

## Determinação e controle da intensidade e volume do treinamento de força na pesquisa nas ciências do exercício e sua aplicação

### Determination and control of resistance training intensity and volume in exercise science research and its application

Juan Ramón Heredia-Elvar<sup>1,2</sup> , Guillermo Peña García-Orea<sup>2</sup> , José Luis Mate Muñoz<sup>1</sup> , Juan Hernández Lougedo<sup>1</sup> , Levy Anthony de-Oliveira<sup>3</sup> , Marzo Edir Da Silva-Grigoletto<sup>3</sup> 

1. Universidad Alfonso X el Sabio, Madrid, Espanha

2. Instituto Internacional Ciencias Ejercicio Físico y Salud, Alicante, Espanha

3. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Brasil

#### RESUMO

Nos estudos iniciais, que documentaram os efeitos positivos do treinamento com pesos e a execução de esforços musculares repetidos, o propósito da ciência de conhecer a melhor maneira de definir, controlar e dosar o treinamento de força tem sido uma das questões que concentraram o maior interesse e esforço. Trata-se de uma questão extremamente importante, pois os resultados originários dos trabalhos científicos de maior qualidade devem possibilitar a continuação da geração do corpo de conhecimento que ajuda a melhorar a metodologia do treinamento e, portanto, as participações na prática dos profissionais. Para que isso seja cumprido, os estudos científicos devem ter, entre outros atributos, um método preciso de determinação e controle das variáveis que definem o estímulo do treinamento proposto, a fim de verificar a relação entre ele e os efeitos produzidos. No entanto, se isso não acontecer, pesquisadores e profissionais do treinamento correm o risco de tomar decisões sobre a configuração dos estímulos (manipulação das variáveis da carga) com base em conclusões científicas “falsas” ou incertas, na melhor das hipóteses.

**Palavras-chave:** variáveis, dosagem, quantificação, carga, intensidade, volume.

#### ABSTRACT

In early studies, where the positive effects of resistance training and repeated muscular efforts were documented, the purpose of science to know the best way to define, control, and dose strength training has been one of the issues that have concentrated the greatest interest and effort. This issue is extremely important since the results that originate from the highest quality scientific works should make it possible to continue generating the body of knowledge that helps to improve the training methodology and, therefore, the participation in the practice of the professionals. For this to be accomplished, scientific studies must have, among other attributes, a precise method for determining and controlling the variables that define the proposed training stimulus to verify the relationship between it and the effects produced. However, if this does not happen, the researchers and training professionals themselves run the risk of making decisions about the configuration of the stimuli (manipulating the variables of the load) based on “false” scientific conclusions, or in the best of cases, uncertain.

**Keywords:** variables; dosage; quantification; load; intensity; volume.

Recebido em: 22 de maio de 2021; Aceito em: 20 de julho de 2021.

Correspondência: Marzo Edir Da Silva-Grigoletto, Prof. Arício Guimarães Fortes 321/902, 49037-060 Aracaju, SE, Brasil. [dasilvame@gmail.com](mailto:dasilvame@gmail.com)

## Introdução

O treinamento de força tem sido utilizado há décadas para melhorar o desempenho atlético, a saúde e a qualidade de vida de seus praticantes. No entanto, desenhar um programa de treinamento de força não é uma tarefa fácil. Muitos fatores interferem no estímulo do treinamento e é necessário conhecer os princípios do treinamento, como os princípios da adaptação, da sobrecarga progressiva e da individualidade biológica, por exemplo, uma vez que regem a segurança e a efetividade do treinamento [1,2].

A configuração do estímulo do treinamento de força depende da manipulação de um conjunto de variáveis que interagem entre si, como o tipo e a ordem dos exercícios, a magnitude da carga, o número de repetições e séries, a duração dos descansos entre repetições, séries e exercícios [1-4]. A manipulação de qualquer uma dessas variáveis ou indicadores terá repercussões diferentes sobre o tipo e a magnitude da resposta fisiológica e, conseqüentemente, sobre a resposta adaptativa provocada pelo treinamento de força [1,2].

Neste artigo, vamos propor uma revisão crítica sobre a forma como a pesquisa científica e a prática esportiva tradicionalmente determinaram, controlaram e programaram o volume e a intensidade, duas variáveis de intervenção (ou variáveis independentes) fundamentais e constituintes da “carga de treinamento”. Apresentaremos também outras alternativas que, à luz de novas evidências, parecem desfrutar de maior grau de precisão e validade para este objetivo.

## A definição, controle e determinação da intensidade no treinamento de força

A literatura científica identifica a intensidade do treinamento de força em relação a determinados indicadores, vejamos abaixo aqueles que são considerados como “padrões ouro”, analisando sua validade, utilidade e aplicabilidade.

### *Intensidade de treinamento como porcentagem da repetição máxima (%1RM)*

Tradicionalmente, o valor da repetição máxima (1RM), avaliada individualmente ou estimada indiretamente, é geralmente expressa em quilogramas (kg), e a definição da intensidade, tomando como referência a RM, é realizada com base nos percentuais da referida RM obtida anteriormente [1,4].

Nesse sentido, essa forma de determinar e dosar a intensidade relativa apresenta certas desvantagens que limitam sua aplicabilidade à prática diária de treinamento, como, por exemplo [5,6]: 1) a avaliação direta da RM é demorada e pode estar associada a lesões quando é realizada incorretamente ou por sujeitos iniciantes, além de ser impraticável para grandes grupos de atletas; 2) o valor da RM é complexo de medir, e geralmente o valor obtido é impreciso, ou seja, não é real. Esta situação implica que cada carga absoluta que é usada tomando como referência uma RM con-

siderada não real, sempre representará uma porcentagem diferente da programada. Somente se a velocidade da RM for medida pode-se ter certeza de que o valor obtido pode ser mais preciso [7]; 3) a alta variabilidade ou oscilação do valor atual da RM ao longo do tempo, o que implicaria a necessidade de realizar avaliações constantemente, em cada um dos exercícios, para reajustar o cálculo da carga absoluta correspondente à carga relativa programada de acordo com a capacidade de desempenho atual do sujeito.

### *Intensidade de treinamento como o número máximo de repetições possíveis (n°RM ou XRM)*

O número máximo de repetições possíveis de realizar em uma série com uma carga absoluta submáxima (por exemplo, de 6RM, 10RM) tem sido sugerido como procedimento para definir, programar e dosar a intensidade e até mesmo estimar o valor da 1RM, através de equações de regressão validadas para exercícios específicos [8-11]. Esses procedimentos são realizados assumindo a existência de um número médio aproximado de repetições máximas por série que podem ser realizadas com cada percentual de 1RM, de acordo com o tipo de exercício e o nível de treinamento do sujeito [9,10,12], e, portanto, considera-se que um certo número de repetições máximas representa uma intensidade relativa específica (%1RM). Embora essa abordagem elimine a necessidade de realizar um teste direto de 1RM, também não está isenta de desvantagens:

1. Realizar repetições até a falha muscular (XRM) é uma prática desnecessária para o treinamento, que pode até ser contraproducente para a melhoria do desempenho em ações de alta velocidade [13-17].
2. A realização do mesmo número de repetições máximas com certa carga absoluta não representa, em todos os casos, a mesma intensidade relativa entre diferentes sujeitos, uma vez que nem todos podem realizar o mesmo XRM ante a mesma intensidade relativa [18]. Portanto, se o mesmo XRM for programado para um grupo de sujeitos, muitos deles poderiam estar treinando com uma intensidade relativa diferente, dada a alta variabilidade interindividual que parece existir no número máximo de repetições que podem ser feitas ante a mesma %1RM [19]. Assim, vários estudos relataram coeficientes de variação de ~20 a ~50% para o número máximo de repetições possíveis de realizar em diferentes cargas relativas (50-90% 1RM) [9,10,18,20-22].
3. Além do exposto acima, depois de realizar a primeira série até a falha muscular com uma certa carga absoluta, o número de repetições na série seguinte será inevitavelmente reduzido independentemente do tempo de recuperação [23]. No entanto, inúmeros estudos e artigos científicos [1,4,24] descreveram e propuseram a possibilidade real de realizar várias séries consecutivas com intensidades relativas, a mesma carga absoluta, um número de repetições por série e tempos de recuperação entre séries praticamente impossíveis de serem cumpridos na prática, por exemplo, 3x 8-12 (70-85% 1RM)/1-2 min.

### *Intensidade de treinamento como velocidade de execução na ação concêntrica (VMP da 1ª repetição)*

Atualmente, como resultado dos avanços tecnológicos que permitem medir a velocidade de execução em exercícios com pesos livres, há a possibilidade de determinar/estimar, com alto grau de precisão, a intensidade relativa (%1RM) que representa a carga absoluta usada na sessão de treinamento, a partir da primeira (ou mais rápida) repetição da série, sempre executada a máxima velocidade possível [5,25-28], tudo através de equações de regressão específicas para cada exercício. Isso ocorre porque a velocidade média propulsiva da repetição mais rápida da série está intrinsecamente associada à magnitude relativa da carga (%1RM), e, portanto, cada %1RM tem sua própria velocidade [5]. Além disso, a velocidade de execução associada a cada percentual da RM é diferente e específica para cada exercício, pois a velocidade com que a RM é atingida é diferente para cada exercício [5,7]. Esses achados são muito relevantes para os profissionais do exercício, não apenas para resolver os problemas existentes para controlar e dosar a intensidade do treinamento em tempo real e com alta precisão, mas para permitir estudar e conhecer pela primeira vez a verdadeira relação dose-resposta do treinamento realizado.

Portanto, a velocidade na ação concêntrica é um indicador objetivo e muito confiável da intensidade do treinamento de força e, sempre que possível, deve ser adequadamente controlado em qualquer treinamento de força (em vez de usar %1RM ou um XRM) [5,6]. Para que isso seja cumprido, a única condição é que a carga sempre se mova na velocidade máxima possível na fase concêntrica [5].

Neste ponto, é necessário não apenas ter analisado a forma como a intensidade deve ser controlada, programada e determinada, mas também propor uma definição inequívoca dela para o treinamento de força. Nesse sentido, diremos que a intensidade será representada pelo “grau de esforço envolvido na realização da primeira repetição da série realizada a máxima velocidade possível” [5,6]. A partir dessa definição de intensidade aplicada ao treinamento de força, é essencial registrar a necessidade de não confundir “intensidade” com o grau de esforço ou fadiga envolvido na realização de todas as repetições programadas para a série. Por exemplo, não há dúvida de que realizar 3x10 (70% 1RM) representa um grau de esforço maior que 3x5 (70% 1RM), no entanto, a intensidade utilizada seria a mesma em ambos os casos (70%).

### *Intensidade de treinamento, como repetições na reserva (RIR)?*

Algumas publicações têm sugerido usar o valor das “repetições na reserva” (RIR), entendido como o número de repetições deixadas de serem realizadas em uma série até a falha [29,30], como indicador da intensidade do treinamento de força. Embora esse valor seja de interesse no campo da pesquisa e útil para o ajuste da carga, não é menos verdade que tem sido mal interpretado no momento da aplicação pelos profissionais, uma vez que tem sido proposto como uma alternativa para a definição da carga, e especificamente da intensidade.

Isso não seria possível, principalmente, porque a definição de um estímulo pelas repetições na reserva (RIR) a ser realizada não permitiria ter as informações sobre as características dos estímulos a serem aplicados. Por exemplo, poderíamos programar RIR de (-2) para um determinado exercício em cada série. No entanto, esse valor numérico não permite conhecer o estímulo aplicado, a menos que seja complementado pelo número de repetições que são possíveis de realizar com essa carga absoluta. Ou seja, a RIR é o resultado da diferença entre as repetições executadas e o máximo alcançável na série (posteriormente definido como “caráter de esforço”), mas não pode ser usada ou aplicada, por si só, para determinar o estímulo do treinamento.

## Quantificação, controle e dosagem do volume no treinamento de força

A literatura científica identifica o volume de treinamento de força em relação a determinados indicadores, vejamos abaixo os indicadores considerados como “padrões ouro”, sendo necessário analisar a validade, utilidade e aplicabilidade de cada um.

### *O volume de treinamento como o número total de repetições realizadas*

Na maior parte da literatura sobre treinamento de força, a forma tradicional e básica de quantificar e expressar o volume é através do número total de repetições realizadas em um determinado exercício, uma sessão de treinamento ou qualquer estrutura temporal do cronograma (semana, mês, ciclo, etc.), e a soma total de repetições de uma sessão de treinamento depende do número de exercícios e séries e das repetições por série [1,4,31]. Assim, o mais comum em estudos científicos (e programas de treinamento) é prescrever o volume de cada série através de um número pré-definido de repetições para todos os sujeitos de um grupo que treina com certa intensidade relativa.

Da mesma forma, a partir deste simples procedimento de quantificação do volume, inúmeros estudos têm proposto multiplicar o número total de repetições (série x repetições) pela carga absoluta (kg) utilizada em cada exercício [32-34], obtendo um valor absoluto de quilogramas ou tonelagem (por exemplo, 3 x 10 x 50 kg = 1500 kg). No entanto, não faz sentido comparar medidas de carga volumétrica absoluta (kg, tonelagem) entre diferentes indivíduos e/ou exercícios, uma vez que essa medida também não reflete o grau de esforço representado por esse volume. Diante desse tipo de limitações, outros autores propuseram considerar o número total de repetições realizadas em relação à intensidade relativa individual (%1RM) para obter um parâmetro mais individualizado do esforço que representa o volume realizado (volume relativo = série x repetições x %1RM) [33]. Ao vincular o volume (série x repetições) com o percentual da 1RM, obtém-se um valor em unidades arbitrárias que expressa com mais precisão o impacto do treinamento, e permite que comparações sejam feitas entre diferentes indivíduos [4]. No entanto, este procedimento também

poderia dar resultados de volumes idênticos, mas representando estímulos totalmente diferentes (por exemplo, 3x10x70% seria o mesmo valor de volume relativo de 10 x 3 x 70%).

A verdade é que todas essas abordagens tradicionais para a expressão e quantificação do volume assumem que quando um grupo de sujeitos realiza o mesmo número de repetições por série de um exercício e com a mesma intensidade relativa, o grau de esforço programado e o esforço real associado a ele é equivalente entre eles. No entanto, isso pode não ser o caso, uma vez que se durante uma sessão todos os sujeitos realizaram o mesmo número de repetições por série ante uma mesma carga relativa (%1RM), é muito provável que muitos deles estivessem atingindo um grau de esforço ou fadiga diferente, como foi mencionado. Se assumirmos essa situação, em todos os estudos em que o volume foi controlado e dosado por um número pré-determinado de repetições por série igual para todos os sujeitos, o grau de fadiga gerado ou o grau de esforço realizado poderia ter sido diferente para a maioria deles. A pergunta que permanece no ar é: Como esse problema pode ter influenciado os resultados dos estudos e as conclusões derivadas deles?

Em ambos os casos, o volume de treinamento sempre terá pouco ou nenhum valor se não for acompanhado pela variável intensidade, corretamente determinada e controlada [6]. Ou seja, o volume de treinamento não pode ser um componente da carga que sozinho caracteriza ou define com precisão o tipo de estímulo utilizado.

#### *Perda de velocidade na série (%PV) como procedimento para controlar e dosar o volume de treinamento*

O volume do treinamento deve ser definido, controlado e dosado de forma mais concreta e objetiva pela perda relativa de velocidade alcançada na série (expressa como a diferença percentual entre a velocidade da repetição mais rápida - a primeira e a mais lenta - a última - da série) [19], e apenas em sua ausência pelo número total de repetições realizadas (assumindo as desvantagens ou limitações mencionadas anteriormente). Para a mesma perda de velocidade na série, este procedimento permite que um grau semelhante de esforço ou fadiga seja alcançado entre sujeitos que realizam um protocolo de treinamento com a mesma intensidade relativa, mesmo que realizem diferentes repetições [19], ou seja, o que equaliza o esforço ao longo de uma série é a perda relativa de velocidade, e não o número de repetições realizadas com a mesma carga relativa [19]. Isso é assim, porque a diminuição da velocidade de execução durante um conjunto de repetições é diretamente proporcional ao aumento da fadiga neuromuscular, se o esforço for máximo em sua ação concêntrica [6,35].

Portanto, em vez de programar e realizar um número fixo ou pré-determinado de repetições, a alternativa mais adequada para definir o volume de treinamento deve ser parar ou terminar cada série assim que uma certa magnitude ou porcentagem de perda de velocidade for atingida na série, dependendo do objetivo [12,16,19,36].

### *Volume de treinamento como tempo sob tensão (TUT)?*

O volume de treinamento está diretamente relacionado com a duração ou o tempo da magnitude do estímulo. É por essa razão que, em alguns estudos, o volume tem sido associado ao tempo em que se está “sob tensão” ao realizar um exercício [37]. No entanto, o tempo necessário para completar uma série depende de diferentes fatores, como o número de repetições, a velocidade de execução para cada repetição na fase concêntrica, a velocidade de execução para cada repetição na fase excêntrica, o tempo de transição entre a fase concêntrica e excêntrica, o intervalo de tempo entre repetições, a carga relativa, e assim por diante. Todos esses fatores determinantes do tempo sob tensão são difíceis de controlar, interagindo uns com os outros e, portanto, não podem expressar um valor que representa objetivamente o volume do treinamento de força.

Da mesma forma, não é possível propor um tempo de execução definido pela repetição (por exemplo 2:0:2) e que isso seja mantido ao longo de um número de repetições máximas quando se programa volumes próximos da falha muscular.

## **Definição e controle da magnitude do estímulo ou da carga de treinamento de força**

Nas seções anteriores, aprofundamos a necessidade de rever e atualizar a forma como as variáveis de intensidade e volume no treinamento de força são definidas e controladas individualmente. No entanto, para o mesmo exercício, a magnitude da carga de treinamento seria determinada pela interação de ambas as variáveis (volume e intensidade), e através dela o grau de esforço “global” representado pelo estímulo de treinamento pode ser precisamente definido e avaliado [6].

### *A carga de treinamento como caráter de esforço (CE)*

No treinamento de força o “caráter do esforço” (CE) é o fator que expressa a relação entre o esforço feito e o alcançável ou possível que o sujeito possa manifestar a qualquer momento [37] e, portanto, será determinado pela relação entre o número de repetições realizadas por série com relação ao máximo possível de realizar nesse mesmo exercício, com o mesmo peso e nesse mesmo momento [12,38]. A carga de treinamento através desse fator é expressa e programada indicando o número de repetições a ser realizado por série (o que representa o volume) e, entre parênteses, o número máximo de repetições que o sujeito poderia realizar com o peso indicado (o que representa a intensidade relativa).

O CE, portanto, relaciona-se e define a magnitude do estímulo ou carga de treinamento, mas não deve ser confundido com a intensidade do treinamento em si. O CE pode ser um procedimento muito prático, disponível para todos os profissionais e aplicável à maioria dos exercícios. Sua principal vantagem, além do imediatismo de sua programação sem a necessidade de realizar qualquer tipo de teste, é que o esforço feito será ajustado mais precisamente ao esforço programado e, portanto, poderá expressar o grau de esforço feito pelo sujeito em cada um dos exercícios. Ressalta-se

que a aplicação dessa metodologia requer um processo educativo cuidadoso e envolvimento por parte do treinador e atleta [37].

*O índice de esforço (IE) como valor da magnitude da carga de treinamento de cada exercício*

De tudo que foi exposto anteriormente se deduz que a definição e quantificação do grau de esforço realizado durante o treinamento de força é expressa e determinada através da relação entre a intensidade e o próprio volume. Controlando a velocidade de execução podemos avaliar com precisão o grau de esforço ou grau de fadiga que um sujeito experimentou durante o treinamento através da velocidade da primeira repetição (que pode ser usada para determinar a intensidade relativa) e a porcentagem de perda de velocidade na série (que pode ser usada para determinar o volume), uma vez que ambas as variáveis influenciam significativamente o grau de estresse induzido pelo treinamento de força [6,12,16]. Esses mesmos avanços permitiram o surgimento de um indicador numérico de alta validade, que representa, prevê e quantifica o grau de esforço ou fadiga que significou uma série ou conjunto de séries, chamado “índice de esforço” (IE), e que é específico para cada exercício [39]. Este índice é definido pelo produto do valor da velocidade da primeira (mais rápida) repetição pelo valor da perda relativa de velocidade na série, e tem se mostrado intimamente relacionado a indicadores de estresse metabólico ( $r = 0,95$  e  $0,90$  para supino reto e agachamento, respectivamente) e variáveis mecânicas de fadiga, como a perda relativa da velocidade pré-pós esforço com a carga que pode ser deslocada a  $1 \text{ m/s}$  ( $r = 0,98$  e  $0,91$  para supino reto e agachamento, respectivamente) e a perda de altura no CMJ ( $r = 0,93$ ) [39]. Desta forma, a mesma magnitude de carga (índice ou grau de esforço) pode ser obtida combinando diferentes valores de intensidade (velocidade da primeira repetição) e volume (%perda de velocidade intra-série).

Com este novo indicador numérico, verificou-se também que o mesmo valor ou resultado induz e representa um grau equivalente de fadiga, independentemente da velocidade da primeira repetição e da perda de velocidade intra-série, pelo menos para intensidades relativas de 50 a 80% 1RM [39].

$$\text{IE} = \text{VMP } 1^{\circ} \text{ repetição} \times \% \text{ PV}$$

VMP = velocidade média propulsiva da 1ª repetição da série

%PV = percentual de perda de velocidade na série

Considerando essas informações, é fácil entender que uma intensidade baixa ou moderada (45-70% 1RM, ou seja, média ou alta velocidade), combinada com um alto número de repetições por série (12 a 15 ou mais, ou seja, alta perda de velocidade), pode resultar em um alto “índice de esforço” (grau de fadiga) (Tabela I). Então, que necessidade haveria em recomendar ou prescrever cargas do tipo 3 x 12-15RM em programas voltados para pessoas sedentárias, destreinadas ou com determinadas patologias?

**Tabela I** - Índice de esforço de intensidades entre 40 e 95% com diferentes perdas de velocidade (10 a 55%) no exercício agachamento completo

Intensidade relativa	Perda de velocidade média propulsiva na série (%)										
	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	
%1RM (VMP m/s)											
40% (~1.28 m/s)	12,8	19,2	25,5	31,8	38,1	44,5	50,8	57,1	63,5	69,8	
45% (~1.20 m/s)	12,1	18,1	24,1	30,0	36,0	42,0	47,9	53,9	59,9	65,9	
50% (~1.13 m/s)	11,4	17,0	22,6	28,3	33,9	39,5	45,1	50,7	56,3	61,9	
55% (~1.06 m/s)	10,7	15,9	21,1	26,5	31,7	37,0	42,2	47,5	52,8	58,0	
60% (~0.98 m/s)	10,0	14,9	19,8	24,7	29,6	34,5	39,4	44,3	49,2	54,1	
65% (~0.90 m/s)	9,3	13,8	18,4	22,9	27,4	32,0	36,5	41,1	45,6	50,2	
70% (~0.83 m/s)	8,5	12,7	16,9	21,1	25,3	29,5	33,7	37,9	42,1	46,3	
75% (~0.75 m/s)	7,8	11,7	15,5	19,3	23,2	27,0	30,8	34,7	38,5	42,4	
80% (~0.68 m/s)	7,1	10,6	14,1	17,5	21,0	24,5	28,0	31,5	35,0	38,4	
85% (~0.60 m/s)	6,4	9,5	12,6	15,8	18,9	22,0	25,1	28,3	31,4	34,5	
90% (~0.52 m/s)	5,7	8,4	11,2	14,0	16,7	19,5	22,3	25,1	27,8	30,6	
95% (~0.44 m/s)	4,9	7,4	9,8	12,2	14,6	17,0	19,4	21,9	24,3	26,7	

Pode-se ver como uma baixa intensidade de treinamento (por exemplo, 45%) sempre assume um índice de esforço maior do que uma intensidade moderada (por exemplo, 70%) pela mesma perda de velocidade [39].

## Conclusões para a prática e pesquisa nas ciências do exercício

Para um mesmo exercício, a intensidade e o volume são as variáveis mais determinantes do efeito do treinamento de força [1,40], portanto, sua determinação e controle devem ser realizados utilizando uma metodologia precisa e validada. No entanto, a determinação tradicional e a dosagem da intensidade utilizando os percentuais da RM apresentam inconvenientes que limitam sua aplicabilidade à prática cotidiana, como, por exemplo, a alta variabilidade do valor da RM no dia a dia. Por sua vez, qualquer estudo ou protocolo de treinamento que estabeleça a determinação da intensidade através de um número máximo de repetições estará incorrendo na alta

probabilidade de proporcionar uma intensidade relativa diferente para cada sujeito, além de gerar um grau de fadiga certamente desnecessário e contraproducente. Por outro lado, o controle e a dosagem do volume de treinamento, por meio do mesmo número de repetições por série ante uma certa intensidade, é um procedimento cujo grau de esforço ou fadiga resultante (perda de velocidade na série) será desigual para cada um dos sujeitos treinados. Portanto, esses procedimentos tradicionais de controle de ambas as variáveis não são os mais adequados ou racionais, nem para a pesquisa científica nem para a prática esportiva. No entanto, quando os recursos ou o tempo necessário para controlar e ajustar a carga de treinamento objetivamente não estiverem disponíveis, o uso do “caráter de esforço” em função do número de repetições será uma prática alternativa suficientemente precisa e apropriada.

Esse cenário deve nos fazer refletir se o conhecimento adquirido sobre o treinamento de força, a partir de estudos científicos nos quais o volume e a intensidade não foram devidamente controlados podem ser suficientemente válidos e aplicáveis. Em nossa opinião, talvez devêssemos “refazer” parte do caminho percorrido neste campo, para avançar firmemente na investigação e na metodologia do treinamento no futuro. É por isso que a pesquisa nas ciências do exercício deve considerar o uso da velocidade de execução como referência para a dosagem e controle da carga de treinamento e o efeito que produz, o que também permitiria comparar o treinamento programado ou previsto com o realizado nos estudos.

#### Potencial conflito de interesse

Nenhum conflito de interesses com potencial relevante para este artigo foi reportado.

#### Fontes de financiamento

Não houve fontes de financiamento externas para este estudo.

#### Contribuição dos autores

**Concepção e desenho da pesquisa:** Heredia-Elvar JR, García-Orea GP, Da Silva-Grigoletto ME. **Obtenção de dados:** Não se aplica. **Análise e interpretação dos dados:** Não se aplica. **Análise estatística:** Não se aplica. **Obtenção de financiamento:** Não se aplica. **Redação do manuscrito:** Heredia-Elvar JR, García-Orea GP, Mate-Muñoz JL, Lougedo JH, de-Oliveira LA. **Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante:** Da Silva-Grigoletto ME.

## Referências

1. De Lorme TL. Restoration of muscle power by heavy resistance exercises. *J Bone Joint Surg* [Internet]. 1945 [cited 2021 Sep 14];27(4):645-67. Available from: [https://journals.lww.com/jbjsjournal/abstract/1945/27040/restoration\\_of\\_muscle\\_power\\_by\\_heavy\\_resistance.14.aspx](https://journals.lww.com/jbjsjournal/abstract/1945/27040/restoration_of_muscle_power_by_heavy_resistance.14.aspx)
2. Houtz SJ, Parrish AM, Hellebrandt FA. The influence of heavy resistance exercise on strength. *Phys Ther* 1946;26(6):299-304. doi: 10.1093/ptj/26.6.299
3. Bird SP, Tarpinning KM, Marino FE. Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness: a review of the acute programme variables. *Sports Med* 2005;35(10):841-51. doi: 10.2165/00007256-200535100-00002
4. Kraemer WJ, Ratamess NA. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36(4):674-88. doi: 10.1249/01.mss.0000121945.36635.61
5. González-Badillo JJ, Sánchez-Medina L. Movement velocity as a measure of loading intensity in

- resistance training. *Int J Sports Med* 2010;31(05):347-52. doi: 10.1055/s-0030-1248333.
6. González Badillo JJ, Sánchez-Medina L, Pareja-Blanco F, Rodríguez-Rosell D. La velocidad de ejecución como referencia para la programación, control y evaluación del entrenamiento de fuerza. Murcia: Ergotech Consulting; 2017.
  7. González-Badillo JJ. Bases teóricas y experimentales para la aplicación del entrenamiento de fuerza al entrenamiento deportivo. *Infocoes* 2000;5(2):3-14.
  8. Brzycki M. Strength testing-predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance* 1993;64(1):88-90. doi: 10.1080/07303084.1993.10606684
  9. Hoeger WWK, Hopkins DR, Barette SL, Hale DF. Relationship between Repetitions and selected percentages of one repetition maximum: a comparison between untrained and trained males and females. *J Strength Cond Res* [Internet]. 1990 [cited 2021 Sep 14];4(2). Available from: [https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/1990/05000/Relationship\\_between\\_Repetitions\\_and\\_Selected.4.aspx](https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/1990/05000/Relationship_between_Repetitions_and_Selected.4.aspx)
  10. Sakamoto A, Sinclair PJ. Effect of movement velocity on the relationship between training load and the number of repetitions of bench press. *J Strength Cond Res* 2006;20(3):523. doi: 10.1519/16794.1
  11. Kraemer WJ, Deschenes MR, Fleck SJ. Physiological adaptations to resistance exercise: implications for athletic conditioning. *Sports Med* 1988;6(4):246-56. doi: 10.2165/00007256-198806040-00006
  12. Sánchez-Medina L, González-Badillo JJ. Velocity loss as an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. *Med Sci Sports Exerc* 2011;43(9):1725-34. doi: 10.1249/MSS.0b013e318213f880
  13. Izquierdo-Gabarrén M, González TER, García-Pallarés J, Sánchez-Medina L, Villarreal ESS, Izquierdo M. Concurrent endurance and strength training not to failure optimizes performance gains. *Med Sci Sports Exerc* 2010;42(6):1191-9. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181c67eec
  14. Izquierdo M, Ibañez J, González-Badillo JJ, Häkkinen K, Ratamess NA, Kraemer WJ, et al. Differential effects of strength training leading to failure versus not to failure on hormonal responses, strength, and muscle power gains. *J Applied Physiol* 2006;100(5):1647-56. doi: 10.1152/jappphysiol.01400.2005
  15. Davies T, Orr R, Halaki M, Hackett D. Effect of training leading to repetition failure on muscular strength: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med* 2016;46(4):487-502. doi: 10.1007/s40279-015-0451-3
  16. Pareja-Blanco F, Rodríguez-Rosell D, Sánchez-Medina L, Sanchis-Moysi J, Dorado C, Mora-Custodio R, et al. Effects of velocity loss during resistance training on athletic performance, strength gains and muscle adaptations. *Scand J Med Sci Sports* 2017;27(7):724-35. doi: 10.1111/sms.12678
  17. Grgic J, Schoenfeld BJ, Orazem J, Sabol F. Effects of resistance training performed to repetition failure or non-failure on muscular strength and hypertrophy: A systematic review and meta-analysis. *J Sport Health Sci* 2021. doi: 10.1016/j.jshs.2021.01.007
  18. Rodríguez-Rosell D, Yáñez-García JM, Sánchez-Medina L, Mora-Custodio R, González-Badillo JJ. Relationship between velocity loss and repetitions in reserve in the bench press and back squat exercises. *J Strength Cond Res* 2020;34(9):2537-47. doi: 10.1519/JSC.0000000000002881
  19. González-Badillo JJ, Yáñez-García JM, Mora-Custodio R, Rodríguez-Rosell D. Velocity loss as a variable for monitoring resistance exercise. *Int J Sports Med* 2017;38(03):217-25. doi: 10.1055/s-0042-120324
  20. Richens B, Cleather DJ. The relationship between the number of repetitions performed at given intensities is different in endurance and strength trained athletes. *Biol Sport* 2014;31(2):157-61. doi: 10.5604/20831862.1099047
  21. Shimano T, Kraemer WJ, Spiering BA, Volek JS, Hatfield DL, Silvestre R, et al. Relationship between the number of repetitions and selected percentages of one repetition maximum in free weight exercises in trained and untrained men. *J Strength Cond Res* 2006;20(4):819. doi: 10.1519/R-18195.1
  22. Terzis G, Spengos K, Manta P, Sarris N, Georgiadis G. Fiber type composition and capillary density in relation to submaximal number of repetitions in resistance exercise. *J Strength Cond Res* 2008;22(3):845-50. doi: 10.1519/JSC.0b013e31816a5ee4
  23. Richmond SR, Godard MP. The effects of varied rest periods between sets to failure using the bench press in recreationally trained men. *J Strength Cond Res* 2004;18(4):846. doi: 10.1519/14833.1.
  24. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41(3):687-708. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181915670.
  25. González-Badillo J, Marques M, Sánchez-Medina L. The importance of movement velocity as a measure to control resistance training intensity. *J Human Kinet* 2011;29A(Special-Issue):15-9. <https://doi.org/10.2478/v10078-011-0053-6>
  26. Sánchez-Medina L, González-Badillo J, Pérez C, Pallarés J. Velocity- and power-load relationships

- of the bench pull vs. bench press exercises. *Int J Sports Med* 2013;35(03):209-16. doi: 10.1055/s-0033-1351252
27. Pallarés JG, Sánchez-Medina L, Pérez CE, Cruz-Sánchez E, Mora-Rodríguez R. Imposing a pause between the eccentric and concentric phases increases the reliability of isoinertial strength assessments. *J Sports Sci* 2014;32(12):1165-75. doi: 10.1080/02640414.2014.889844
28. Sánchez-Medina L, Pallarés J, Pérez C, Morán-Navarro R, González-Badillo J. Estimation of relative load from bar velocity in the full back squat exercise. *Sports Med Int Open* 2017;2:E80-8. doi: 10.1055/s-0043-102933
29. Helms ER, Cronin J, Storey A, Zourdos MC. Application of the repetitions in reserve-based rating of perceived exertion scale for resistance training. *Strength Cond J* 2016;38(4):42-9. doi: 10.1519/SSC.0000000000000218
30. Zourdos MC, Klemp A, Dolan C, Quiles JM, Schau KA, Jo E, et al. Novel resistance training-specific rating of perceived exertion scale measuring repetitions in reserve. *J Strength Cond Res* 2016;30(1):267-75. doi: 10.1519/JSC.0000000000001049
31. Haff G. Quantifying workloads in resistance training: a brief review. *Prof Strength and Cond [Internet]*. 2010 [cited 2021 Sep 14];10:31-40. Available from [https://www.researchgate.net/publication/239731099\\_Quantifying\\_Workloads\\_in\\_Resistance\\_Training\\_A\\_Brief\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/239731099_Quantifying_Workloads_in_Resistance_Training_A_Brief_Review)
32. Robbins DW, Young WB, Behm DG, Payne WR. Agonist-antagonist paired set resistance training: a brief review. *J Strength Cond Res* 2010;24(10):2873-82. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181f00bfc
33. Scott BR, Duthie GM, Thornton HR, Dascombe BJ. Training monitoring for resistance exercise: theory and applications. *Sports Med* 2016;46(5):687-98. doi: 10.1007/s40279-015-0454-0
34. Wallace W, Ugrinowitsch C, Stefan M, Rauch J, Barakat C, Shields K, et al. Repeated bouts of advanced strength training techniques: effects on volume load, metabolic responses, and muscle activation in trained individuals. *Sports* 2019;7(1):14. doi: 10.3390/sports7010014
35. Wolfe BL, LeMura LM, Cole PJ. Quantitative analysis of single- vs. multiple-set programs in resistance training. *J Strength Cond Res* 2004;18(1):35-47. doi: 10.1519/1533-4287(2004)018<0035:qaosvm>2.0.co;2
36. Morán-Navarro R, Martínez-Cava A, Sánchez-Medina L, Mora-Rodríguez R, González-Badillo JJ, Pallarés JG. Movement velocity as a measure of level of effort during resistance exercise. *J Strength Cond Res* 2019;33(6):1496-504. doi: 10.1519/JSC.0000000000002017
37. Tran QT, Docherty D. Dynamic training volume: a construct of both time under tension and volume load. *J Sports Sci Med [Internet]*. 2006 [cited 2021 Sep 14];5(4):707-13. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24357968/>
38. González Badillo JJ, Ribas Serna J. Bases de la programación del entrenamiento de fuerza. Barcelona: INDE; 2002.
39. González Badillo JJ, Gorostiaga Ayestarán E. Fundamentos del entrenamiento de la fuerza: aplicación al alto rendimiento deportivo. Barcelona: INDE; 2002.
40. Rodríguez-Rosell D, Yáñez-García JM, Torres-Torrelo J, Mora-Custodio R, Marques MC, González-Badillo JJ. Effort index as a novel variable for monitoring the level of effort during resistance exercises. *J Strength Cond Res* 2018;32(8):2139-53. doi: 10.1519/JSC.0000000000002629