

Comparação da resposta de lactato sanguíneo em indivíduos com diferentes desempenhos no teste de 1RM

Comparison of blood lactate response between individuals with different 1RM test performance

Gustavo Ferreira Pedrosa^{1,*} , Arthur Brum Gonçalves Bischoff¹ , Rodrigo César Ribeiro Diniz² , Sara Andrade Rodrigues³ , Mauro Heleno Chagas² , Fernando Vitor Lima² , Diego de Alcantara Borba⁴  e Lucas Túlio de Lacerda^{4,5} 

¹Grupo de Pesquisa Aplicada em Treinamento de Força (GPATF), Centro de Educação Física e Desportos, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil; ²Laboratório do Treinamento na Musculação (LAMUSC), Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil; ³Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde (ICBS), Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Barra do Garças, Mato Grosso, Brasil; ⁴Programa de Pós-Graduação em Biociências e Saúde Humana, Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Unidade Divinópolis, Divinópolis, Minas Gerais, Brasil; ⁵Grupo de Estudos e Pesquisa em Treinamento de Força na Saúde e no Condicionamento Físico (GEPEF), Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Unidade Divinópolis, Divinópolis, Minas Gerais, Brasil.

*Autor correspondente: gustavo.pedrosa@ufsm.br

<https://doi.org/10.31501/rbcm.v34i1.15119>

Resumo: Estudos prévios têm utilizado a concentração de lactato sanguíneo como parâmetro de comparação da resposta metabólica entre protocolos de treinamento de força em diferentes contextos e públicos. Porém, ainda é inconclusiva a resposta deste metabólito entre indivíduos com diferentes níveis de desempenhos de força máxima após a realização de uma carga de treinamento com características similares. Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo comparar as respostas das concentrações de lactato sanguíneo de indivíduos com diferentes desempenhos no teste de uma repetição máxima (1RM). Participaram do estudo 28 homens com experiência em treinamento de força na musculação há pelo menos seis meses. Os voluntários foram divididos em dois grupos de acordo com o desempenho no teste de 1RM. O primeiro grupo foi formado pelos homens que apresentaram os maiores valores de peso levantado no teste de 1RM no supino reto guiado e o segundo grupo foi formado pelos homens com os menores valores de peso levantado no mesmo teste. Em seguida, os dois grupos realizaram um protocolo de treinamento no exercício supino reto guiado, configurado em 3 séries de 6 repetições, com pausa de 180 segundos entre séries, na intensidade de 60% de 1RM. A concentração de lactato sanguíneo foi mensurada em oito momentos, sendo antes, durante e até 12 minutos após a realização do protocolo. Não houve diferenças significativas na resposta da concentração do lactato sanguíneo entre os dois grupos investigados ($p = 0,77$). Os dados obtidos no presente estudo indicam que indivíduos com diferentes desempenhos no teste de 1RM produzem respostas semelhantes na concentração de lactato sanguíneo, quando submetidos a uma carga de treinamento similar.

Palavras-chave: Desempenho; Lactato; Força.

Abstract: Previous research has often utilized blood lactate concentration as a key metric to compare metabolic responses to different strength training protocols across various contexts and demographics. However, despite these efforts, a conclusive understanding of the lactate response among individuals with different levels of maximal strength performance following similar training loads remains elusive. Thus, the primary aim of this study was to discern potential disparities in blood lactate concentrations among individuals exhibiting distinct performances in the one-repetition maximum (1RM) test. To address this objective, 28 men with at least six months of resistance training experience were recruited. They were divided into two groups based on their performance in the 1RM test: one group achieved the highest values of weight lifted during the guided bench press 1RM test, while the other group achieved the lowest values. Both groups then underwent a standardized training protocol involving the guided bench press exercise. This protocol consisted of three sets of six repetitions, with a 180-second rest interval between sets, all conducted at an intensity equivalent to 60% of their individual 1RM. Blood lactate concentrations were measured at eight time points throughout the procedure, including pre-, intra-, and post-protocol periods. Statistical analysis revealed no significant differences in blood lactate concentration responses between the two groups ($p = 0.77$). These results suggest that individuals with different performances in the 1RM test tend to exhibit comparable blood lactate concentration responses when exposed to equivalent training loads. In conclusion, this study provides valuable insights into the relationship between individual performance levels in strength assessments and subsequent metabolic responses. Such knowledge has implications for optimizing training strategies tailored to diverse populations within the field of strength and conditioning.

Keywords: Performance; Lactate; Strength.



Este trabalho está licenciado sob uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial 4.0 Internacional.

Introdução

A concentração de lactato sanguíneo ([LAC]) é considerada um parâmetro de comparação da resposta metabólica entre protocolos de treinamento de força (TF)¹⁻⁹. Sabe-se que um aumento na demanda de força é considerado um fator que promoveria a elevação da concentração deste metabólito na corrente sanguínea do praticante de treinamento de força, que tem sido relacionada com um aumento do recrutamento de unidades motoras rápidas^{1,4,9}. Considerando que unidades motoras rápidas possuem características glicolíticas¹⁰, é esperado que a realização de um protocolo de força com maior intensidade absoluta proporcione maior resposta da [LAC] comparado a um protocolo com menor intensidade¹¹⁻¹³, principalmente quando há equiparação dos outros componentes da carga de treinamento entre protocolos analisados. Assim, é possível que indivíduos com diferentes estados de treinamento apresentem diferentes respostas da [LAC], tendo em vista a diferença na capacidade absoluta de suportar uma mesma intensidade relativa.

Estudos compararam a resposta da [LAC] entre indivíduos com diferentes níveis de experiência em TF^{6-8,14}. Alguns desses estudos relataram que indivíduos com mais tempo de experiência produziram maiores concentrações de [LAC] do que indivíduos com menor experiência^{6,14}. Para exemplificar, Stone et al.¹⁴ compararam a resposta da [LAC] entre os homens treinados e não treinados após a realização do número máximo de séries com ajuste progressivo na intensidade absoluta ao longo das séries. Os resultados mostram que os homens treinados foram capazes de realizar um número maior de séries e apresentaram uma maior resposta da [LAC] que os não treinados. É importante ressaltar que protocolos realizados com diferentes volumes e intensidades podem proporcionar distintas respostas da [LAC]^{8,9,15}. Assim, o maior número de séries realizadas com aumento progressivo na intensidade, executadas pelos treinados até a exaustão, provavelmente influenciou no resultado do estudo de Stone et al.¹⁴.

Similarmente, Brown et al.⁶ verificaram que homens treinados em força apresentaram maior resposta na [LAC] do que homens não treinados e homens treinados apenas em resistência aeróbica após realizarem o número máximo de repetições em três séries nas intensidades de 60%, 70% e 80% de uma repetição máxima (1RM). Contraditoriamente, outros estudos demonstraram não haver diferenças

na resposta da [LAC] quando indivíduos com diferentes níveis de TF foram comparados^{7,8}. Ahtiainen et al.⁷ não encontraram diferenças na resposta da [LAC] entre indivíduos treinados e não treinados em força, imediatamente e até 30 minutos após a realização de dois protocolos com diferentes configurações. O primeiro protocolo consistiu na realização de 4 séries de 12 repetições máximas. O segundo protocolo foi realizado com 4 séries de 8 repetições, sendo que a partir da oitava repetição eram realizadas mais 4 repetições com auxílio externo. Em outro estudo, Oliver et al.⁸ compararam a resposta da [LAC] entre indivíduos treinados e não treinados na intensidade relativa de 70% de 1RM utilizando um protocolo tradicional (4 séries de 10 repetições) e outro que adicionou uma pausa de 30 segundos na metade do número de repetições determinado em cada série (4 séries de 2 x 5 repetições). A [LAC] foi mensurada antes da realização dos protocolos, entre as séries e 5, 15, 30 e 60 minutos após a execução de cada protocolo. Não foram verificadas diferenças na [LAC] entre os grupos ao longo do tempo, independentemente do protocolo de força utilizado.

Baseado nos resultados dos estudos supracitados, a comparação da resposta da [LAC] entre indivíduos com diferentes níveis de treinamento permanece em aberto. As prováveis causas para a divergência de resultados podem estar nas diferentes configurações das cargas de treinamento utilizadas e nos diferentes momentos de coleta de sangue. Uma única coleta realizada pós-exercício pode não caracterizar adequadamente a resposta metabólica, devido ao atraso no acúmulo do lactato pela difusão do ácido láctico no sangue¹². Dessa forma, a realização de mais momentos de coleta de sangue, inclusive durante os intervalos entre as séries que compõem os protocolos, auxiliaria no entendimento da resposta da [LAC] em grupos diferenciados quanto ao nível de treinamento.

A manipulação das variáveis prescritas em protocolos de TF é capaz de influenciar nas respostas agudas do TF^{3,9,11,14}. Adicionalmente, sabe-se que protocolos de treinamento realizados com diferentes durações da repetição podem apresentar tempo sob tensão e características mecânicas distintas, sendo esses fatores capazes de alterar a resposta da [LAC]^{1,3,11,16}. Portanto, torna-se necessária a equiparação da duração da repetição nos grupos investigados, quando o objetivo for comparar a resposta da [LAC] proporcionada por indivíduos com diferentes níveis de treinamento.

Desta forma, as informações sobre a resposta da [LAC] a partir da execução de uma carga equiparada em indivíduos com diferentes níveis de treinamento ainda permanecem em aberto. Sendo assim, o presente estudo tem o objetivo de comparar a variação da [LAC] em indivíduos com diferentes níveis de treinamento após a realização de um protocolo de TF com configurações similares de carga de treinamento. Como a resposta da [LAC] está associada a mecanismos hipertróficos (estresse metabólico) e controle de treinamento pela análise de fadiga^{1,2,5,13}, os resultados do presente estudo contribuem para prescrições individualizadas a partir de grupos de indivíduos treinados e não treinados.

Métodos

Amostra

Participaram do estudo 28 indivíduos com experiência em TF, com idades entre 18 e 30 anos (idade $24,44 \pm 3,66$ anos; altura $1,76 \pm 0,07$ m; massa corporal $77,74 \pm 9,68$ kg). Os critérios de inclusão dos participantes foram (a) TF frequente por pelo menos 6 meses até o início do estudo; (b) não existência de limitações funcionais de movimento, no que diz respeito ao teste de 1RM ou aos protocolos de treinamento; (c) capacidade de realizar o exercício supino reto guiado com barra com o peso correspondente à sua massa corporal no teste de 1RM. Os indivíduos foram informados do objetivo do estudo, que foi aprovado por um comitê de ética em pesquisa, sob o número de parecer CAAE 23032213.1.0000.5149.

Procedimentos experimentais

Após a realização da mensuração das medidas antropométricas, os indivíduos se posicionaram no aparelho supino reto com barra guiada conforme a própria experiência, e a posição da pegada na barra e da cabeça no banco foi registrada no próprio aparelho com fita adesiva para reprodução das

mesmas condições nas outras fases do estudo^{3,9,16,17}. Em seguida, foram realizadas 10 repetições sem peso adicional à barra. A amplitude de movimento foi determinada por meio da trajetória da barra do limite superior até o limite inferior. O limite superior foi estabelecido pela extensão completa dos cotovelos sem a realização de abdução da escápula, podendo ser visualizado pelo voluntário por meio de uma régua metálica ajustável posicionada acima da barra. Já o limite inferior foi indicado por um anteparo de borracha (12 cm de comprimento $\times$ 6 cm de largura $\times$ 1 cm de espessura) posicionado no peito, em cima do osso esterno. Após a execução dos procedimentos da padronização, foi realizado o primeiro teste de 1RM, objetivando familiarizar os voluntários com o protocolo.

O teste de 1RM foi constituído por no máximo 6 tentativas^{3,9,16,17}, com pausa de 5 minutos, e a progressão do peso foi gradual em função da percepção subjetiva dos voluntários e dos avaliadores. Foi considerado como valor do teste de 1RM o maior peso com que os voluntários conseguiram realizar uma repetição completa (ação excêntrica seguida de uma ação concêntrica)^{3,16,17}. O efeito da familiarização ao teste de 1RM já foi verificado em estudos^{18,19}, que demonstraram que a falta da familiarização ao teste pode prejudicar a correta mensuração do peso encontrado no teste de 1RM. Após 48 horas da familiarização, foi realizado o teste de 1RM seguindo a mesma padronização previamente estabelecida.

A correlação entre os pesos levantados durante a familiarização e o teste de 1RM foi avaliada utilizando o Coeficiente de Correlação Intraclasse ($CCI_{3 \times 1}$). O resultado obtido foi de 0,982, indicando uma alta consistência entre os pesos levantados nesses dois momentos. Após o teste de 1RM, os participantes foram familiarizados com o uso do metrônomo (60 $beats^{min^{-1}}$), realizando o protocolo de treinamento de forma aleatória. A Figura 1 representa os procedimentos experimentais do estudo.



Figura 1 – Desenho experimental do estudo.

1RM = teste de uma repetição máxima.

Considerando o desempenho no teste de 1RM, os indivíduos foram divididos em quartis, sendo que cada quartil foi composto por 7 indivíduos. Para realização das comparações da resposta da [LAC], consideraram-se apenas os indivíduos pertencentes aos quartis 1 e 4, representando os grupos 1 e 2, respectivamente. O Grupo 1 foi formado pelos 7 sujeitos que apresentaram o maior desempenho no teste de 1RM (104,98 kg $\pm$ 144,86 kg), e o Grupo 2, pelos 7 sujeitos com menores desempenhos no teste de 1RM (70,94 kg $\pm$ 80,92 kg). A caracterização dos grupos estudados está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Caracterização dos Grupos 1 e 2.

Variáveis	Grupo 1 (Média e desvio padrão)	Grupo 2 (Média e desvio padrão)
Idade (anos)	25,58 $\pm$ 3,44	23,34 $\pm$ 2,83
Massa corporal (kg)	86,55 $\pm$ 3,31	66,38 $\pm$ 6,40
Estatuta (m)	1,81 $\pm$ 0,03	1,72 $\pm$ 0,06
1RM (kg)	122,69 $\pm$ 13,40	75,26 $\pm$ 3,88

Protocolo de treinamento

Após 48 horas do teste de 1RM, os grupos retornaram ao laboratório para a realização do protocolo de treinamento. O protocolo de treinamento consistiu na realização de 3 séries de 6 repetições com intensidade estabelecida em 60% do valor encontrado no teste de 1RM, sendo que cada repetição foi realizada com uma duração de 3 segundos para a ação muscular excêntrica e 3 segundos para a ação muscular concêntrica, proporcionando um tempo sob tensão de 36 segundos. As normativas que compõem o protocolo caracterizam um estímulo de treinamento que se encontra dentro de valores de referência já sugeridos pela literatura, quando o intuito do TF é enfatizar adaptações morfológicas^{20,21}.

Seguindo orientações de Lacerda et al.³, um eletrogoniômetro calibrado (Noraxon, Scottsdale, AZ, EUA) foi fixado no cotovelo direito dos participantes. Uma vez armazenados, os dados brutos do eletrogoniômetro foram convertidos em dados de deslocamento angular e filtrados por um filtro *low-pass* de Butterworth de quarta ordem com uma frequência de corte de 10 Hz. O eletrogoniômetro também foi usado para determinar a amplitude de movimento angular do cotovelo. Além disso, a ação muscular e a duração da repetição foram determinadas através do tempo de deslocamento angular fornecido pelo eletrogoniômetro. Foram realizadas coletas de sangue com o objetivo de mensurar a [LAC] em

diferentes momentos: (1) repouso, imediatamente antes da realização do protocolo de treinamento; (2) durante a realização do protocolo de treinamento, sendo esta coletada um minuto após cada série; (3) após a realização do protocolo de treinamento, sendo esta coletada imediatamente após, 3, 6, 9 e 12 minutos após o final do protocolo.

Para análise estatística, foi calculada a variação entre o valor de repouso e o pico da [LAC]. A realização de várias coletas de sangue leva em consideração o atraso no tempo para que haja acúmulo de lactato e difusão do ácido láctico no sangue¹². Dessa forma, a realização de um número maior de medidas pós-exercício ajudaria na determinação de possíveis diferenças nas concentrações de lactato sanguíneo⁵. O lóbulo esquerdo do voluntário foi perfurado, utilizando lancetas esterilizadas e descartáveis. Logo em seguida, foram coletados 30 μ l de sangue utilizando capilares heparinizados, que foram armazenados em um tubo Eppendorf com 60 μ l de fluoreto de sódio (1%) e congelados a -20 °C para posterior análise no aparelho *Yellow Springs 1500 Sport*.

Análise estatística

A normalidade e a homogeneidade das variâncias foram verificadas utilizando os testes Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Foram utilizados testes *t* para amostras independentes para as comparações dos dados da [LAC], duração da repetição, desempenho no teste de 1RM e massa corporal. O nível de significância adotado foi de 0,05. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados no *software Statistical Package for Social Science (SPSS 22.0)*.

Resultados

O teste *t* para amostras independentes não verificou diferença significativa nas respostas da [LAC] entre os Grupos 1 e 2 (5,27 $\pm$ 0,67 mmol/L vs. 5,17 $\pm$ 0,53 mmol/L, respectivamente; $t(12) = 0,29$; $p = 0,77$). Ambos os grupos apresentaram respostas da [LAC] similares, quando comparadas às médias de variação entre o valor de repouso e o pico da [LAC] de cada indivíduo, conforme apresentado na Figura 2.

Não foram encontradas diferenças estatísticas na duração da repetição média entre os Grupos 1 e 2 (5,92 $\pm$ 0,05 s vs. 5,96 $\pm$ 0,07 s, respectivamente; $t(12) = -1,12$; $p = 0,28$). Enquanto isso, o Grupo 1 obteve maior desempenho no teste de 1RM comparado ao Grupo 2 (122,69 $\pm$ 13,40 vs. 75,26 $\pm$ 3,88, respectivamente; $t(12) = -8,99$; $p < 0,001$). Finalmente,

também foi verificado que o Grupo 1 apresentou maior massa corporal que o Grupo 2 ($86,55 \pm 3,31$ kg vs. $66,38 \pm 6,40$ kg, respectivamente; $t(12) = -7,02$; $p < 0,001$).

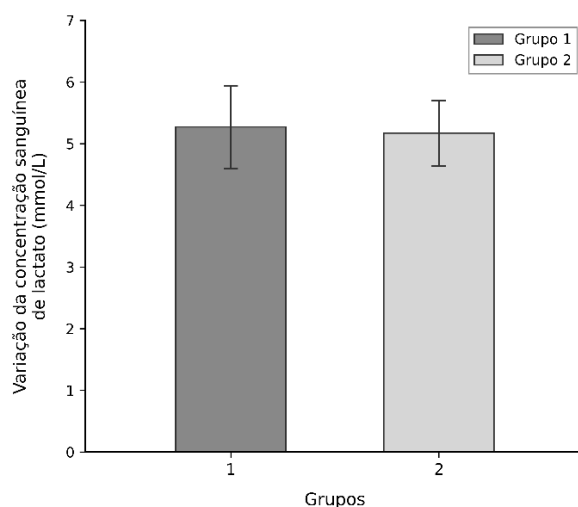


Figura 2 – Comparação da variação da concentração sanguínea de lactato entre os Grupos 1 e 2. Os valores representam a média $\pm$ desvio padrão da diferença entre o pico e o repouso.

Discussão

O presente estudo comparou as respostas da [LAC] de indivíduos com diferentes desempenhos no teste de 1RM para o exercício supino na barra guiada. Não foram encontradas diferenças significativas nas respostas entre os dois grupos investigados, o que corrobora os resultados encontrados em estudos prévios^{7,8,22,23}. Ressalta-se que, em McMillan et al.²², não houve diferenças na concentração de lactato sanguíneo entre treinados e não treinados aos cinco minutos após o exercício, embora os não treinados tenham apresentado valores maiores aos 90 minutos. Dessa forma, a hipótese de que indivíduos com diferentes desempenhos no teste de 1RM apresentariam respostas da [LAC] distintas, ao realizar um protocolo de treinamento equiparado, não foi confirmada nesta investigação.

Considerando que a quantidade de massa muscular é fator determinante para a produção de força⁵, indivíduos que dispõem de maior massa muscular para realizar uma tarefa podem apresentar maiores produções de lactato⁵. Além disso, Crewther et al.⁵ relatam que a resposta da [LAC] é influenciada pela capacidade de produção de força do indivíduo. O recrutamento das fibras do tipo II aumenta conforme a exigência de força cresce²⁴. Devido às propriedades mais glicolíticas dessas fibras, espera-se uma maior concentração de lactato ([LAC]) em exercícios com cargas mais elevadas¹. No presente

estudo, apesar de os grupos não terem sido submetidos à avaliação da massa muscular, o Grupo 1 apresentou maior valor no teste de 1RM e maior massa corporal em comparação ao Grupo 2 (Tabela 1). Ainda assim, não houve diferenças significativas da [LAC] entre os grupos.

Estudos previamente realizados também não apresentaram diferenças na resposta da [LAC] após indivíduos treinados e não treinados realizarem dois protocolos de TF^{8,25}. Tem sido considerado que o acúmulo do lactato sanguíneo não reflete o gasto energético fornecido pelo metabolismo glicolítico¹. Conforme argumentado por Buitrago et al.¹, a diferença entre o influxo de lactato na corrente sanguínea e sua captação por músculos, órgãos e tecidos é o que determina o acúmulo de lactato. Assim, quando o influxo de lactato é maior que sua captação, espera-se um aumento da [LAC]⁸. Nesta perspectiva, um sistema eficiente de transporte e captação de lactato pode contribuir para uma rápida diminuição na [LAC].

Os transportadores de monocarboxilatos (MCT), em especial o MCT 1 e o MCT 4, são proteínas que facilitam o transporte de lactato para dentro e para fora da célula dos músculos cardíaco e locomotor. Estudos demonstram que o desenvolvimento da capacidade aeróbica está correlacionado ($r = 0,7$; $p < 0,001$) com o aumento da quantidade de MCT 1²⁶, principalmente em unidades motoras lentas, e que o treinamento de força aumenta significativamente a quantidade de MCT 4 no músculo esquelético de homens saudáveis após treinamento de força²⁷. Embora, no presente estudo, a capacidade aeróbica dos indivíduos não tenha sido mensurada, o desempenho de força entre os grupos foi estatisticamente diferente (desempenho no teste de 1RM), evidenciando uma diferença na experiência de treinamento de força entre os indivíduos dos dois grupos. Assim, é possível que os indivíduos do Grupo 1 tenham sido mais eficientes no processo de remoção do lactato sanguíneo do que os indivíduos do Grupo 2 por possuírem maior quantidade disponível de MCT 4. Nesta perspectiva, provavelmente o Grupo 1 produziu e removeu maior quantidade de lactato sanguíneo, porém em proporções similares ao Grupo 2, o que pode justificar a resposta semelhante da [LAC] entre os grupos.

Outro fator que pode influenciar na resposta da [LAC] é a configuração do programa de treinamento⁵. Brown et al.⁶ demonstraram que indivíduos treinados apresentam maior [LAC] do que indivíduos

não treinados, quando realizado o número máximo de repetições a partir das intensidades de 60%, 70% e 80% de 1RM. No presente estudo, a carga de treinamento foi configurada para serem executadas seis repetições a 60% do valor encontrado no teste de 1RM. Dessa forma, uma das razões que diferenciam os resultados do presente estudo dos encontrados por Brown et al.⁶ pode ser explicada pela diferença na configuração da carga de treinamento utilizada, ao adotar um protocolo com característica de esforço submáximo.

Adicionalmente, estudos têm investigado a resposta da [LAC] em protocolos de treinamento realizados com diferentes durações da repetição, porém equiparados pela intensidade e volume^{4,9}. No estudo de Martins-Costa et al.⁹, foi demonstrado que a realização de um protocolo de treinamento com duração da repetição de 6 s promoveu uma maior [LAC], comparado a um protocolo de treinamento com 4 s de duração da repetição. Considerando que a duração da repetição é capaz de influenciar na resposta da [LAC], a falta de equiparação dessa variável representaria um viés importante na comparação da resposta da [LAC] de indivíduos com diferentes desempenhos no teste de 1RM, executando um protocolo de treinamento equiparado. No presente estudo, a duração das ações musculares foi controlada, monitorada e registrada, e não apresentou diferenças significativas entre os grupos investigados, o que demonstra que os grupos realizaram as repetições em durações similares, descartando a interferência da duração da repetição na resposta da [LAC] dos grupos investigados.

Outro fator que deve ser levado em conta na análise da resposta da [LAC] é o momento e o número de coletas de sangue durante a realização dos testes. Crewther et al.⁵ relatam que uma única coleta de sangue após o exercício não caracteriza adequadamente a variação metabólica apresentada pós-esforço, devido ao atraso na perfusão do lactato no sangue. Oliver et al.⁸ utilizaram oito momentos de coletas de sangue e não identificaram diferenças significativas na resposta da [LAC] entre os grupos analisados (treinados x não treinados). Já no estudo de Ahtiainen et al.⁷, as coletas de sangue foram realizadas apenas nos momentos pré-treinamento e 15, 30 e 60 minutos após os testes. Entretanto, assim como no presente estudo, não foi encontrada diferença significativa entre os dois grupos.

O presente estudo realizou coletas em oito momentos distintos, seguindo as orientações de

outros estudos^{5,8}, sendo em repouso, um minuto após o término de cada série, e 3, 6, 9 e 12 minutos após a realização do protocolo. Com esta metodologia, foi possível determinar o pico da [LAC] de cada indivíduo e grupo, que foi, em média, após a terceira série, e registrar a variação da [LAC] ao longo do tempo. Dessa forma, a resposta da [LAC] foi entendida como a diferença entre os valores encontrados na coleta em repouso e o valor de pico, ou seja, o delta da [LAC]. Por meio deste procedimento, a influência do tempo no processo de difusão do ácido láctico no sangue foi minimizada, rejeitando sua interferência nos resultados encontrados.

Este estudo possui limitações e sugestões para futuras pesquisas nesta temática. Seriam interessantes o registro e a análise da percepção subjetiva de esforço em cada série, e a coleta da amplitude e frequência do sinal eletromiográfico. Estes procedimentos poderiam apresentar informações relacionadas à ativação muscular e fadiga. Essas informações adicionais poderiam ser analisadas juntamente com a resposta da [LAC] e, assim, contribuir para o entendimento da resposta fisiológica que ocorre em função da experiência no TF.

Conclusão

Por meio deste estudo, pode-se concluir que indivíduos com maior desempenho de força no teste de 1RM no exercício supino reto guiado não apresentam maior resposta da [LAC] do que indivíduos com menor desempenho, quando executam um protocolo de treinamento de força equiparado com característica de esforço submáximo. Entretanto, ainda são necessárias mais pesquisas que investiguem a [LAC] após a utilização de protocolos de treinamento com intensidades próximas da máxima e que exijam a realização do número máximo de repetições em indivíduos com diferentes níveis de treinamento.

Agradecimentos

Agradecemos a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio prestado.

Financiamento

Não houve.

Conflito de Interesses

Não há conflito de interesse por parte de qualquer autor.

Contribuições dos Autores

Conceituação: GFP, LTL. Metodologia: GFP, RCRD, MHC, FVL, LTL. Investigação e coleta de dados: GFP, RCRD, SAR, LTL. Curadoria de dados e análise formal: GFP, LTL. Supervisão: GFP, LTL. Escrita – rascunho original: GFP, DAB, LTL. Escrita – revisão e edição: GFP, ABGB, RCRD, DAB, SAR, MHC, FVL, LTL. Todos os autores leram e aprovaram a versão final do manuscrito e concordam em ser responsáveis por todos os aspectos do trabalho.

Declaração de Responsabilidade

As opiniões expressas neste artigo são de responsabilidade exclusiva dos autores e não representam necessariamente a posição oficial das instituições às quais estão vinculados.

Disponibilidade de Dados

Mediante solicitação ao autor correspondente.

Declaração sobre o Uso de Inteligência Artificial

Nenhuma ferramenta de Inteligência Artificial (IA) foi utilizada.

Referências

- Buitrago S, Wirtz N, Flenker U, Kleinöder H. Physiological and metabolic responses as function of the mechanical load in resistance exercise. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2014;39:345-50.
- Andrade J, Esteves D, Ferraz R, Marques DL, Branquinho L, Marinho DA, Marques MC, Neiva HP. Acute effects of heavy strength training on mechanical, hemodynamic, metabolic, and psychophysiological parameters in young adult males. *Sports (Basel)*. 2022 Nov 30;10(12):195.
- Lacerda LT, Martins-Costa HC, Diniz RCR, Lima FV, Andrade AGP, Tourino FD, et al. Variations in repetition duration and repetition numbers influence muscular activation and blood lactate response in protocols equalized by time under tension. *J Strength Cond Res*. 2016;30(1):251-8.
- Takarada Y, Nakamura Y, Aruga S. Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. *J Appl Physiol*. 2000;88:61-5.
- Crewther B, Cronin J, Keogh J. Possible stimuli for strength and power adaptation: acute metabolic responses. *Sports Med*. 2006;36(1):65-78.
- Brown S, Thompson W, Bailey J. Blood lactate response to weightlifting in endurance and weight trained men. *J Appl Sport Sci Res*. 1990;4(4):122-30.
- Ahtiainen JP, Pakarinen A, Kraemer WJ. Acute hormonal responses to heavy resistance exercise in strength athletes versus nonathletes. *Can J Appl Physiol*. 2004;29(5):527-43.
- Oliver M, Mitchell J, Phillips M, Jones M. Acute responses to cluster sets in trained and untrained men. *Eur J Appl Physiol*. 2015;115(11):2383-93.
- Martins-Costa HC, Diniz RCR, Lima FV, Machado SC, Almeida RSV, Andrade AGP, et al. Longer repetition duration increases muscle activation and blood lactate response in matched resistance training protocols. *Motriz: Rev Educ Fis*. 2016;22:35-41.
- Vollestad NK, Tabata I, Medbo J. Glycogen breakdown in different human muscle fibre types during exhaustive exercise of short duration. *Acta Physiol Scand*. 1992;144:135-41.
- Mazzetti SA, Wolff C, Collins B, Kolankowski MT, Wilkerson B, Overstreet M, et al. Influence of differences in exercise-intensity and kilograms/set on energy expenditure during and after maximally explosive resistance exercise. *Int J Exerc Sci*. 2011;4(4):273-82.
- Scott C. Contribution of blood lactate to the energy expenditure of weight training. *J Strength Cond Res*. 2006;20(2):404-11.
- Popov DV, Lysenko EA, Bachinin AV, Miller TF, Kurochkina NS, Kravchenko IV, et al. Influence of resistance exercise intensity and metabolic stress on anabolic signaling and expression of myogenic genes in skeletal muscle. *Muscle Nerve*. 2015;51(3):434-42.
- Stone M, Pierce K, Godsen D. Heart rate and lactate levels during weight-training in trained and untrained men. *Phys Sportsmed*. 1987;15(5):97-105.
- Takarada Y, Ishii N. Effects of low-intensity resistance exercise with short intersets rest period on muscular function in middle-aged women. *J Strength Cond Res*. 2002;16(1):123-8.
- Diniz RCR, Martins-Costa HC, Machado SC, Lima FV, Chagas MH. Repetition duration influences ratings of perceived exertion. *Percept Mot Skills*. 2014;118:261-73.
- Martins-Costa HC, Diniz RCR, Machado SC, Lima FV, Chagas MH. Impacto de diferentes velocidades de movimento no tempo de transição entre ações musculares excêntricas e concêntricas. *Motricidade*. 2012;8:365-72.
- Ritti-Dias RM, Cyrino ES, Salvador EP, Soares-Caldeira LF, Nakamura FY, Papst RR, et al. Influence of familiarization process on muscular strength assessment in 1-RM tests. *Rev Bras Med Esporte*. 2005;11:39-42.
- Soares-Caldeira LF, Ritti-Dias RM, Okuno NM, Cyrino ES, Gurjão ALD, Ploutz-Snyder LL. Familiarization indexes in sessions of 1-RM tests in adult women. *J Strength Cond Res*. 2009;23(7):2039-45.
- Kraemer WJ, Ratamess NA. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36:674-88.

21. Wernbom M, Augustsson J, Thomeé R. The influence of frequency, intensity, volume and mode of strength training on whole muscle cross-sectional area in humans. *Sports Med.* 2007;37(3):225-64.
22. McMillan JL, Stone MH, Sartin J. 20-hour physiological responses to a single weight-training session. *J Strength Cond Res.* 1993;7(1):9-21.
23. Ahtiainen JP, Pakarinen A, Alen M. Muscle hypertrophy, hormonal adaptations and strength development during strength training in strength-trained and untrained men. *Eur J Appl Physiol.* 2003;89(6):555-63.
24. Vollestad NK, Vaage O, Hermansen L. Muscle glycogen depletion patterns in type I and subgroups of type II fibres during prolonged severe exercise in man. *Acta Physiol Scand.* 1984;122(4):433-41.
25. Kraemer WJ, Fleck SJ, Maresh CM, Ratamess NA, Gordon SE, Goetz KL, et al. Acute hormonal responses to a single bout of heavy resistance exercise in trained power lifters and untrained men. *Can J Appl Physiol.* 1999;24:524-37.
26. Juel C. Current aspects of lactate exchange: lactate/H⁺ transport in human skeletal muscle. *Eur J Appl Physiol.* 2001;86(1):12-6.
27. Dubouchaud H, Butterfield GE, Wolfel EE, Bergman BC, Brooks GA. Endurance training, expression and physiology of LDH, MCT1, and MCT4 in human skeletal muscle. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2000;278:571-9.

Recebido: 23/05/2024

Revisado: 24/03/2025

Aprovado: 05/10/2026

Editor Chefe

Jonato Prestes

Universidade Católica de Brasília

Editor de Seção

Jonato Prestes

Universidade Católica de Brasília
