

FORÇA E HIPERTROFIA

VOLUME 36

Hipertrofia: como o músculo cresce

O que a ciência diz sobre séries, carga e descanso



Dr. Mateus Antunes Nogueira

CRM-SP 97.070 · Cirurgião do Aparelho Digestivo (RQE 46345) · médico do esporte e nutrólogo (pós-graduado)



Hipertrofia: como o músculo cresce

O que a ciência diz sobre séries, carga e descanso

Dr. Mateus Antunes Nogueira · CRM-SP 97.070 · Cirurgião do Aparelho Digestivo (RQE 46345) · médico do esporte e nutrólogo (pós-graduado)

Conteúdo informativo; não substitui consulta médica.

AUTOR	Dr. Mateus Antunes Nogueira
REGISTRO	CRM-SP 97.070 · RQE 46345
ÁREA COM RQE	Cirurgia do Aparelho Digestivo
PÓS-GRADUAÇÃO	Medicina do Exercício e do Esporte · Nutrologia
SÉRIE	Força e hipertrofia · volume 36
EDIÇÃO	1ª edição
ANO	2026
LOCAL	São Paulo, SP — Brasil
IDIOMA	Português (Brasil)

Conteúdo informativo; não substitui consulta médica.

Este material foi escrito para ajudar você a entender o que o seu corpo faz com o que come, com o que treina e com o que descansa — e a conversar melhor com a sua equipe de saúde. Ele não estabelece diagnóstico, não indica tratamento para o seu caso e não cria vínculo médico-paciente. Cada pessoa é diferente: apenas uma avaliação presencial, com exame físico e exames complementares, permite definir a conduta adequada ao seu caso. Nenhum medicamento, suplemento, dieta ou plano de treino descrito aqui é recomendação individual. Em caso de sintomas agudos, procure atendimento de urgência.

© 2026 Dr. Mateus Antunes Nogueira. Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta obra pode ser reproduzida, distribuída ou usada para treinar sistemas automatizados sem autorização escrita do autor.

Sumário

Antes de começar	4
1. Como o músculo cresce	5
1.1 O que cresce quando o músculo cresce	6
1.2 O sinal que liga o crescimento	6
1.3 Fabricar mais do que desmonta	7
1.4 Por que leva semanas	7
2. Volume: quantas séries os estudos testaram	12
2.1 Como se conta o volume	12
2.2 O que mudou com mais séries	14
3. Carga e esforço: perto da falha	17
3.1 Carga leve ou carga pesada	18
3.2 Até onde ir em cada série	20
4. Frequência e descanso entre as séries	23
4.1 Quantas vezes por semana	23
4.2 Quanto parar entre as séries	24
5. Comida, sono e as diferenças entre pessoas	27
5.1 A proteína da comida	28
5.2 O sono	29
5.3 Os hormônios do treino	30
5.4 Por que cada um cresce de um jeito	32
5.5 Correr e treinar força na mesma semana	34
5.6 O que a evidência sustenta	34
6. Onde a medida entra	38
6.1 O que a bioimpedância mede	39
6.2 Antes de começar ou de aumentar a carga	41
6.3 O que perguntar	41
Glossário	44
Referências	46
Sobre o autor	49
Transparência e licenças	50

Antes de começar

Este guia é para quem começou a musculação há pouco e ouve de cada lado uma regra diferente: treinar até a falha, fazer muitas séries, pegar peso, descansar pouco. Serve também a quem treina por esporte há anos e a quem, entre reuniões e viagens, viu o peso travar e quer entender o que o treino de força faz pelo músculo.

Começamos pelo que faz o músculo crescer. Depois vêm, uma por vez, as variáveis que os estudos testaram, com o que mudou e o que não mudou em cada uma, e o papel da comida e do sono. O guia termina com o lugar da medida e as perguntas para a consulta. Nenhum número aqui é plano de treino: séries, cargas e descansos aparecem como o que os estudos testaram, e quem monta o seu treino é o profissional de educação física que acompanha você.



1

CAPÍTULO

Como o músculo cresce

NESTE CAPÍTULO

- O que cresce quando o músculo cresce
- O sinal que liga o crescimento
- Fabricar mais do que desmonta

FIGURA 1.1

Feixe de fibras musculares desenhado em fios paralelos, alguns trechos mais grossos que outros, com um halter ao fundo.

Ilustração produzida pelo autor com auxílio de inteligência artificial

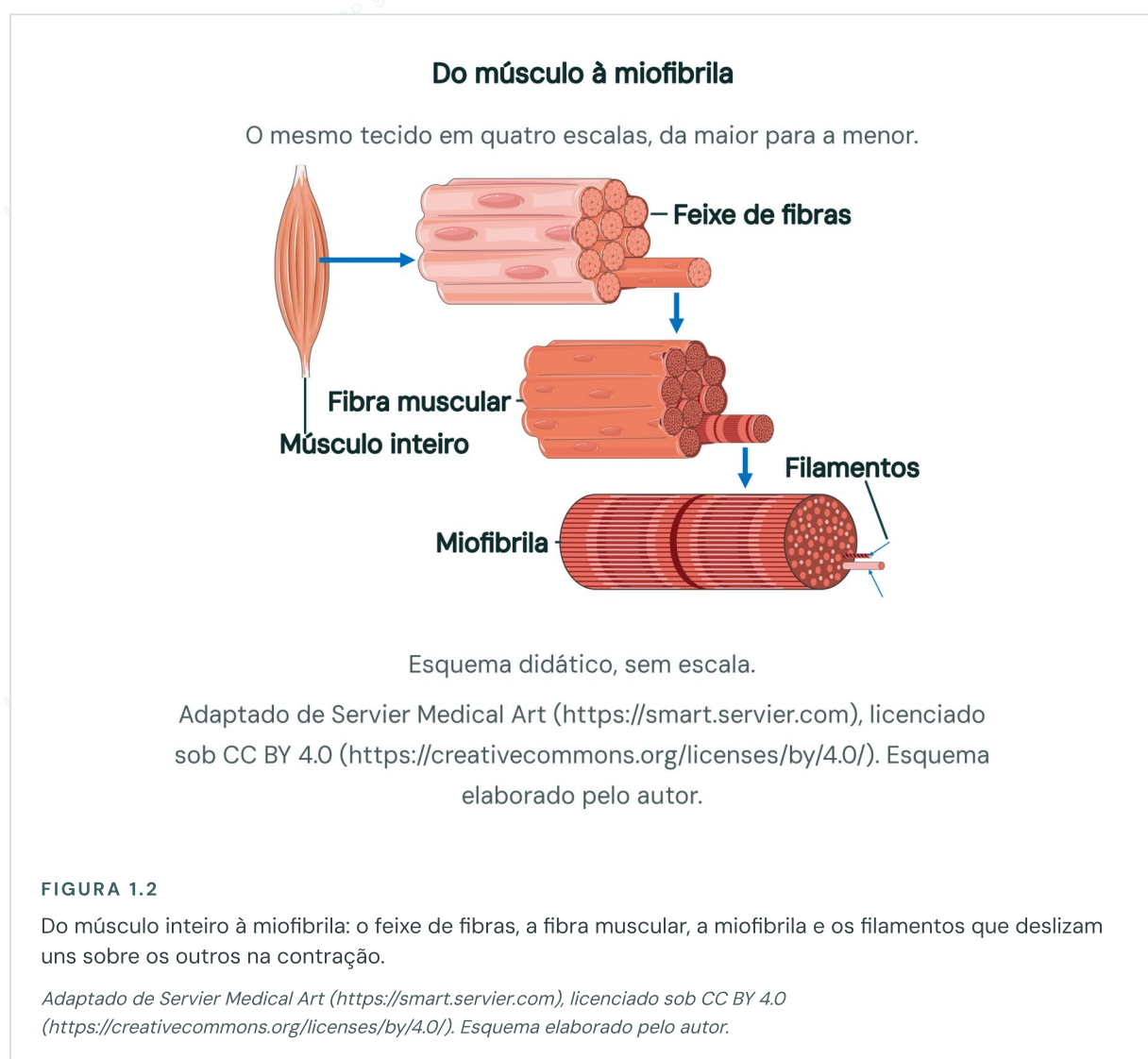
EM UMA FRASE

O músculo cresce quando a fibra trabalha sob tensão, sessão após sessão, e o corpo passa semanas fabricando mais proteína do que desmonta.

1.1 O que cresce quando o músculo cresce

Hipertrofia é o nome técnico do músculo que aumenta de tamanho. Quem começa a treinar ouve muita regra sobre séries e cargas antes de saber o que, afinal, fica maior. A resposta mora na fibra muscular. A Figura 1.1 abre o capítulo com um feixe delas.

Uma revisão clássica sobre o treino de força organizou o que muda no músculo treinado, e a mudança de forma mais importante está na área de cada fibra, que aumenta junto com a área do músculo inteiro. Por dentro dela, as miofibrilas ficam maiores e mais numerosas. São os filamentos que fazem a contração. A Figura 1.2 mostra essa escala, do músculo que você enxerga até a miofibrila.



1.2 O sinal que liga o crescimento

O que dispara esse crescimento? Em 2019, uma revisão juntou o que se sabe sobre o gatilho e chegou a um candidato principal: o sinal mecânico, a tensão que a fibra sofre quando

se contrai contra uma carga. Dentro da fibra, esse sinal aumenta a fabricação de proteína. Esse é o mecanismo central do crescimento, embora não o único.

Para a mesma revisão, o dano muscular, que costuma vir com a dor dos dias seguintes, provavelmente é dispensável. Já as substâncias que se acumulam no músculo durante o esforço seguem como suspeitas, com prova só indireta.

1.3 Fabricar mais do que desmonta

Fabricar proteína é metade da conta. O corpo também desmonta proteína velha o tempo todo. A síntese é a fabricação; a quebra, o desmonte. O músculo funciona como a pia com torneira e ralo: o nível só sobe quando entra mais água do que sai. Aqui, o nível é a quantidade de proteína. Ela só aumenta quando a síntese supera a quebra por tempo suficiente.

O QUE OS ESTUDOS MOSTRAM

Quatro homens e quatro mulheres que não treinavam fizeram uma sessão de exercício de força. Todos foram medidos em jejum: em repouso e em três momentos depois do exercício. Três horas após o treino, a fabricação de proteína no músculo estava 112% acima do repouso. Um dia depois, seguia 65% acima. Dois dias depois, 34%. O desmonte também subiu, 31% nas primeiras três horas, mas voltou ao nível de repouso em dois dias. O saldo melhorou em todas as medidas. Só que, em jejum, ele continuou negativo, e o músculo ainda perdia um pouco mais do que ganhava.

Fonte: PHILLIPS et al., 1997

Treino em jejum, sozinho, abriu a torneira e também o ralo. A comida entra nessa conta, assunto do capítulo 5.

1.4 Por que leva semanas

Se uma sessão mexe no saldo por cerca de dois dias, por que o espelho demora tanto? O ganho de cada sessão é pequeno e precisa se somar. A soma é lenta. No começo, além disso, boa parte da fabricação de proteína coincide com o reparo das fibras.

O QUE OS ESTUDOS MOSTRAM

Dez homens jovens fizeram dez semanas de treino de força. A primeira biópsia do músculo da coxa veio no começo do programa; as outras vieram na terceira e na décima semana. Na primeira semana, a fabricação de proteína depois da sessão foi a mais alta do estudo, mas coincidiu com o maior dano às fibras e não teve relação com o crescimento. Na terceira semana, com menos dano, a síntese já acompanhava de perto o quanto cada um cresceria. E a fibra? Só apareceu mais grossa na biópsia da décima semana.

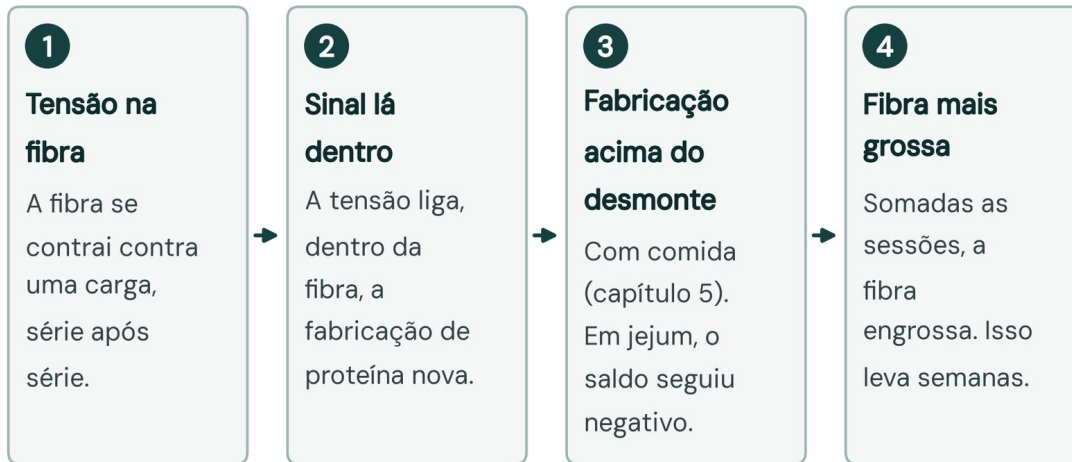
Fonte: DAMAS et al., 2016

Um estudo menor procurou o momento em que a diferença aparece no músculo inteiro. Sete jovens treinaram a extensão das pernas três vezes por semana, durante 35 dias, num aparelho em que a resistência vem de uma roda que gira, e a área da frente da coxa já tinha aumentado no 20º dia. Foi de 3,5% a 5,2%, conforme a região medida. No 35º dia, o aumento chegava a 6,5% numa região; na outra, a 7,4%. Com sete pessoas, o achado serve de pista sobre o tempo, e só. A força, por sua vez, costuma subir antes do tamanho, porque nas primeiras semanas o sistema nervoso aprende o movimento e coordena melhor os músculos. A revisão clássica lembra, porém, que os processos de crescimento começam junto com o treino, ainda que levem mais tempo para aparecer numa medida.

O Infográfico 1.3 resume a cadeia, da tensão na fibra até o músculo maior. As semanas aparecem em ordem no Infográfico 1.4.

Do estímulo ao crescimento

A cadeia que liga a série de hoje ao músculo maior de daqui a algumas semanas.



O dano muscular, que costuma vir com a dor dos dias seguintes, provavelmente é dispensável para o músculo crescer.

Elaborado pelo autor a partir de (WACKERHAGE et al., 2019), (PHILLIPS et al., 1997) e (FOLLAND; WILLIAMS, 2007).

INFOGRÁFICO 1.3

Do estímulo ao crescimento: a tensão na fibra, o sinal lá dentro, a síntese de proteína acima da quebra e a fibra mais grossa, somadas ao longo de semanas.

Elaborado pelo autor a partir de (WACKERHAGE et al., 2019), (PHILLIPS et al., 1997) e (FOLLAND; WILLIAMS, 2007).

As primeiras semanas de treino nos estudos

O que foi medido em cada momento; cada marco vem de um estudo, com pessoas e treinos diferentes.

3 horas depois	Fabricação e desmonte sobem Fabricação de proteína 112% acima do repouso; desmonte 31% acima (PHILLIPS et al., 1997).
2 dias depois	Desmonte de volta ao repouso Fabricação ainda 34% acima; em jejum, o saldo seguiu negativo (PHILLIPS et al., 1997).
1ª semana	Fase de reparo Fabricação mais alta, junto com o maior dano, sem relação com o crescimento (DAMAS et al., 2016).
3ª semana	Síntese ligada ao crescimento Com menos dano, a fabricação passa a acompanhar o crescimento (DAMAS et al., 2016).
20º dia	Primeira diferença na imagem Área da coxa de 3,5% a 5,2% maior, em 7 jovens (SEYNNES; DE BOER; NARICI, 2007).
10ª semana	Fibra mais grossa Só nesta biópsia a fibra aparece mais grossa (DAMAS et al., 2016).

O calendário reúne o que três estudos mediram; ele não é uma previsão individual.

Elaborado pelo autor a partir de (PHILLIPS et al., 1997), (DAMAS et al., 2016) e (SEYNNES; DE BOER; NARICI, 2007).

INFOGRÁFICO 1.4

As primeiras semanas de treino nos estudos citados: o que foi medido em cada momento, do dia da sessão à décima semana.

Elaborado pelo autor a partir de (PHILLIPS et al., 1997), (DAMAS et al., 2016) e (SEYNNES; DE BOER; NARICI, 2007).

PERGUNTE AO SEU MÉDICO

- A dor nos dias seguintes ao treino quer dizer que o músculo está crescendo?
- Em quanto tempo faz sentido esperar alguma mudança na medida do meu músculo?
- O meu ganho de força nas primeiras semanas já é músculo novo?

O mecanismo cabe em poucas linhas: tensão repetida na fibra e saldo de proteína a favor, somados ao longo de semanas. Ele não diz quanto treino é preciso. Essa conta começa pelo volume, as séries por semana que os estudos testaram, no capítulo 2.

Volume: quantas séries os estudos testaram

EM UMA FRASE

Nos estudos, mais séries por semana renderam mais crescimento, e cada série somada pareceu acrescentar um pouco menos que a anterior.

2.1 Como se conta o volume

Entender como o músculo cresce ainda deixa em aberto a dose de treino. Os pesquisadores medem essa dose pelo volume: o número de séries que um mesmo músculo faz na semana. Série é cada bloco de repetições seguidas de um exercício. Repetição é cada movimento completo.

Tudo entra na soma. Quando o mesmo músculo trabalha em mais de um exercício, ou em mais de um dia da semana, as séries de cada um se juntam no total semanal daquele músculo, e é esse total que os estudos comparam. O Infográfico 2.1 mostra a conta só com a lógica, sem números de treino.

Como os estudos contam o volume

Exemplo ilustrativo: a lógica da conta, sem números de treino.

Repetição

Cada movimento completo do exercício.

 uma repetição

Série

Repetições seguidas, sem pausa entre elas.


uma série

Volume semanal

As séries do mesmo músculo, de todos os exercícios e de todos os dias da semana, somadas.


dia A dia B semana

Os quadrados e as barras do desenho são só ilustração. Quem define o seu volume é o profissional de educação física.

Elaborado pelo autor a partir de (SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2017b).

INFOGRÁFICO 2.1

Como os estudos contam o volume: repetições formam a série, e as séries do mesmo músculo, somadas na semana, formam o volume semanal (exemplo ilustrativo, sem números de treino).

Elaborado pelo autor a partir de (SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2017b).

2.2 O que mudou com mais séries

O QUE OS ESTUDOS MOSTRAM

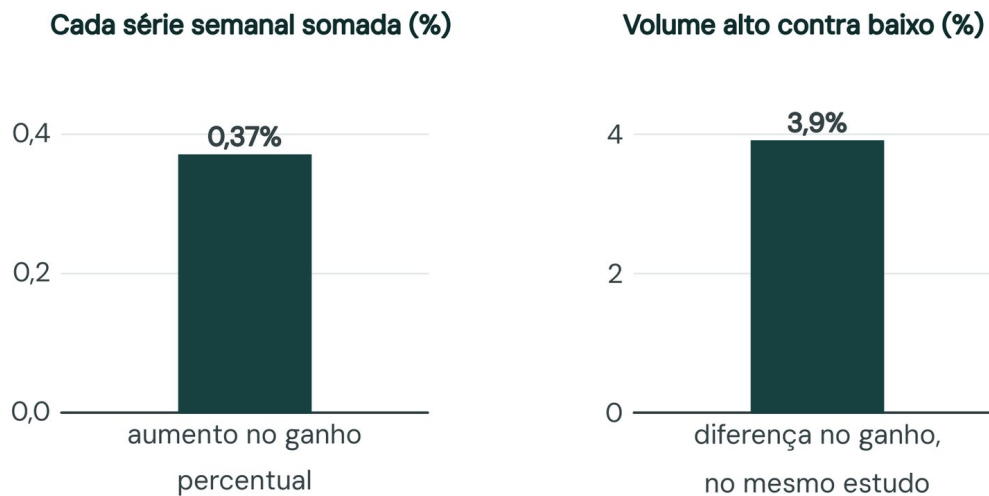
Em 2017, uma metanálise, o estudo que soma os resultados de outros estudos, cruzou as séries semanais de 34 grupos de treino, vindos de 15 estudos, com o quanto o músculo de cada grupo cresceu. Cada série a mais por semana somou, em média, 0,37% ao ganho percentual de tamanho. Quando um mesmo estudo comparava volume maior e menor, o maior rendeu 3,9% a mais de ganho. Os grupos também foram divididos em três faixas, da que somava menos de 5 séries semanais por músculo à que somava 10 ou mais. Nessa forma, a diferença entre as faixas ficou só como tendência. Faltou confiança estatística.

Fonte: SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2017b

O Gráfico 2.2 mostra os dois resultados em painéis separados, porque medem coisas diferentes. Os dois apontam na mesma direção. Mais séries, mais crescimento.

Volume semanal e crescimento do músculo

Duas medidas da mesma metanálise, cada uma no seu painel e na sua escala.



Medidas diferentes, em escalas diferentes: os painéis não se comparam entre si. Por faixas de séries semanais por músculo (menos de 5, de 5 a 9 e 10 ou mais), a diferença ficou só em tendência ($p = 0,074$).

Elaborado pelo autor a partir de (SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2017b).

GRÁFICO 2.2

A mesma metanálise em duas medidas, em painéis separados: o ganho a mais por série semanal e a diferença entre volume alto e baixo no mesmo estudo (15 estudos, 34 grupos de treino).

Elaborado pelo autor a partir de (SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2017b).

Uma análise mais recente refez a conta em 2026, com 67 estudos que somavam 2.058 participantes. Eram jovens, com média de idade perto dos 25 anos; oito em cada dez eram homens. Mais volume trouxe mais músculo, como na análise anterior. A curva, porém, foi perdendo inclinação: nos modelos que melhor descreveram os dados, cada série acrescentada rendeu um pouco menos do que a anterior. Na força, esse achatamento foi ainda mais forte. A Tabela 2.3 compara os dois levantamentos.

TABELA 2.3 — OS DOIS LEVANTAMENTOS SOBRE VOLUME E O QUE CADA UM MOSTROU

LEVANTAMENTO	O QUE REUNIU	O QUE MOSTROU	FONTE
Metanálise de 2017	15 estudos, 34 grupos de treino	Mais séries semanais, mais crescimento: 0,37% a mais de ganho por série; 3,9% a mais no volume maior do mesmo estudo; entre as três faixas de séries, só tendência	(SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2017b)
Análise de 2026	67 estudos, 2.058 participantes, idade média de 25 anos	O crescimento subiu com o volume, com retorno decrescente; na força, o achatamento foi maior	(PELLAND et al., 2026)

Vale dizer com clareza: esses números descrevem grupos de pessoas, e não a sua semana. O volume que serve a você depende do ponto de partida e de como o seu corpo se recupera. Quem o ajusta é o profissional de educação física, pela pergunta que importa: quanto o seu músculo tolera e aproveita agora.

PERGUNTE AO SEU MÉDICO

- Quantas séries por semana o meu treino soma para cada músculo, e por quê?
- Como vamos saber se é hora de aumentar ou de manter o volume?

Contar séries ainda deixa de fora o peso de cada uma e o quanto ela custa. Esse esforço se mede pela carga e pela distância até a falha.



3 CAPÍTULO

Carga e esforço: perto da falha

NESTE CAPÍTULO

- Carga leve ou carga pesada
- Até onde ir em cada série

FIGURA 3.1

Dois halteres e uma pilha de anilhas sobre o banco de uma academia clara e vazia, com luz natural das janelas.

Ilustração produzida pelo autor com auxílio de inteligência artificial

EM UMA FRASE

Com séries levadas até a falha, cargas leves e pesadas fizeram o músculo crescer parecido; a força máxima, essa, cresceu mais com peso alto.

3.1 Carga leve ou carga pesada

Contar séries mede o volume. Só que uma série com peso leve e outra com peso pesado parecem coisas diferentes. Carga é o peso usado. Os estudos costumam descrevê-la como porcentagem de 1RM, a maior carga que você consegue levantar uma única vez. A Figura 3.1 mostra halteres e anilhas de pesos diferentes, ao alcance da mão.

O QUE OS ESTUDOS MOSTRAM

A pergunta foi posta à prova numa metanálise de 2017, com 21 estudos de pelo menos seis semanas. Em todos, cada série ia até a falha. De um lado, cargas de até 60% de 1RM; do outro, acima disso. O ganho de músculo foi semelhante nas duas faixas. Já a força no teste de 1RM cresceu mais com carga alta. A força medida em contração parada, sem movimento, não diferiu entre as faixas.

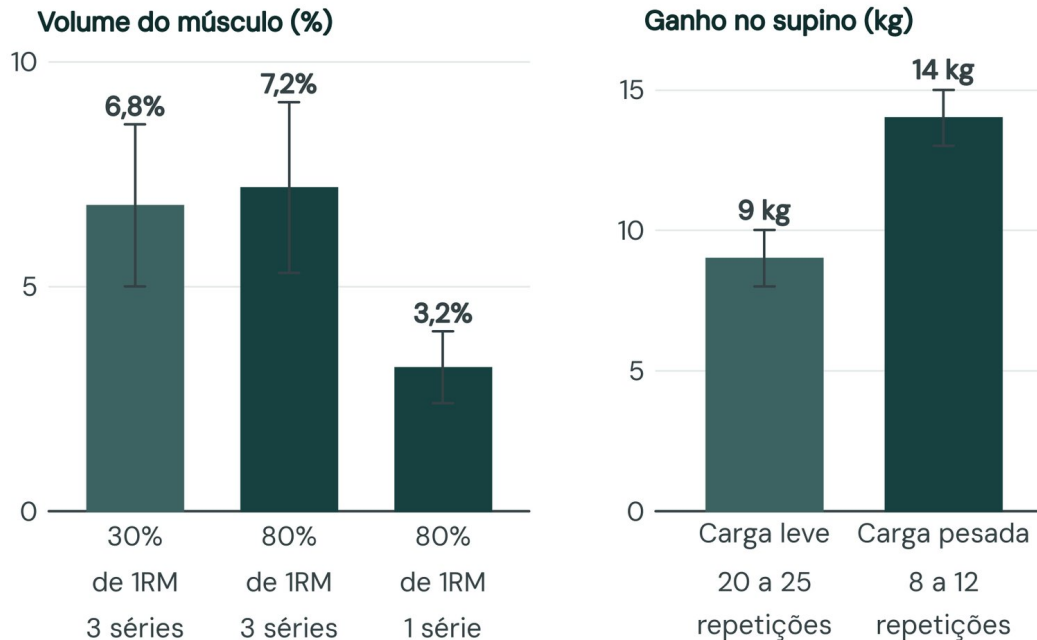
Fonte: SCHOENFELD et al., 2017a

Dois ensaios dão números a essa comparação. O Gráfico 3.2 os reúne. No primeiro, 18 homens jovens treinaram cada perna de um jeito, três vezes por semana, durante dez semanas. O volume do músculo, medido por ressonância magnética, aumentou 6,8% com carga de 30% de 1RM em três séries; com 80% em três séries, 7,2%; com 80% em uma série só, 3,2%. Esses três resultados não diferiram de forma estatística. A força, sim. No movimento, ela cresceu mais nas duas condições de carga alta.

O segundo ensaio sorteou 49 homens que já treinavam para doze semanas de treino de corpo inteiro, com todas as séries até a falha. Um grupo fez de 20 a 25 repetições por série, com cargas leves; o outro, de 8 a 12, com cargas pesadas. A massa magra, medida aqui como o corpo sem a gordura e sem os ossos, cresceu igual nos dois grupos. A área das fibras também. A força máxima, testada em vários exercícios, aumentou com as duas cargas. O supino foi a exceção: 14 kg de ganho com carga pesada, 9 kg com a leve, diferença que o teste estatístico confirmou. Nos outros exercícios, os grupos empataram.

Carga leve ou pesada: crescimento e força

À esquerda, o crescimento do músculo; à direita, o supino, o único exercício em que a força diferiu entre as cargas.



Sem diferença estatística entre as três
($p = 0,18$)
(MITCHELL et al., 2012)

Só o supino diferiu ($p = 0,012$)
(MORTON et al., 2016)

Barras: média; traço: erro-padrão. Esquerda: pernas de 18 homens jovens, 10 semanas. Direita: 49 homens que já treinavam, 12 semanas, séries até a falha; só o supino diferiu, e nos outros exercícios o ganho de força foi parecido.

Elaborado pelo autor a partir de (MITCHELL et al., 2012) e (MORTON et al., 2016).

GRÁFICO 3.2

À esquerda, o volume do músculo em três condições (18 homens jovens, dez semanas); à direita, o supino, o único exercício em que a carga mudou a força (49 homens treinados, doze semanas).

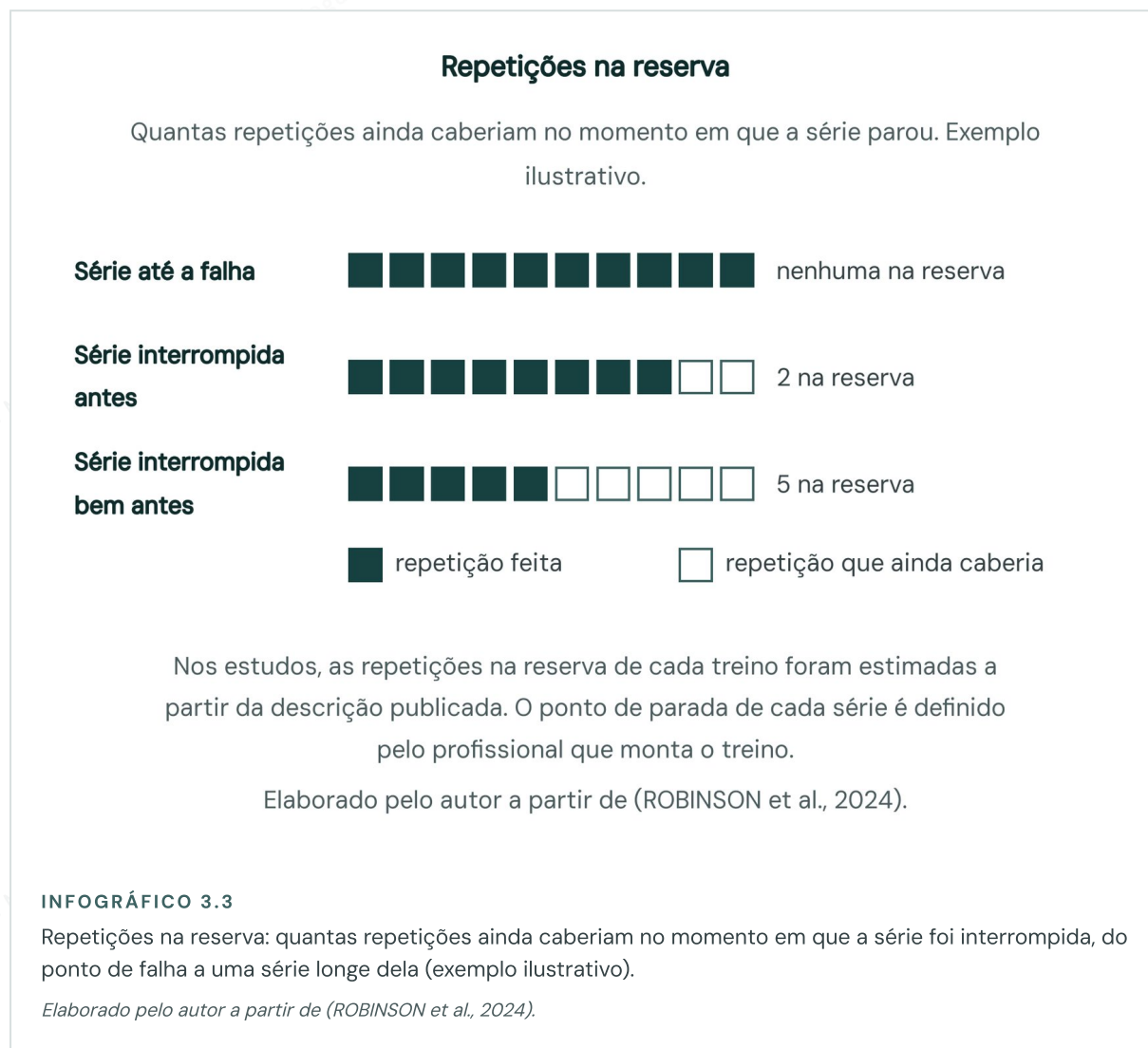
Elaborado pelo autor a partir de (MITCHELL et al., 2012) e (MORTON et al., 2016).

Uma análise de 2023 comparou doze formas de prescrever o treino, com 119 estudos sobre crescimento e 178 sobre força. Todas superaram ficar parado. No crescimento, se equivaleram. Na força, as maiores respostas vieram de cargas acima de 80% de 1RM.

Com isso, o profissional que monta o treino pode escolher a carga pelo objetivo de cada pessoa, com segurança. Vale uma condição: a série precisa ser exigente.

3.2 Até onde ir em cada série

Exigente quanto? Aqui entra a falha muscular, o ponto em que não sai mais nenhuma repetição com boa técnica. Uma forma simples de medir a distância até ela são as repetições na reserva, quantas ainda caberiam quando a série parou. O Infográfico 3.3 desenha a ideia.



O QUE OS ESTUDOS MOSTRAM

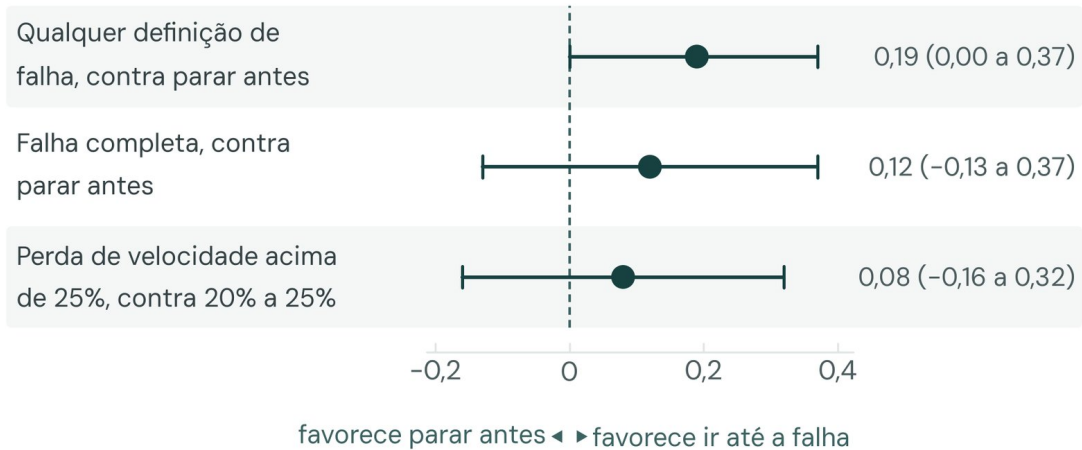
Uma metanálise de 2023 reuniu 15 estudos que compararam séries levadas à falha com séries interrompidas antes dela. Somadas todas as definições de falha, a vantagem de ir até o fim foi trivial, com tamanho de efeito, uma medida padronizada da diferença, de 0,19. Restrita à falha completa, a conta deu 0,12, com intervalo que cruza o zero (REFALO et al., 2023). Outra análise, de 2024, estimou as repetições na reserva de cada treino a partir da descrição dos estudos; nela, o músculo cresceu mais à medida que as séries terminavam perto da falha. A força ficou parecida numa faixa ampla. Os próprios autores chamam a análise de exploratória e pedem cautela, porque a distância até a falha foi estimada, sem medida direta (ROBINSON et al., 2024).

Fonte: REFALO et al., 2023; ROBINSON et al., 2024

O Gráfico 3.4 mostra os três números da metanálise de 2023. Juntas, as duas análises apontam um caminho do meio: chegar perto da falha parece contar para o crescimento, mas ir até a última repetição possível não mostrou vantagem clara. Quem sente algum sintoma durante o esforço interrompe o treino na hora, como detalha a Tabela 6.3.

Até a falha ou parando antes?

Tamanho de efeito sobre o crescimento do músculo, com intervalo de confiança de 95%; à direita do zero, vantagem para ir até a falha.



15 estudos. Na terceira linha, a velocidade do movimento caiu mais dentro da série, sinal de que ela chegou mais perto da falha. Quando a barra cruza o zero, a diferença pode não existir.

Elaborado pelo autor a partir de (REFALO et al., 2023).

GRÁFICO 3.4

Séries até a falha comparadas a séries interrompidas antes dela: tamanho de efeito sobre o crescimento do músculo, com intervalo de confiança de 95%, em 15 estudos.

Elaborado pelo autor a partir de (REFALO et al., 2023).

PERGUNTE AO SEU MÉDICO

- A carga que eu uso combina com o meu objetivo: crescer, ganhar força ou os dois?
- Até onde devo levar cada série, e como vou perceber que cheguei lá?
- Treinar perto da falha é seguro no meu caso?

Volume e carga respondem o que fazer dentro de uma sessão. Falta decidir como espalhar as sessões na semana e quanto parar entre uma série e outra: a frequência e o canso entre as séries.

Frequência e descanso entre as séries

EM UMA FRASE

Com o mesmo volume semanal, treinar o músculo mais vezes não mudou o crescimento; no descanso, os autores leem um pequeno ganho acima de um minuto, com intervalos que cruzaram o zero.

4.1 Quantas vezes por semana

A carga e a distância até a falha resolvem a sessão. Resta a semana. A dúvida mais comum é quantas vezes treinar o mesmo músculo. Para responder, os estudos tiveram de separar duas coisas que costumam andar juntas. Uma é treinar mais vezes; a outra, treinar mais séries.

O QUE OS ESTUDOS MOSTRAM

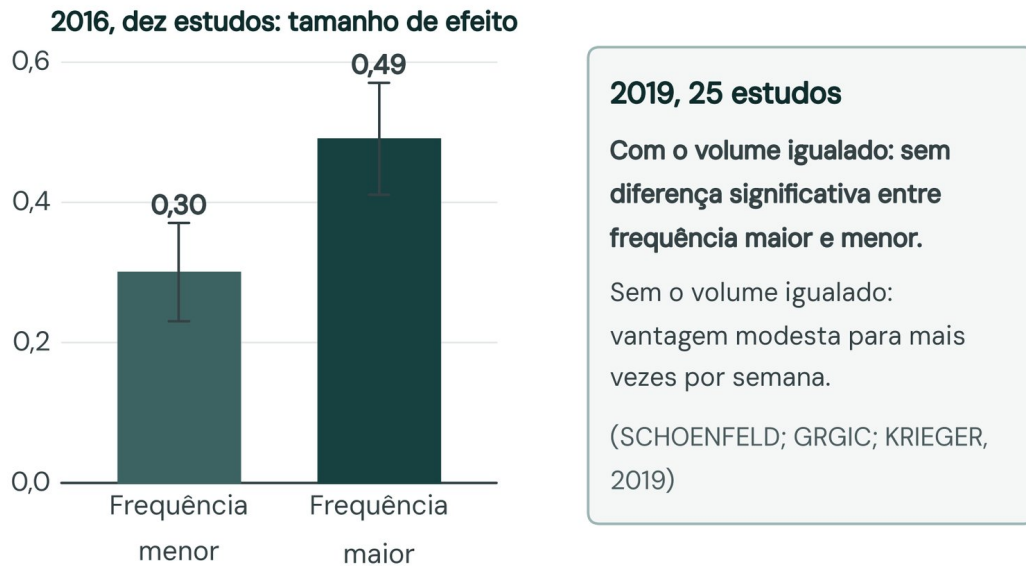
Na metanálise de 2016, com dez estudos, treinar o músculo mais vezes por semana somou mais crescimento: o tamanho de efeito chegou a 0,49, contra 0,30 nos grupos que treinavam menos vezes. Nos estudos com volume igualado, duas vezes por semana superou uma (SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2016). Três anos depois, o mesmo grupo refez a análise com 25 estudos; com o volume igualado, a diferença entre as frequências desapareceu. Onde o volume não foi igualado, treinar mais vezes levou uma vantagem modesta. A conclusão dos autores devolve a escolha a cada um: para um mesmo volume, a frequência pode seguir a preferência pessoal (SCHOENFELD; GRGIC; KRIEGER, 2019).

Fonte: SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2016; SCHOENFELD; GRGIC; KRIEGER, 2019

O Gráfico 4.1 mostra os números de 2016 ao lado do resultado de 2019. A análise de 2026, vista no capítulo 2, chegou ao mesmo lugar por outro caminho: o efeito da frequência sobre o crescimento foi compatível com um efeito desprezível, enquanto a força respondeu a mais sessões por semana. Ali, cada sessão a mais rendeu um pouco menos.

Frequência semanal e crescimento do músculo

Duas metanálises do mesmo grupo de pesquisa, com três anos de diferença.



(SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2016)

Tamanho de efeito: medida padronizada do crescimento; o traço mostra o erro informado no resumo, como publicado.

Elaborado pelo autor a partir de (SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2016) e (SCHOENFELD; GRGIC; KRIEGER, 2019).

GRÁFICO 4.1

Tamanho de efeito sobre o crescimento com frequência semanal maior e menor, em dez estudos de 2016, e o resultado da revisão de 2019, com 25 estudos, quando o volume foi igualado.

Elaborado pelo autor a partir de (SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2016) e (SCHOENFELD; GRGIC; KRIEGER, 2019).

A frequência vira, então, uma ferramenta para distribuir o volume. Para quem tem pouco tempo por dia, o profissional que monta o treino pode espalhar as séries em mais sessões curtas; para quem prefere sessões longas, pode concentrá-las em menos dias. No crescimento, pesou o total da semana.

4.2 Quanto parar entre as séries

O descanso entre as séries tem fama de segredo. Há quem jure por pausas curtas, de um minuto no máximo. Outros preferem esperar o fôlego voltar por inteiro antes de recomeçar.

O QUE OS ESTUDOS MOSTRAM

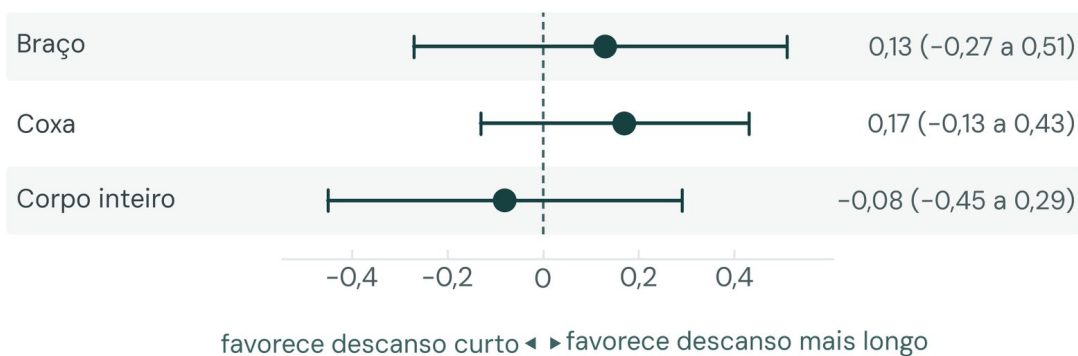
Uma metanálise de 2024 reuniu nove estudos randomizados, em que um sorteio define o descanso de cada grupo, com 19 medidas de músculo e todo o resto do treino igual. Os ganhos se sobrepuseram bastante. Na comparação direta, as estimativas pendiam levemente para as pausas mais longas, tanto no braço quanto na coxa; no corpo inteiro, ficaram perto de zero. Nas três medidas, o intervalo cruzou o zero. Os autores leem um pequeno ganho em descansar mais de 60 segundos. Alongar a pausa além de 90 segundos não acrescentou diferença. Ir ou não até a falha não mudou essa relação.

Fonte: SINGER et al., 2024

O Gráfico 4.2 desenha as três comparações. Os próprios autores propõem uma explicação para o pequeno ganho que leem: as pausas curtas talvez reduzam a carga total levantada na sessão.

Descanso entre as séries e crescimento

Diferença padronizada entre descanso mais longo e descanso curto, com intervalo de credibilidade de 95%; à direita do zero, mais crescimento com o descanso mais longo.



Nove estudos randomizados, 19 medidas de músculo. Nas três linhas, o intervalo cruza o zero. Os autores leem um pequeno ganho acima de 60 segundos; alongar a pausa além de 90 segundos não acrescentou diferença.

Elaborado pelo autor a partir de (SINGER et al., 2024).

GRÁFICO 4.2

Descanso mais longo comparado a descanso curto entre as séries: diferença no crescimento do braço, da coxa e do corpo inteiro, com intervalo de credibilidade de 95%, em nove estudos.

Elaborado pelo autor a partir de (SINGER et al., 2024).

PERGUNTE AO SEU MÉDICO

- Com o tempo que eu tenho na semana, quantas sessões fazem sentido para mim?
- O descanso que eu faço entre as séries está atrapalhando o número de repetições?

Frequência e descanso fecham a parte do treino. O músculo, porém, também cresce, ou deixa de crescer, fora da academia, e duas pessoas no mesmo programa terminam em lugares diferentes. O capítulo 5 trata da comida e do sono, e também das diferenças entre pessoas.



5

CAPÍTULO

Comida, sono e as diferenças entre pessoas

NESTE CAPÍTULO

- A proteína da comida
- O sono
- Os hormônios do treino

FIGURA 5.1

Mesa de café da manhã com ovos, pão integral, iogurte com morangos, uma tigela de morangos e uma banana, na luz que entra pela janela.

Ilustração produzida pelo autor com auxílio de inteligência artificial

EM UMA FRASE

A proteína soma um pouco, o sono pesa, os hormônios do treino não decidem, e cada pessoa cresce de um jeito.

5.1 A proteína da comida

Do volume ao descanso, os capítulos anteriores trataram do estímulo. Só que estímulo não basta. Para construir, o músculo precisa de material, e a proteína da comida é o principal. Os ovos e o iogurte da mesa da Figura 5.1 são fontes dela.

O QUE OS ESTUDOS MOSTRAM

Uma metanálise de 2018 juntou 49 ensaios randomizados, com 1.863 adultos saudáveis em programas de treino de força de pelo menos seis semanas. Somar proteína à dieta aumentou a massa livre de gordura, que inclui o músculo, em 0,30 kg, em média. A força no teste de uma repetição máxima (1RM) subiu 2,49 kg a mais. Quanto mais velha a pessoa, menor foi o efeito; em quem já treinava, ele foi maior. Acima de certa quantidade diária total, a suplementação deixou de acrescentar massa livre de gordura.

Fonte: MORTON et al., 2018

O ganho é real e pequeno. Ele soma ao treino sem substituí-lo. A quantidade que os estudos usaram está na Tabela 5.2, só como descrição da pesquisa. A necessidade de cada pessoa é individual, e quem a define é o nutricionista ou o médico que acompanha você, depois de conhecer a sua saúde e a sua dieta.

TABELA 5.2 — A PROTEÍNA USADA NOS ESTUDOS

ESTUDO	QUEM PARTICIPOU	O QUE FOI USADO	O QUE SE OBSERVOU	PMID (NÚMERO NO PUBMED)
(MOORE et al., 2009)	6 homens jovens saudáveis, depois de uma sessão de força para as pernas	Bebida com 0, 5, 10, 20 ou 40 g de proteína do ovo, uma quantidade por visita	Fabricação de proteína no músculo no ponto mais alto com 20 g	19056590
(MORTON et al., 2018)	1.863 adultos saudáveis, em 49 ensaios de treino de força	Proteína somada à dieta; análise da ingestão diária total	A massa livre de gordura deixou de subir quando a ingestão total passou de 1,62 g por quilo de peso por dia	28698222

Isto descreve a pesquisa; não é prescrição. A indicação é individual.

Quem usa as canetas para emagrecer encontra no guia Canetas para emagrecer, desta série, o que acontece com o músculo nessa fase. A creatina tem guia próprio, chamado Creatina. Nos estudos com placebo, ela somou um pouco de massa magra e de força nos

exercícios curtos; o efeito teve o mesmo tamanho em quem treinava e em quem não treinava.

5.2 O sono

O sono entra na mesma conta por outra porta.

O QUE OS ESTUDOS MOSTRAM

Treze adultos jovens passaram uma noite inteira sem dormir e, em outra ocasião, uma noite de sono normal, em ordem sorteada. Eram sete homens e seis mulheres. No dia seguinte à noite em claro, a fabricação de proteína no músculo depois de uma refeição foi 18% menor. O cortisol, hormônio do estresse, subiu 21%. A testosterona caiu 24%. Os marcadores de desmonte de proteína não mudaram.

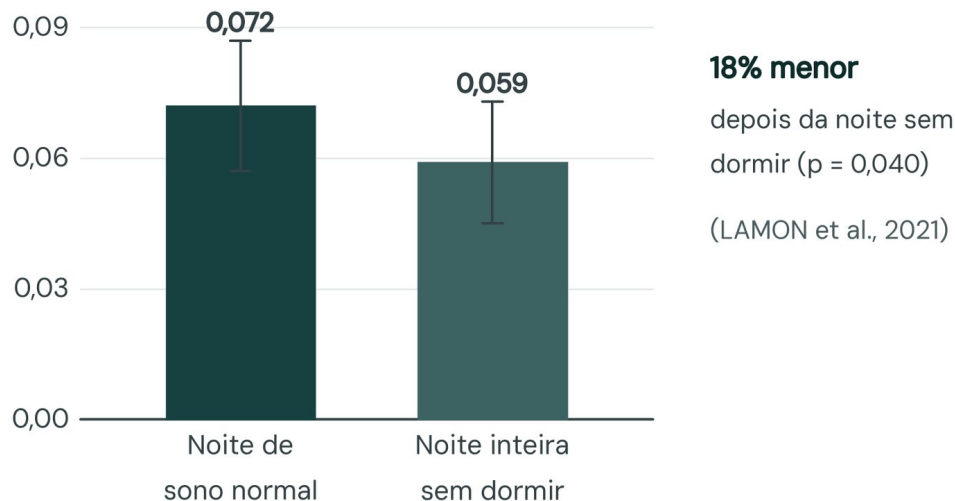
Fonte: LAMON et al., 2021

O Gráfico 5.3 mostra essa diferença. O estudo durou uma única noite, com treze pessoas. Ele não mediu o tamanho do músculo ao longo de meses. Serve como sinal de que a falta de sono atrapalha a fabricação de proteína.

Uma noite sem dormir e a fabricação de proteína

Fabricação de proteína no músculo depois de uma refeição, no dia seguinte, em 13 adultos jovens, nas duas condições, em ordem sorteada.

Fabricação de proteína (% por hora)



Barras: média; traço: desvio informado no resumo, como publicado. Estudo de uma noite, que não mediu o tamanho do músculo ao longo de meses.

Elaborado pelo autor a partir de (LAMON et al., 2021).

GRÁFICO 5.3

Fabricação de proteína no músculo depois de uma refeição, após uma noite de sono normal e após uma noite inteira sem dormir, em 13 adultos jovens.

Elaborado pelo autor a partir de (LAMON et al., 2021).

5.3 Os hormônios do treino

Logo depois de um treino pesado, sobem no sangue hormônios chamados anabólicos, como a testosterona e o hormônio do crescimento; durante muito tempo, esse pico foi apontado como o motor do crescimento.

O QUE OS ESTUDOS MOSTRAM

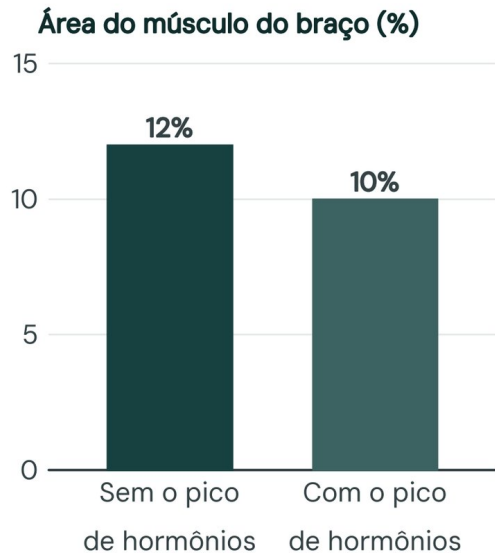
Doze homens jovens treinaram cada braço num dia diferente, durante 15 semanas. Num dos dias, o treino do braço vinha seguido de muito exercício para as pernas, o que fazia os hormônios subirem bastante. No outro, os hormônios ficavam no nível de repouso. A área do músculo do braço cresceu 12% no lado sem o pico e 10% no lado com o pico, sem diferença entre eles. A força também subiu igual (WEST et al., 2010). No ensaio com 49 homens treinados do capítulo 3, a subida dos hormônios depois do treino não acompanhou o ganho de força nem o de músculo (MORTON et al., 2016).

Fonte: WEST et al., 2010; MORTON et al., 2016

O Infográfico 5.4 resume os dois estudos. O pico hormonal do fim do treino não decidiu o crescimento nesses ensaios. Anabolizantes são outro assunto, com riscos próprios. Eles ficam para um guia separado desta série.

Os hormônios do treino e o crescimento

Dois ensaios testaram se o pico de hormônios depois do treino decide o ganho.



49 homens treinados, 12 semanas

A subida dos hormônios depois do treino não acompanhou o ganho de força nem o de músculo.

(MORTON et al., 2016)

Sem diferença entre os braços

12 homens jovens, 15 semanas

(WEST et al., 2010)

No primeiro ensaio, um braço treinava com o pico de hormônios provocado por muito exercício de pernas logo depois; o outro, sem o pico.

Elaborado pelo autor a partir de (WEST et al., 2010) e (MORTON et al., 2016).

INFOGRÁFICO 5.4

O pico de hormônios depois do treino e o crescimento do músculo, em dois ensaios: o crescimento do braço com e sem o pico, e a falta de relação entre a subida dos hormônios e o ganho.

Elaborado pelo autor a partir de (WEST et al., 2010) e (MORTON et al., 2016).

5.4 Por que cada um cresce de um jeito

Agora, a diferença que mais confunde quem treina ao lado de alguém.

O QUE OS ESTUDOS MOSTRAM

Num estudo feito em oito centros, 585 pessoas treinaram só o braço não dominante, com o mesmo programa progressivo, por 12 semanas. Eram 342 mulheres e 243 homens. A ressonância magnética mediu a área do músculo no início e no fim; a mudança foi de uma perda de 2% até um ganho de 59%. A força no teste de 1RM variou de nenhum ganho a 250% a mais. Na área do músculo, os homens levaram 2,5% de vantagem. Na força relativa ao ponto de partida, a vantagem foi delas.

Fonte: HUBAL et al., 2005

O Gráfico 5.5 desenha essa amplitude. Diante de um resultado abaixo do esperado, a conversa útil é com o profissional, para revisar o programa e o que acontece fora da academia, sem comparação com o colega de treino.

O mesmo treino, resultados muito diferentes

Do menor ao maior resultado individual, depois de 12 semanas do mesmo treino do braço não dominante, em 585 pessoas.

Área do músculo do braço**Força no teste de uma repetição máxima (1RM)**

342 mulheres e 243 homens, em oito centros. O desenho mostra só o menor e o maior resultado publicados; as pessoas ficaram espalhadas entre eles.

Elaborado pelo autor a partir de (HUBAL et al., 2005).

GRÁFICO 5.5

Do menor ao maior resultado individual depois de 12 semanas do mesmo treino de braço, em 585 pessoas: mudança na área do músculo e na força no teste de 1RM.

Elaborado pelo autor a partir de (HUBAL et al., 2005).

5.5 Correr e treinar força na mesma semana

Muita gente corre ou pedala e teme perder músculo por causa disso, mas os estudos mudaram de resposta com o tempo, e a Tabela 5.6 mostra as duas leituras.

O QUE OS ESTUDOS MOSTRAM

A revisão de 2022 juntou 43 estudos de treino concorrente, em que o treino de força era idêntico nos dois grupos e só um deles somava o treino aeróbico. No crescimento do músculo e na força máxima, a diferença foi praticamente zero. A força explosiva, a dos saltos e arranques, caiu um pouco, sobretudo quando os dois treinos eram feitos na mesma sessão (SCHUMANN et al., 2022). Uma metanálise mais antiga, de 2012, com 21 estudos, tinha visto perda de crescimento e de força quando a corrida se somava ao treino de força. Com a bicicleta, essa perda não apareceu (WILSON et al., 2012).

Fonte: SCHUMANN et al., 2022; WILSON et al., 2012

TABELA 5.6 — CORRER E TREINAR FORÇA NA MESMA SEMANA: O QUE OS ESTUDOS MOSTRARAM

LEVANTAMENTO	O QUE COMPAROU	CRESCIMENTO DO MÚSCULO	FORÇA	FONTE
Metanálise de 2012, 21 estudos	Força sozinha, aeróbico sozinho e os dois juntos	Tamanho de efeito de 1,23 só com força e de 0,85 com os dois (o resumo não testa essa diferença); a corrida, e não a bicicleta, reduziu o ganho	Tamanho de efeito de 1,76 só com força e de 1,44 com os dois, também sem o teste da diferença no resumo	(WILSON et al., 2012)
Revisão de 2022, 43 estudos	O mesmo treino de força, com e sem aeróbico	Diferença de -0,01, praticamente zero	Força máxima sem diferença clara; força explosiva menor, sobretudo na mesma sessão	(SCHUMANN et al., 2022)

A revisão de 2022 não achou diferença entre correr e pedalar. Para quem quer somar corrida leve à musculação, o guia Zona 2, desta série, explica como encontrar esse ritmo.

5.6 O que a evidência sustenta

O Infográfico 5.7 separa, num semáforo, o que os estudos deste guia sustentam do que eles deixam incerto ou não sustentam; ele inclui a creatina e os outros suplementos vendidos para ganhar músculo. Um consenso do Comitê Olímpico Internacional para atletas lembra que poucos suplementos têm boa evidência de benefício no desempenho, entre eles a creatina, e que tomar alguns produtos traz o risco de ingerir, sem querer, substâncias

ias proibidas no esporte. Antes de qualquer suplemento, o consenso pede uma avaliação completa da alimentação.

O que a evidência sustenta sobre o crescimento do músculo

Sustenta: metanálises ou consenso concordam. Incerto: o resultado muda com a análise ou é exploratório. Não sustenta: os estudos não mostraram.



O que a evidência sustenta

- Volume: mais séries, mais crescimento, com ganho decrescente.
- Carga leve ou pesada até a falha: crescimento parecido.
- Força máxima: cresceu mais com carga alta.
- Proteína somada à dieta: pouco mais de massa livre de gordura.
- Creatina: um pouco de massa magra e de força (guia Creatina).



O que ainda é incerto

- Distância até a falha: chegar perto pareceu contar.
- Descanso acima de 60 segundos: ganho pequeno, incerto.



O que a evidência não sustenta

- Mais vezes por semana, com volume igual, fazer crescer mais.
- Ir até a falha completa trazer vantagem clara.
- O pico de hormônios do treino decidir o crescimento.
- Outros suplementos vendidos para ganhar músculo.

Os níveis falam da força da evidência em adultos saudáveis que treinam, não de recomendação individual.

Elaborado pelo autor a partir de (SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2017b), (PELLAND et al., 2026), (SCHOENFELD et al., 2017a), (CURRIER et al., 2023), (REFALO et al., 2023), (ROBINSON et al., 2024), (SCHOENFELD; GRGIC; KRIEGER, 2019), (SINGER et al., 2024), (MORTON et al., 2018), (WEST et al., 2010), (MORTON et al., 2016), (BRANCH, 2003) e (MAUGHAN et al., 2018).

INFOGRÁFICO 5.7

Semáforo da evidência sobre o crescimento do músculo: o que os estudos citados sustentam, o que ainda é incerto e o que eles não sustentam.

Elaborado pelo autor a partir de (SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2017b), (PELLAND et al., 2026), (SCHOENFELD et al., 2017a), (CURRIER et al., 2023), (REFALO et al., 2023), (ROBINSON et al., 2024), (SCHOENFELD; GRGIC; KRIEGER, 2019), (SINGER et al., 2024), (MORTON et al., 2018), (WEST et al., 2010), (MORTON et al., 2016), (BRANCH, 2003) e (MAUGHAN et al., 2018).

PERGUNTE AO SEU MÉDICO

- A proteína da minha dieta é suficiente para o treino que eu faço?
- Faz sentido usar algum suplemento no meu caso? Qual seria o risco?
- O meu sono pode estar atrapalhando o resultado?
- Somar corrida ao meu treino de força atrapalha o que eu quero?

Se o mesmo treino leva pessoas a resultados tão distantes, o espelho e a balança comum dizem pouco sobre o seu caso. É aí que entra a medida.



6 CAPÍTULO

Onde a medida entra

NESTE CAPÍTULO

- O que a bioimpedância mede
- Antes de começar ou de aumentar a carga
- O que perguntar

FIGURA 6.1

Balança de bioimpedância com hastes para as mãos e placas metálicas para os pés, numa sala de avaliação clara; ao lado, um monitor exibe um gráfico de barras.

Ilustração produzida pelo autor com auxílio de inteligência artificial

EM UMA FRASE

Medir a composição do corpo ajuda a acompanhar se a massa livre de gordura sobe com o treino; a decisão sobre o que mudar fica com quem acompanha você.

6.1 O que a bioimpedância mede

As diferenças entre pessoas no mesmo treino têm uma consequência prática. O seu progresso precisa ser acompanhado, porque a média dos estudos não diz onde você está.

A balança comum pesa tudo junto. Perder gordura e ganhar músculo ao mesmo tempo pode deixar o número parado.

A bioimpedância é o exame da Figura 6.1. Uma corrente elétrica fraca passa pelo corpo entre as mãos e os pés. Com ela, o aparelho estima a água do corpo e, por equações, calcula a massa livre de gordura. O Infográfico 6.2 resume o que o exame enxerga e o que ele não enxerga.

O QUE OS ESTUDOS MOSTRAM

As diretrizes europeias de nutrição clínica avaliaram a bioimpedância em pessoas saudáveis e doentes. O exame funcionou bem em quem tinha o equilíbrio de água e sais estável, desde que a equação usada fosse validada para o perfil da pessoa. Nos extremos do índice de massa corporal, ou com a hidratação alterada, o uso de rotina não foi recomendado. Acompanhar a mesma pessoa ao longo do tempo foi considerado possível, com cautela na leitura, entre os índices de massa corporal de 16 e 34 e sem alteração da hidratação.

Fonte: KYLE et al., 2004

O que a bioimpedância mede

Uma estimativa útil para acompanhar a tendência, com cuidados.

O que o aparelho faz

Passa uma corrente elétrica fraca pelo corpo e estima a água corporal.

O que ele calcula

Por equações, a massa livre de gordura e a gordura.

O que ele não mede

O músculo sozinho: a massa livre de gordura soma músculo, osso, órgãos e água.

Quando funciona bem

Em quem tem água e sais estáveis, com equação validada para o perfil da pessoa.

O que atrapalha a leitura

Hidratação alterada e extremos do índice de massa corporal.

Para acompanhar a mesma pessoa: possível entre os índices de massa corporal de 16 e 34, sem alteração da hidratação, com interpretação cuidadosa.

Elaborado pelo autor a partir de (KYLE et al., 2004).

INFOGRÁFICO 6.2

O que a bioimpedância mede, o que ela calcula, o que ela não mede e o que pode atrapalhar a leitura.

Elaborado pelo autor a partir de (KYLE et al., 2004).

O resultado é uma estimativa. A água do corpo pesa nele. A comparação de uma medida com a seguinte vale mais do que um número isolado. Por esse motivo, a equipe orienta o preparo, para que as condições se repitam. Funciona como o GPS que recalcula a rota: a medida mostra onde você está, e o plano se ajusta a partir dela.

Na Oxy Recovery, a bioimpedância faz parte do Passaporte Metabólico. A avaliação junta a composição corporal a outros dois exames: a calorimetria indireta, que mede pelo ar respirado quanta energia o corpo gasta em repouso, e o teste cardiopulmonar, que mede o fôlego durante o esforço. Repetida ao longo dos meses, com os cuidados de preparo, a bioimpedância ajuda a ver se a massa livre de gordura está subindo com o treino, e você leva o resultado ao profissional que monta o seu treino e ao médico. Eles decidem o

que ajustar. Para agendar, use o botão de WhatsApp da equipe na página deste guia, em oxyrecovery-vidaativa.com.br/ebooks/hipertrofia-como-o-musculo-cresce.

6.2 Antes de começar ou de aumentar a carga

Exercício é seguro para a maioria das pessoas. Os eventos graves do coração durante o esforço costumam dar sinais antes. A triagem do Colégio Americano de Medicina do Esporte para quem vai se exercitar cruza a presença de doença do coração, do metabolismo ou dos rins, ou de algum sintoma, com a intensidade pretendida e com o quanto a pessoa já se exercita. A Tabela 6.3 traz um nível de conduta para cada situação.

TABELA 6.3 — QUANDO PARAR O TREINO E QUEM PASSA PELO MÉDICO ANTES DE COMEÇAR OU DE AUMENTAR A CARGA

SITUAÇÃO	O QUE FAZER
Dor, aperto ou peso no peito, no esforço ou logo depois, ou desmaio	Pare na hora e ligue 192 ou vá ao pronto-socorro
Falta de ar forte que não melhora com o repouso	Pare na hora e ligue 192 ou vá ao pronto-socorro
Coração disparado ou irregular, ou tontura, que não passam ao parar	Pare na hora e ligue 192 ou vá ao pronto-socorro
Tontura leve, palpitação ou cansaço fora do comum no esforço, que passam com o repouso	Pare o treino do dia e procure o médico antes de voltar a treinar
Doença conhecida do coração, do metabolismo, como o diabetes, ou dos rins	Passe pelo médico antes de começar ou de aumentar a intensidade
Sem doença conhecida e sem sintomas, começando agora	Comece com intensidade leve a moderada e aumente aos poucos, com o profissional de educação física
Já treina, sem doença conhecida e sem sintomas	Siga a progressão combinada com o profissional de educação física

Esta tabela orienta e não substitui a avaliação da sua equipe. Elaborado pelo autor a partir de (RIEBE et al., 2015).

6.3 O que perguntar

Leve as perguntas da Tabela 6.4 à próxima conversa com o profissional que monta o seu treino e com o seu médico.

TABELA 6.4 — PERGUNTAS PARA LEVAR AO PROFISSIONAL DE EDUCAÇÃO FÍSICA E AO MÉDICO

PERGUNTA	POR QUE PERGUNTAR
Quantas séries por semana o meu treino soma para cada músculo?	Nos estudos, mais séries renderam mais crescimento, com ganho cada vez menor (capítulo 2)
Até onde devo levar cada série?	Chegar perto da falha parece contar; ir até a última repetição não mostrou vantagem clara (capítulo 3)
Quantas vezes por semana treino cada músculo, e por quê?	Com o mesmo volume, a frequência não mudou o crescimento (capítulo 4)
Quanto descanso entre as séries faz sentido no meu treino?	Acima de um minuto, os autores leem um pequeno ganho, com intervalos que cruzaram o zero; alongar além de 90 segundos não acrescentou diferença (capítulo 4)
A proteína da minha dieta está adequada?	A proteína somada à dieta aumentou um pouco a massa livre de gordura (capítulo 5)
Preciso passar pelo médico antes de aumentar a carga?	Doença conhecida pede o médico antes; sintoma no esforço faz parar o treino (Tabela 6.3)
Como vamos medir se o treino está funcionando?	O mesmo treino levou pessoas a resultados muito diferentes (capítulo 5)

O músculo cresce com tensão repetida e com volume somado na semana, em séries exigentes. Cargas leves e pesadas, com séries levadas até a falha, fizeram o músculo crescer parecido; para a força máxima, o peso alto rendeu mais nas metanálises. Com o volume igual, a frequência não mudou o crescimento. No descanso acima de um minuto, os autores leem um pequeno ganho, com intervalos que cruzaram o zero. Fora da academia, a proteína soma um ganho pequeno e o sono pesa na fabricação de proteína. Entre pessoas no mesmo treino de braço, a área do músculo foi de uma pequena perda a quase 60% a mais. O Passaporte Metabólico, com a bioimpedância, pode ser agendado pelo botão de WhatsApp da página deste guia. O Infográfico 6.5 resume tudo em uma página.

Conteúdo informativo; não substitui consulta médica.

Resumo em uma página

Hipertrofia: como o músculo cresce.

Como o músculo cresce

- Tensão repetida na fibra e mais fabricação de proteína.

Volume

- Mais séries semanais, mais crescimento.

Carga e falha

- Leve ou pesada, até a falha: crescimento parecido.
- Força máxima: maior com peso alto nas metanálises.
- Falha completa: sem vantagem clara.

Frequência e descanso

- Mesmo volume: frequência não mudou o crescimento.
- Pausas acima de 60 s: os autores leem pequeno ganho; os intervalos cruzaram o zero.

Comida, sono e diferenças

- Proteína somada à dieta: ganho pequeno.
- Noite sem dormir: fabricação de proteína 18% menor.
- Mesmo treino: área do braço de -2% a +59%.

Medida e perguntas

- Bioimpedância: tendência da massa livre de gordura.
- Sintoma no esforço: pare o treino (Tabela 6.3).
- Pergunte: quantas séries e até onde ir em cada uma.

Conteúdo informativo; não substitui consulta médica.

Elaborado pelo autor a partir de (WACKERHAGE et al., 2019), (SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2017b), (SCHOENFELD et al., 2017a), (REFALO et al., 2023), (SCHOENFELD; GRGIC; KRIEGER, 2019), (SINGER et al., 2024), (MORTON et al., 2018), (LAMON et al., 2021), (HUBAL et al., 2005), (KYLE et al., 2004) e (RIEBE et al., 2015).

INFOGRÁFICO 6.5

Resumo em uma página: como o músculo cresce, o que os estudos mostraram sobre séries, carga, falha, frequência e descanso, o que a comida e o sono acrescentam, onde a medida entra e o que perguntar.

Elaborado pelo autor a partir de (WACKERHAGE et al., 2019), (SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2017b), (SCHOENFELD et al., 2017a), (REFALO et al., 2023), (SCHOENFELD; GRGIC; KRIEGER, 2019), (SINGER et al., 2024), (MORTON et al., 2018), (LAMON et al., 2021), (HUBAL et al., 2005), (KYLE et al., 2004) e (RIEBE et al., 2015).

Glossário

Termos que aparecem no material e costumam gerar dúvida.

Hipertrofia

aumento do tamanho do músculo, que vem do aumento da área de cada fibra muscular.

Fibra muscular

a célula do músculo, comprida e fina, que encurta para produzir força.

Miofibrila

cada um dos filamentos que correm dentro da fibra muscular e fazem a contração.

Tensão mecânica

a força que puxa a fibra quando ela se contrai contra uma carga.

Síntese de proteína

a fabricação de proteína nova dentro do músculo.

Quebra de proteína

o desmonte da proteína velha do músculo, que acontece o tempo todo.

Série

cada bloco de repetições seguidas de um mesmo exercício.

Repetição

cada movimento completo de um exercício.

Volume semanal

o número de séries que um mesmo músculo faz na semana.

Carga

o peso usado no exercício, muitas vezes descrito como porcentagem de 1RM.

1RM

uma repetição máxima; o maior peso que a pessoa consegue levantar uma única vez, com boa técnica.

Falha muscular

o ponto da série em que não sai mais nenhuma repetição com boa técnica, apesar do esforço máximo.

Repetições na reserva

quantas repetições ainda caberiam na série no momento em que ela foi interrompida.

Frequência

quantas vezes por semana o mesmo músculo é treinado.

Intervalo de descanso

o tempo de pausa entre uma série e a seguinte.

Treino concorrente

treino aeróbico, como corrida ou bicicleta, feito no mesmo programa do treino de força.

Massa livre de gordura

tudo o que, no corpo, não é gordura: músculo, osso, órgãos e água.

Massa magra

o peso do corpo sem a gordura; nos estudos citados, às vezes medido também sem os ossos.

Bioimpedância

exame que estima a composição do corpo com uma corrente elétrica fraca; parte da água corporal e calcula a massa livre de gordura por equações.

Hormônios anabólicos

hormônios como a testosterona e o hormônio do crescimento, que sobem no sangue logo depois de um treino pesado.

Ensaio randomizado

estudo em que um sorteio decide quem recebe cada tratamento ou treino.

Revisão sistemática

levantamento feito com método, que busca todos os estudos publicados sobre uma pergunta.

Metanálise

análise que soma os resultados de vários estudos sobre a mesma pergunta.

Tamanho de efeito

medida padronizada de quão grande foi uma diferença, comparável entre estudos que usaram unidades diferentes.

Intervalo de confiança

a faixa dentro da qual o resultado verdadeiro provavelmente está; quando cruza o zero, a diferença pode não existir.

Intervalo de credibilidade

o equivalente do intervalo de confiança nas análises chamadas bayesianas.

PMID

o número que identifica cada estudo no PubMed, o índice de artigos de medicina da Biblioteca Nacional de Medicina dos Estados Unidos.

Referências

Lista formatada segundo a ABNT NBR 6023. As citações no corpo do texto seguem o sistema autor-data e remetem a esta lista.

- BRANCH, J. D. Effect of creatine supplementation on body composition and performance: a meta-analysis. **International journal of sport nutrition and exercise metabolism**, [S. l.], v. 13, n. 2, p. 198–226, 2003. DOI: 10.1123/ijsnem.13.2.198. Disponível em: <https://doi.org/10.1123/ijsnem.13.2.198>. Acesso em: 21 set. 2026. PMID: 12945830.
- CURRIER, B. S. et al. Resistance training prescription for muscle strength and hypertrophy in healthy adults: a systematic review and Bayesian network meta-analysis. **British journal of sports medicine**, [S. l.], v. 57, n. 18, p. 1211–1220, 2023. DOI: 10.1136/bjsports-2023-106807. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2023-106807>. Acesso em: 21 set. 2026. PMID: 37414459.
- DAMAS, F. et al. Resistance training-induced changes in integrated myofibrillar protein synthesis are related to hypertrophy only after attenuation of muscle damage. **The Journal of physiology**, [S. l.], v. 594, n. 18, p. 5209–22, 2016. DOI: 10.1113/JP272472. Disponível em: <https://doi.org/10.1113/JP272472>. Acesso em: 21 set. 2026. PMID: 27219125.
- FOLLAND, J. P.; WILLIAMS, A. G. The adaptations to strength training : morphological and neurological contributions to increased strength. **Sports medicine**, [S. l.], v. 37, n. 2, p. 145–68, 2007. DOI: 10.2165/00007256-200737020-00004. Disponível em: <https://doi.org/10.2165/00007256-200737020-00004>. Acesso em: 21 set. 2026. PMID: 17241104.
- HUBAL, M. J. et al. Variability in muscle size and strength gain after unilateral resistance training. **Medicine and science in sports and exercise**, [S. l.], v. 37, n. 6, p. 964–72, 2005. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15947721/>. Acesso em: 21 set. 2026. PMID: 15947721.
- KYLE, U. G. et al. Bioelectrical impedance analysis-part II: utilization in clinical practice. **Clinical nutrition**, [S. l.], v. 23, n. 6, p. 1430–53, 2004. DOI: 10.1016/j.clnu.2004.09.012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2004.09.012>. Acesso em: 19 set. 2026. PMID: 15556267.
- LAMON, S. et al. The effect of acute sleep deprivation on skeletal muscle protein synthesis and the hormonal environment. **Physiological reports**, [S. l.], v. 9, n. 1, p. e14660, 2021. DOI: 10.14814/phy2.14660. Disponível em: <https://doi.org/10.14814/phy2.14660>. Acesso em: 4 out. 2026. PMID: 33400856.
- MAUGHAN, R. J. et al. IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. **British journal of sports medicine**, [S. l.], v. 52, n. 7, p. 439–455, 2018. DOI: 10.1136/bjsports-2018-099027. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099027>. Acesso em: 4 out. 2026. PMID: 29540367.
- MITCHELL, C. J. et al. Resistance exercise load does not determine training-mediated hypertrophic gains in young men. **Journal of applied physiology**, [S. l.], v. 113, n. 1, p. 71–7, 2012. DOI: 10.1152/jappphysiol.00307.2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00307.2012>. Acesso em: 21 set. 2026. PMID: 22518835.
- MOORE, D. R. et al. Ingested protein dose response of muscle and albumin protein synthesis after resistance exercise in young men. **The American journal of clinical nutrition**, [S. l.], v. 89, n. 1, p. 161–8, 2009. DOI: 10.3945/ajcn.2008.26401. Disponível em: <https://doi.org/10.3945/ajcn.2008.26401>. Acesso em: 21 set. 2026. PMID: 19056590.

- MORTON, R. W. et al. A systematic review, meta-analysis and meta-regression of the effect of protein supplementation on resistance training-induced gains in muscle mass and strength in healthy adults. **British journal of sports medicine**, [S. l.], v. 52, n. 6, p. 376-384, 2018. DOI: 10.1136/bjsports-2017-097608. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097608>. Acesso em: 21 set. 2026. PMID: 28698222.
- MORTON, R. W. et al. Neither load nor systemic hormones determine resistance training-mediated hypertrophy or strength gains in resistance-trained young men. **Journal of applied physiology**, [S. l.], v. 121, n. 1, p. 129-38, 2016. DOI: 10.1152/jappphysiol.00154.2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00154.2016>. Acesso em: 21 set. 2026. PMID: 27174923.
- PELLAND, J. C. et al. The Resistance Training Dose Response: Meta-Regressions Exploring the Effects of Weekly Volume and Frequency on Muscle Hypertrophy and Strength Gains. **Sports medicine**, [S. l.], v. 56, n. 2, p. 481-505, 2026. DOI: 10.1007/s40279-025-02344-w. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40279-025-02344-w>. Acesso em: 4 out. 2026. PMID: 41343037.
- PHILLIPS, S. M. et al. Mixed muscle protein synthesis and breakdown after resistance exercise in humans. **The American journal of physiology**, [S. l.], v. 273, n. 1 Pt 1, p. E99-107, 1997. DOI: 10.1152/ajpendo.1997.273.1.E99. Disponível em: <https://doi.org/10.1152/ajpendo.1997.273.1.E99>. Acesso em: 4 out. 2026. PMID: 9252485.
- REFALO, M. C. et al. Influence of Resistance Training Proximity-to-Failure on Skeletal Muscle Hypertrophy: A Systematic Review with Meta-analysis. **Sports medicine**, [S. l.], v. 53, n. 3, p. 649-665, 2023. DOI: 10.1007/s40279-022-01784-y. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40279-022-01784-y>. Acesso em: 21 set. 2026. PMID: 36334240.
- RIEBE, D. et al. Updating ACSM's Recommendations for Exercise Preparticipation Health Screening. **Medicine and science in sports and exercise**, [S. l.], v. 47, n. 11, p. 2473-9, 2015. DOI: 10.1249/MSS.0000000000000664. Disponível em: <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000664>. Acesso em: 2 out. 2026. PMID: 26473759.
- ROBINSON, Z. P. et al. Exploring the Dose-Response Relationship Between Estimated Resistance Training Proximity to Failure, Strength Gain, and Muscle Hypertrophy: A Series of Meta-Regressions. **Sports medicine**, [S. l.], v. 54, n. 9, p. 2209-2231, 2024. DOI: 10.1007/s40279-024-02069-2. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40279-024-02069-2>. Acesso em: 4 out. 2026. PMID: 38970765.
- SCHOENFELD, B. J. et al. Strength and Hypertrophy Adaptations Between Low- vs. High-Load Resistance Training: A Systematic Review and Meta-analysis. **Journal of strength and conditioning research**, [S. l.], v. 31, n. 12, p. 3508-3523, 2017a. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002200. Disponível em: <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002200>. Acesso em: 21 set. 2026. PMID: 28834797.
- SCHOENFELD, B. J.; GRGIC, J.; KRIEGER, J. How many times per week should a muscle be trained to maximize muscle hypertrophy? A systematic review and meta-analysis of studies examining the effects of resistance training frequency. **Journal of sports sciences**, [S. l.], v. 37, n. 11, p. 1286-1295, 2019. DOI: 10.1080/02640414.2018.1555906. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1555906>. Acesso em: 4 out. 2026. PMID: 30558493.
- SCHOENFELD, B. J.; OGBORN, D.; KRIEGER, J. W. Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. **Journal of sports sciences**, [S. l.], v. 35, n. 11, p. 1073-1082, 2017b. DOI: 10.1080/02640414.2016.1210197. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1210197>. Acesso em: 21 set. 2026. PMID: 27433992.
- SCHOENFELD, B. J.; OGBORN, D.; KRIEGER, J. W. Effects of Resistance Training Frequency on Measures of Muscle Hypertrophy: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports medicine**, [S. l.], v. 46, n. 11, p. 1689-1697, 2016. DOI: 10.1007/s40279-016-0543-8. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0543-8>. Acesso em: 21 set. 2026. PMID: 27102172.

- SCHUMANN, M. et al. Compatibility of Concurrent Aerobic and Strength Training for Skeletal Muscle Size and Function: An Updated Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports medicine**, [S. l.], v. 52, n. 3, p. 601–612, 2022. DOI: 10.1007/s40279-021-01587-7. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01587-7>. Acesso em: 21 set. 2026. PMID: 34757594.
- SEYNNES, O. R.; DE BOER, M.; NARICI, M. V. Early skeletal muscle hypertrophy and architectural changes in response to high-intensity resistance training. **Journal of applied physiology**, [S. l.], v. 102, n. 1, p. 368–73, 2007. DOI: 10.1152/jappphysiol.00789.2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00789.2006>. Acesso em: 4 out. 2026. PMID: 17053104.
- SINGER, A. et al. Give it a rest: a systematic review with Bayesian meta-analysis on the effect of inter-set rest interval duration on muscle hypertrophy. **Frontiers in sports and active living**, [S. l.], v. 6, p. 1429789, 2024. DOI: 10.3389/fspor.2024.1429789. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fspor.2024.1429789>. Acesso em: 4 out. 2026. PMID: 39205815.
- WACKERHAGE, H. et al. Stimuli and sensors that initiate skeletal muscle hypertrophy following resistance exercise. **Journal of applied physiology**, [S. l.], v. 126, n. 1, p. 30–43, 2019. DOI: 10.1152/jappphysiol.00685.2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00685.2018>. Acesso em: 21 set. 2026. PMID: 30335577.
- WEST, D. W. et al. Elevations in ostensibly anabolic hormones with resistance exercise enhance neither training-induced muscle hypertrophy nor strength of the elbow flexors. **Journal of applied physiology**, [S. l.], v. 108, n. 1, p. 60–7, 2010. DOI: 10.1152/jappphysiol.01147.2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01147.2009>. Acesso em: 21 set. 2026. PMID: 19910330.
- WILSON, J. M. et al. Concurrent training: a meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercises. **Journal of strength and conditioning research**, [S. l.], v. 26, n. 8, p. 2293–307, 2012. DOI: 10.1519/JSC.0b013e31823a3e2d. Disponível em: <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31823a3e2d>. Acesso em: 21 set. 2026. PMID: 22002517.

Sobre o autor

Dr. Mateus Antunes Nogueira

CRM-SP 97.070 · Cirurgião do Aparelho Digestivo (RQE 46345) · médico do esporte e nutrólogo (pós-graduado)

Conteúdo informativo; não substitui consulta médica.

Transparência e licenças

Esta página declara a origem de cada figura usada no material, a base das informações e as condições de uso.

Figuras e ilustrações

ITEM	ASSUNTO	ARQUIVO	ORIGEM E LICENÇA
Figura 1.1	Feixe de fibras musculares desenhado em fios paralelos, alguns trechos mais grossos que outros, com um halter ao fundo.	Figura_1.1_fibras-que-crescem.jpg	Ilustração produzida pelo autor com auxílio de inteligência artificial
Figura 1.2	Do músculo inteiro à miofibrila: o feixe de fibras, a fibra muscular, a miofibrila e os filamentos que deslizam uns sobre os outros na contração.	Figura_1.2_do-musculo-a-miofibrila.png	Adaptado de Servier Medical Art (https://smart.servier.com), licenciado sob CC BY 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). Esquema elaborado pelo autor.
Infográfico 1.3	Do estímulo ao crescimento: a tensão na fibra, o sinal lá dentro, a síntese de proteína acima da quebra e a fibra mais grossa, somadas ao longo de semanas.	Infografico_1.3_do-estimulo-ao-crescimento.png	Elaborado pelo autor a partir de (WACKERHAGE et al., 2019), (PHILLIPS et al., 1997) e (FOLLAND; WILLIAMS, 2007).
Infográfico 1.4	As primeiras semanas de treino nos estudos citados: o que foi medido em cada momento, do dia da sessão à décima semana.	Infografico_1.4_as-primeiras-semanas.png	Elaborado pelo autor a partir de (PHILLIPS et al., 1997), (DAMAS et al., 2016) e (SEYNNES; DE BOER; NARICI, 2007).

Infográfico 2.1	Como os estudos contam o volume: repetições formam a série, e as séries do mesmo músculo, somadas na semana, formam o volume semanal (exemplo ilustrativo, sem números de treino).	Infografico_2.1_como-se- conta-o-volume.png	Elaborado pelo autor a partir de (SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2017b).
Gráfico 2.2	A mesma metanálise em duas medidas, em painéis separados: o ganho a mais por série semanal e a diferença entre volume alto e baixo no mesmo estudo (15 estudos, 34 grupos de treino).	Grafico_2.2_volume-e- crescimento.png	Elaborado pelo autor a partir de (SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2017b).
Figura 3.1	Dois halteres e uma pilha de anilhas sobre o banco de uma academia clara e vazia, com luz natural das janelas.	Figura_3.1_halter-no- banco.jpg	Ilustração produzida pelo autor com auxílio de inteligência artificial
Gráfico 3.2	À esquerda, o volume do músculo em três condições (18 homens jovens, dez semanas); à direita, o supino, o único exercício em que a carga mudou a força (49 homens treinados, doze semanas).	Grafico_3.2_carga-cresci- mento-e-forca.png	Elaborado pelo autor a partir de (MITCHELL et al., 2012) e (MORTON et al., 2016).
Infográfico 3.3	Repetições na reserva: quantas repetições ainda caberiam no momento em que a série foi interrompida, do ponto de falha a uma série longe dela (exemplo ilustrativo).	Infografico_3.3_repeticoes- na-reserva.png	Elaborado pelo autor a partir de (ROBINSON et al., 2024).
Gráfico 3.4	Séries até a falha comparadas a séries interrompidas antes dela: tamanho de efeito sobre o crescimento do músculo, com intervalo de confiança de 95%, em 15 estudos.	Grafico_3.4_falha-e- crescimento.png	Elaborado pelo autor a partir de (REFALO et al., 2023).
Gráfico 4.1	Tamanho de efeito sobre o crescimento com frequência semanal maior e menor, em dez estudos de 2016, e o resultado da revisão de 2019, com 25 estudos, quando o volume foi igualado.	Grafico_4.1_frequencia-e- crescimento.png	Elaborado pelo autor a partir de (SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2016) e (SCHOENFELD; GRGIC; KRIEGER, 2019).
Gráfico 4.2	Descanso mais longo comparado a descanso curto entre as séries: diferença no crescimento do braço, da coxa e do corpo inteiro, com intervalo de credibilidade de 95%, em nove estudos.	Grafico_4.2_descanso-e- crescimento.png	Elaborado pelo autor a partir de (SINGER et al., 2024).
Figura 5.1	Mesa de café da manhã com ovos, pão integral, iogurte com morangos, uma tigela de morangos e uma banana, na luz que entra pela janela.	Figura_5.1_mesa-da- manha.jpg	Ilustração produzida pelo autor com auxílio de inteligência artificial

Gráfico 5.3	Fabricação de proteína no músculo depois de uma refeição, após uma noite de sono normal e após uma noite inteira sem dormir, em 13 adultos jovens.	Grafico_5.3_sono-e-fabricacao-de-proteina.png	Elaborado pelo autor a partir de (LAMON et al., 2021).
Infográfico 5.4	O pico de hormônios depois do treino e o crescimento do músculo, em dois ensaios: o crescimento do braço com e sem o pico, e a falta de relação entre a subida dos hormônios e o ganho.	Infografico_5.4_hormonios-do-treino.png	Elaborado pelo autor a partir de (WEST et al., 2010) e (MORTON et al., 2016).
Gráfico 5.5	Do menor ao maior resultado individual depois de 12 semanas do mesmo treino de braço, em 585 pessoas: mudança na área do músculo e na força no teste de 1RM.	Grafico_5.5_cada-um-cresce-diferente.png	Elaborado pelo autor a partir de (HUBAL et al., 2005).
Infográfico 5.7	Semáforo da evidência sobre o crescimento do músculo: o que os estudos citados sustentam, o que ainda é incerto e o que eles não sustentam.	Infografico_5.7_semaforo-da-evidencia.png	Elaborado pelo autor a partir de (SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2017b), (PELLAND et al., 2026), (SCHOENFELD et al., 2017a), (CURRIER et al., 2023), (REFALO et al., 2023), (ROBINSON et al., 2024), (SCHOENFELD; GRIGIC; KRIEGER, 2019), (SINGER et al., 2024), (MORTON et al., 2018), (WEST et al., 2010), (MORTON et al., 2016), (BRANCH, 2003) e (MAUGHAN et al., 2018).
Figura 6.1	Balança de bioimpedância com hastes para as mãos e placas metálicas para os pés, numa sala de avaliação clara; ao lado, um monitor exibe um gráfico de barras.	Figura_6.1_balanca-de-bioimpedancia.jpg	Ilustração produzida pelo autor com auxílio de inteligência artificial
Infográfico 6.2	O que a bioimpedância mede, o que ela calcula, o que ela não mede e o que pode atrapalhar a leitura.	Infografico_6.2_o-que-a-bioimpedancia-mede.png	Elaborado pelo autor a partir de (KYLE et al., 2004).

Infográfico 6.5	Resumo em uma página: como o músculo cresce, o que os estudos mostraram sobre séries, carga, falha, frequência e descanso, o que a comida e o sono acrescentam, onde a medida entra e o que perguntar.	Infografico_6.5_resumo-em-uma-pagina.png	Elaborado pelo autor a partir de (WACKERHAGE et al., 2019), (SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2017b), (SCHOENFELD et al., 2017a), (REFALO et al., 2023), (SCHOENFELD; GRGIC; KRIEGER, 2019), (SINGER et al., 2024), (MORTON et al., 2018), (LAMON et al., 2021), (HUBAL et al., 2005), (KYLE et al., 2004) e (RIEBE et al., 2015).
------------------------	--	--	--

Base das informações

O texto foi escrito a partir de diretrizes de sociedades médicas e de estudos publicados em revistas científicas com revisão por pares, listados na seção de Referências. As citações no corpo do texto seguem o formato autor-data e remetem à lista final, formatada segundo a ABNT NBR 6023. Onde há número, há fonte.

Conflitos de interesse

O autor declara não ter recebido patrocínio, amostras, honorários ou qualquer outra contrapartida de fabricantes de suplementos, alimentos, equipamentos de musculação ou aparelhos de avaliação. Nenhuma marca de produto é mencionada nesta obra. As ilustrações são didáticas; algumas foram produzidas pelo autor com auxílio de inteligência artificial. Os gráficos, os infográficos e as tabelas foram elaborados pelo autor a partir das referências indicadas em cada legenda; a base anatômica da Figura 1.2 é adaptada de Servier Medical Art, sob licença CC BY 4.0. Nenhuma figura representa uma pessoa real. Revisão desta edição: outubro de 2026.

Condições de uso

© 2026 Dr. Mateus Antunes Nogueira. A leitura e a impressão para uso pessoal são permitidas. Reprodução, redistribuição, venda, edição de trechos e uso para treinamento de sistemas automatizados dependem de autorização escrita do autor. Cada exemplar traz marcação de origem no fundo e no pé de página.

Colofão. Composto em DM Sans, família tipográfica única do Oxy Recovery Design System. Paginado com CSS Paged Media e gerado em 2026. Formato A4 retrato. Dr. Mateus Antunes Nogueira · CRM-SP 97.070 · Cirurgião do Aparelho Digestivo (RQE 46345) · médico do esporte e nutrólogo (pós-graduado)