis, a opção de realizar TR para falha (TRF) pode levar a diferentes magnitudes da fadiga aguda comparado ao TR não realizado para falha (TRNF). A resposta da fadiga pode interferir nas adaptações agudas, por sua vez regulando as adaptações a longo prazo. Considerando que o grau de fadiga afeta as adaptações a longo prazo, é importante determinar como a fadiga é afetada pelo TRF. O objetivo desta revisão sistemática e meta-análise foi comparar o treinamento resistido realizado para falha muscular comparado com o treinamento resistido não realizado para falha muscular sobre a fadiga aguda. A pesquisa foi conduzida em janeiro de 2021, em sete bases de dados. Somente estudos com delineamento cruzado que investigaram as propriedades biomecânicas agudas (altura do salto vertical, velocidade de movimento, potência de saída e força isométrica), resposta metabólica (lactato e amônia), dano muscular (creatina quinase) e a percepção subjetiva de esforço (PSE), foram selecionados. Os dados (média ± desvio padrão) foram extraídos dos estudos incluídos e convertidos em diferença média padronizada (SMD), ou mantidos em diferença média bruta (RMD) quando os estudos reportavam os resultados na mesma unidade de medida. Vinte estudos foram incluídos na revisão sistemática e treze na meta-análise. As principais meta-análises indicaram uma maior diminuição das propriedades biomecânicas para o TRF em comparação com TRNF (SMD = -0,96 [95% IC -1,43; -0,49]; $p < 0,001$). Além disso, houve um maior aumento na resposta metabólica (RMD = 5,54 $mmol \cdot L^{-1}$ [95% IC 4,16; 6,92]; $p < 0,001$), dano muscular (SMD = 0,75 [95% IC 0,35; 1,14]; $p < 0,001$) e percepção subjetiva do esforço (PSE; SMD = 2,47 [95% IC 1,25; 3,68]; $p < 0,001$) para o TRF em comparação com TRNF. Análises exploratórias de subgrupos mostraram que o *status* de treinamento ($p = 0,92$), tempo da análise ($p = 0,89$) e carga ($p = 0,08$) não afetaram as propriedades biomecânicas. No entanto, ocorreu maior perda no teste de velocidade de movimento dos membros superiores em

comparação com os membros inferiores (p < 0,001). A concentração de amônia sanguínea foi maior no TRF do que no TRNF (RMD = 42,17 $\mu mol \cdot L^{-1}$ [95% IC 34,67; 49,67]; p < 0,001) e somente 48h após a sessão de TR os níveis de creatina quinase sanguínea foram maiores após TRF do que TRNF (SMD = 0,86 [95% IC 0,40; 1,31]; p < 0,001). Em resumo, TRF comparado a TRNF levou a uma maior diminuição das propriedades biomecânicas e a um aumento simultâneo da resposta metabólica, dano muscular e PSE. As análises exploratórias sugeriram uma maior diminuição no teste de velocidade de movimento dos membros superiores em comparação com os membros inferiores, bem como um dano muscular mais pronunciado 48h após a sessão de TRF em comparação com TRNF. Portanto, conclui-se que o TRF leva a uma maior fadiga aguda em comparação com o TRNF. A maior fadiga aguda após o TRF pode também ter um impacto importante nos processos adaptativos a longo prazo. Além disso, a maior fadiga aguda pode prolongar o tempo necessário para a recuperação do que deve ser considerado quando o TRF é utilizado. O protocolo original da revisão sistemática foi prospectivamente registrado (CRD42020192336) no *International Prospective Register of Systematic Review* (PROSPERO).

Palavras-chave: Fadiga. Lactato. Estresse Metabólico. Esforço Físico. Recuperação Neuromuscular. Treinamento de Força.

Effects of resistance training to muscle failure on acute fatigue: a systematic review and meta-analysis

ABSTRACT

Proper design of resistance training (RT) variables is a key factor to reach the maximum potential of neuromuscular adaptations. Among those variables, the use of RT performed to failure (RTF) may lead to different magnitude of acute fatigue compared to RT not performed to failure (RTNF). The fatigue response could interfere with acute adaptive changes, in turn regulating long-term adaptations. Considering that level of fatigue affects long-term adaptations, it is important to determine how fatigue is affected by RTF vs. RTNF. The aim of this systematic review and meta-analysis was to compare resistance training performed to failure versus not performed to failure on acute fatigue. The search was conducted in January 2021 in seven databases. Only studies with cross-over design that investigated the acute biomechanical properties (vertical jump height, velocity of movement, power output, and isometric strength), metabolic response (lactate and ammonia concentration), muscle damage (creatine kinase activity), and RPE were selected. The data (mean ± standard deviation) were extracted from included studies and converted into standardized mean difference (SMD) or maintained in the raw mean difference (RMD) when the studies reported the results in the same unit of measure. Fixed or random effects meta analyses were performed. Twenty studies were included in the systematic review. The main meta-analyses indicated greater decrease of biomechanical properties for RTF compared to RTNF (SMD = -0.96 [95% CI -1.43; -0.49]; $p < 0.001$). Furthermore, there was a larger increase in metabolic response (RMD = 5.54 mmol·L^{-1} [95% CI 4.16; 6.92]; $p < 0.001$), muscle damage (SMD = 0.75 [95% CI 0.35; 1.14]; $p < 0.001$) and rating of perceived exertion (RPE; SMD = 2.47 [95% CI 1.25; 3.68]; $p < 0.001$) for RTF compared to RTNF. Further exploratory subgroup analyses showed that training status ($p = 0.92$), time point ($p = 0.89$), and load ($p = 0.08$) did not affect biomechanical properties. However, greater loss in the movement velocity test occurred on upper-limbs compared to lower-limbs ($p < 0.001$). Blood ammonia concentration was greater in RTF than RTNF (RMD = 42.17 µmol·L^{-1} [95% CI 34.67; 49.67]; $p < 0.001$) and only 48h post-exercise blood creatine kinase activity was higher after RTF than RTNF (SMD = 0.86 [95% CI 0.40; 1.31]; $p < 0.001$). In summary, RTF compared to RTNF

led to a greater decrease in biomechanical properties and a simultaneous increase in metabolic response, higher muscle damage and RPE. The exploratory analyses suggested a greater impairment in the velocity of movement test for the upper-limbs, as well as a more pronounced muscle damage 48h after the RTF session compared to RTNF. Therefore, it can be concluded that RTF leads to greater acute fatigue compared to RTNF. The higher acute fatigue after RTF can also have an important impact on chronic adaptive processes following RT. However, the greater acute fatigue following RTF can extend the time needed for recovery what should be considered when RTF is used. The original protocol of systematic review was prospectively registered (CRD42020192336) in the International Prospective Register of Systematic Review (PROSPERO).

Keywords: Fatigue. Lactates. Metabolic Stress. Physical Exertion. Neuromuscular Recovery. Strength Training.