



Dilmar P. Guedes Jr.
Alexandre C. Rocha
Cauê V. La Scala Teixeira
Krom M. Guedes
Rodrigo Pereira da Silva



HIPERTROFIA MUSCULAR

A ciência na prática em academias



HIPERTROFIA MUSCULAR

A ciência na prática em academias

**CONSELHO REGIONAL DE EDUCAÇÃO FÍSICA
DA 4ª REGIÃO – CREF4/SP**

Diretoria/Gestão 2016-2018

Presidente

Nelson Leme da Silva Junior

Primeiro Vice-presidente

Pedro Roberto Pereira de Souza

Segundo Vice-presidente

Rialdo Tavares

Primeiro Secretário

Marcelo Vasques Casati

Segundo Secretário

José Medalha

Primeiro Tesoureiro

Humberto Aparecido Panzetti

Segundo Tesoureiro

Antonio Lourival Lourenço

Conselheiros

Adriano Rogério Celante (Conselheiro afastado)

Alexandre Demarchi Bellan

Bruno Alessandro Alves Galati

Érica Beatriz Lemes Pimentel Verderi

Ismael Forte Freitas Junior

João Francisco Rodrigues de Godoy

João Omar Gambini

Luiz Carlos Delphino de Azevedo Junior (Conselheiro afastado)

Marco Antonio Olivatto

Margareth Anderãos

Mario Augusto Charro

Mirian Aparecida Ribeiro Borba Leme

Paulo Rogerio Oliveira Sabioni

Rodrigo Nuno Peiró Correia

Rosemeire de Oliveira

Tadeu Corrêa

Valquíria Aparecida de Lima

Waldecir Paula Lima

Waldir Zampronha Filho

**Dilmar P. Guedes Jr.
Alexandre C. Rocha
Cauê V. La Scala Teixeira
Krom M. Guedes
Rodrigo Pereira da Silva**

HIPERTROFIA MUSCULAR

A ciência na prática em academias



**Comissão Especial do Selo Literário 20 anos da
Regulamentação da Profissão de Educação Física**
Responsáveis pela avaliação e revisão técnica dos livros
Alexandre Janotta Drigo (Presidente)
Érica Beatriz Lemes Pimentel Verderi
Mario Augusto Charro

Tikinet Edição
www.tikinet.com.br

Revisão
Gabriel George Martins
Mariana Lari Canina

Coordenação editorial
Hamilton Fernandes
Aline Maya

Imagens da capa
Freepik

**Capa, projeto gráfico
e diagramação**
Karina Vizeu Winkaler

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – CIP

G924

Guedes Jr., Dilmar P. et. al.

Hipertrofia muscular: a ciência na prática em academias / Dilmar P. Guedes Jr., Alexandre C. Rocha, Cauê V. La Scala Teixeira, Krom M. Guedes e Rodrigo Pereira da Silva – São Paulo: CREF4/SP, 2018. (Selo Literário 20 anos da Regulamentação da Profissão de Educação Física, 12)

128 p.; Il.

ISBN 978-85-94418-18-0

1. Educação Física. 2. Hipertrofia Muscular. 3. Treinamento de Força.
4. Musculação. 5. Fisiologia. 6. Nutrição. I. Título.

CDU 796

CDD 796

Copyright © 2018 CREF4/SP
Todos os direitos reservados.
Conselho Regional de Educação Física da 4ª Região – São Paulo
Rua Líbero Badaró, 377 – 3º Andar – Edifício Mercantil Finasa
Centro – São Paulo/SP – CEP 01009-000
Telefone: (11) 3292-1700
crefsp@crefsp.gov.br
www.crefsp.gov.br

AGRADECIMENTOS

Agradeço sempre a Deus, minha família, amigos e alunos, que me proporcionam todas essas oportunidades. Agradeço a honra de compartilhar este livro com quatro professores brilhantes com os quais um dia colaborei.

Dilmar P. Guedes Junior

Agradeço a Deus, família, professores e amigos. Graças a vocês, me tornei quem sou. “Seja resiliente, acredite na sua força, no seu potencial, creia que é capaz e você será.” (Roger Stankewski)

Alexandre C. Rocha

Agradeço a Deus pela vida que me proporciona e a todos que a compartilham comigo, me ensinando a curtir e extrair aprendizado de todos os momentos. Um beijo especial aos meus familiares, amigos e alunos.

Cauê V. La Scala Teixeira

Agradeço a minha família e amigos e especialmente a todos meus professores da graduação, do Cefit e do Epimov. É um prazer ter a

oportunidade de participar desta obra com quatro professores e amigos e, principalmente, com meu pai.

Krom M. Guedes

Agradeço a minha família por todo o apoio durante a graduação e a pós-graduação. Aos amigos Fabricio Madureira e Cassia Campi, assim como a todos os professores da equipe Magic Team, que contribuíram durante quinze anos da minha formação acadêmica. E aos professores que estão dividindo comigo a construção desta obra, principalmente Dilmar P. Guedes Jr, grande incentivador e amigo.

Rodrigo Pereira da Silva

APRESENTAÇÃO

Comemorar 20 anos é uma grande responsabilidade! Com esta idade vem a necessidade da maturidade, do compromisso perante a sociedade e de se tornar respeitado pelos seus pares. E nos 20 anos da regulamentação da profissão de Educação Física, a sensação é de que, apesar de ainda jovens enquanto profissão, temos nos tornado essenciais para o Brasil em diversas áreas de atuação. Em apenas duas décadas alcançamos posições de destaque como técnicos de renome internacional, profissionais da saúde em equipes multiprofissionais, diretores e supervisores de ensino, gestores de distintos segmentos, pesquisadores de renome internacional, reitores de universidades, secretários e diretores de esporte, assessores de ministros, enfim, uma força dentro de nossa sociedade.

Assim, em virtude da comemoração de seus 20 anos, o CREF4/SP oferece aos profissionais de Educação Física, estudantes, instituições de formação superior, bibliotecas e à sociedade o Selo Literário *20 anos da Regulamentação da Profissão de Educação Física*, sendo um marco de registro simbólico e comemorativo do aniversário de nosso reconhecimento social. Desta forma, esta coleção partiu de 20 obras literárias, uma para cada ano de aniversário, que foram avaliadas por uma comissão de especialistas para contemplar as diversas faces, estilos, concepções, ciências e intervenções que a Educação Física possui e, a partir desta pluralidade, demonstrar a competência que de fato temos. A qualidade das obras enviadas excedeu a expectativa e finalizamos o Selo com 21 obras.

Portanto, cabe a mim enquanto presidente do Conselho Regional de Educação Física da 4ª Região (CREF4/SP) apresentar o Selo Literário *20 anos da Regulamentação da Profissão de Educação Física*, que é composto por textos de diferentes autores e coautores, profissionais registrados no Sistema CONFEF/CREF, e convidados por estes, com perfis distintos de pesquisadores, gestores, professores, profissionais de referência e autoridades no seu campo de atuação.

A diversidade dos títulos apreciados reflete aquilo que caracteriza a abrangência das ações e atuações dos profissionais de Educação Física, contemplando as abordagens históricas e da corporeidade, das ciências humanas e sociais, das ciências biológicas e da saúde. Nesta empreitada, orgulhosamente apresentamos todas as obras que compõem esta coleção comemorativa e que tratam de diversos aspectos da nossa profissão, como um símbolo do percurso que viemos traçando para a consolidação de nossas ações perante a sociedade.

Seja analisando a História da Corporeidade ou o Corpo; seja com o reconhecimento em biografia de profissional consagrado; seja na edificação da Educação Física escolar, dos esportes, das lutas, da gestão, do *fitness*, da ginástica, do lazer; seja na solidificação dos parâmetros da avaliação física e da saúde através da prescrição do exercício físico, e da Psicologia e Pedagogia aplicadas, nosso desejo é que os profissionais de Educação Física se perpetuem na tarefa de servir à sociedade com empenho, respeito e conhecimento.

Que este singelo presente aos profissionais que comemoram nossos 20 anos subsidie transformações para que as conquistas que obtivemos perdurem neste próximo ciclo. Termino esta apresentação agradecendo o empenho de todos os autores, tanto pela dedicação com a Educação Física como com este conselho em atenção ao chamado de compor a coleção.

Como profissional de Educação Física, enalteço a importância dos ex-conselheiros que trilharam os caminhos que hoje estamos consolidando.

Feliz 20 anos de Regulamentação Profissional!

Nelson Leme da Silva Junior
Presidente do CREF4/SP
CREF 000200-G/SP

SUMÁRIO

Introdução	11
Aspectos fisiológicos da hipertrofia muscular	13
Introdução	13
Fatores neurais	13
Fatores morfológicos	22
Hipertrofia muscular	23
Perspectivas futuras	34
Avaliação da força muscular e suas manifestações	35
Dinamometria isocinética – Gold standard para a avaliação da força muscular	35
Teste de carga máxima dinâmica (TCMD) ou teste de uma repetição máxima (1RM)	38
Aspectos metodológicos da hipertrofia muscular	49
Componentes da carga de treinamento de força	49
Fases do treinamento	57
Sistemas avançados de divisão do treinamento	73
Planejamento e periodização do treinamento para hipertrofia muscular	78
Modelos de periodização não linear ou ondulada	81

Métodos avançados de treino	83
Introdução	83
Métodos avançados de treino	84
Considerações finais.....	102
Referências	103

INTRODUÇÃO

A musculação, que pode ser definida como exercícios resistidos, tem como principal objetivo o treinamento de força (TF). A força muscular, considerada a capacidade de o músculo esquelético produzir tensão, superando, sustentando ou cedendo à resistência, é parte integrante de qualquer programa de exercícios físicos que tenha como objetivo o rendimento esportivo, a saúde e qualidade de vida ou a estética corporal. Grande parte do público-alvo que procura a prática de exercícios físicos tem por objetivo principal este último. O conceito de estética se modificou ao longo do tempo: atualmente o padrão de estética corporal se baseia em corpos com gordura corporal adequada e músculos hipertrofiados e definidos. A hipertrofia muscular, assim, é definida como o aumento da secção transversal da fibra muscular, sendo determinada por fatores relacionados à genética, ao treinamento, à nutrição e à recuperação. O ajuste muscular ao TF costuma proporcionar a hipertrofia muscular – dessa forma, o padrão atual de estética corporal está relacionado a ela, tanto para homens quanto mulheres. A sala de musculação é o ambiente mais indicado para esse objetivo e por isso costuma estar sempre lotada e com homens e mulheres dividindo o espaço.

Nas últimas décadas, a ciência do treinamento esportivo evoluiu bastante, incluindo as pesquisas na área do TF, proporcionando embasamento para a prescrição do treinamento na prática. A obra procura, por meio de evidências científicas atuais nas áreas de Fisiologia

e Metodologia do Treinamento de Força, proporcionar suporte teórico sólido para o planejamento e a prescrição de programas de exercícios resistidos com objetivo de hipertrofia muscular, desde alunos considerados iniciantes até aqueles que ao persistirem na prática regular passam a ser considerados avançados. As recomendações abordam inclusive o treinamento para aqueles que são ou pretendem se tornar atletas fisiculturistas.

Cabe destacar que esta obra aborda aspectos da prescrição do treinamento físico; aspectos nutricionais, que são fundamentais para o bom resultado, não serão abordados. Para isso, consulte um profissional de nutrição especializado na área esportiva. A parceria entre o profissional de Educação Física e o nutricionista geralmente proporciona bons resultados.

ASPECTOS FISIOLÓGICOS DA HIPERTROFIA MUSCULAR

Introdução

A prática sistemática do treinamento de força (TF) traz adaptações benéficas ao organismo humano, proporcionando melhora nas aptidões físicas relacionadas à saúde, no condicionamento físico e na longevidade (KRASCHNEWSKI et al., 2016). Algumas alterações ocorrem devido à sobrecarga do treinamento, como o aumento da força muscular. São dois os determinantes diretos para o aumento da força muscular: os fatores neurais e os morfológicos. Moritani e de Vries (1979) analisaram como esses dois mecanismos interagem no decorrer de um período de TF. Eles demonstraram que, nas etapas iniciais do treinamento (em média de quatro a seis semanas), os ganhos de força são obtidos por adaptações neurais. Após esse início, a contribuição das adaptações morfológicas aumenta, enquanto a das neurais diminui. O ganho de força depende, então, da otimização dessas adaptações durante o treinamento.

Fatores neurais

O TF pode provocar algumas alterações ao longo do sistema neuromuscular, iniciando-se nos centros cerebrais superiores e continuando até as fibras musculares individuais. Um aumento no fluxo

neural é fundamental para o indivíduo que se esforça para maximizar sua força e potência muscular. Ele acontece por meio de aumentos no recrutamento muscular agonista, frequência de impulsos, tempo e padrão de descargas durante contrações musculares de alta intensidade. Também ocorre redução dos mecanismos inibitórios. Apesar de não estar claro como isso acontece, as adaptações neurais aparentemente ocorrem nas primeiras semanas de treinamento, sem que seja observado o aumento da massa muscular ou do peso corporal (FLECK; KRAEMER; RIBEIRO, 2006).

Um estudo (no prelo) realizado pelo nosso grupo teve como objetivo analisar o efeito da aprendizagem motora na aquisição do desempenho no supino reto. Doze sujeitos (nove mulheres e dois homens) com idade de $24,1 \pm 7,3$ anos e peso de $58,9 \pm 4,8$ kg, iniciantes em TF com pesos, foram submetidos a treinamento no supino reto em dias consecutivos durante uma semana, na qual eles executaram três séries de dez repetições submáximas e, após respeitar um intervalo de cinco minutos, foram submetidos ao teste de uma repetição máxima (1RM) no supino reto. A diferença no aumento da força muscular entre os períodos de intervenção foi de 15%, demonstrando o aumento significativo da força muscular em iniciantes durante apenas uma semana de treinamento. Entretanto, Seynnes, de Boer e Narici (2007) encontraram aumento da área de secção da estrutura muscular nos primeiros dias em indivíduos iniciantes. Nesse experimento, durante 35 dias os autores investigaram o aumento da força e a hipertrofia muscular em indivíduos jovens sem experiência no TF e executaram três sessões semanais em um ergômetro sem a ação da gravidade, com três séries de sete repetições máximas com dois minutos de intervalo. Foram observados aumentos de (3,5 a 5,2%) de área de secção transversa do músculo após vinte dias de treinamento. Sendo assim, apesar dos fatores neurais contribuírem mais para os ganhos de força nas fases iniciais de treinamento em indivíduos destreinados (Gráfico 1), a hipertrofia já pode ocorrer nas primeiras semanas – entretanto, em sujeitos treinados os resultados são diferentes.

Existem alguns possíveis mecanismos responsáveis pelas adaptações neurais induzidas pelo TF: recrutamento das unidades motoras, sincronização de unidades motoras e recrutamento durante as ações excêntricas. A seguir vamos discutir cada uma delas.

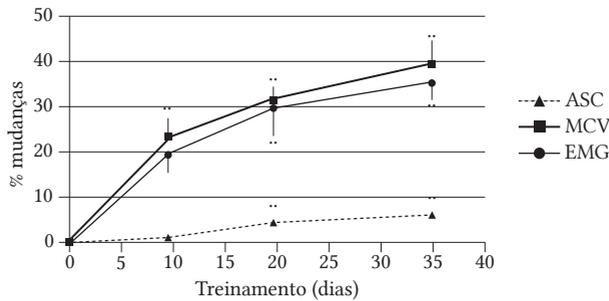


Gráfico 1. Mudanças na área de secção transversa do quadríceps (ASC), máxima contração voluntária (MCV) e atividade eletromiográfica (EMG)

**Diferença significativa em relação ao momento inicial

Fonte: Adaptado de Seynnes, de Boer e Narici (2007)

Recrutamento de unidades motoras

A unidade funcional do sistema neuromuscular é chamada de unidade motora (UM). Uma UM consiste no neurônio motor α e nas fibras musculares associadas que ele ativa. Os neurônios motores podem inervar <10 fibras musculares em músculos pequenos e complexos ou inervar >100 fibras em músculos grandes, potentes do tronco e membros. As UM são recrutadas de forma sequenciada com base no seu tamanho, das menores para as maiores. Sendo assim, um grupo de UM é recrutado de acordo com a magnitude da força e a taxa de desenvolvimento de força necessários durante uma determinada tarefa (Gráfico 2). Quando se requer a força muscular máxima, todas as UM disponíveis devem ser ativadas. O recrutamento e o desrecrutamento de UM de maneira ordenada são controlados de acordo com o princípio do tamanho, que é baseado na relação entre a força de contração de UM e o limiar de recrutamento.

A ativação completa dos músculos agonistas envolvidos em determinado movimento articular representa um desafio que deve ser imposto ao sistema neuromuscular para o desenvolvimento máximo da força muscular. Nesse contexto, a literatura da área vem apontando a capacidade de recrutar as UM do tipo IIa e IIx dos músculos agonistas como umas das responsáveis pela produção de força (SALE, 2003). Demais desafios compreendem a ativação das UM recrutadas nos músculos sinergistas com a inibição dos músculos antagonistas (AAGAARD, 2003), ou seja, melhora

da coordenação intermuscular. Esse conjunto de respostas colabora para a maior capacidade de gerar força muscular. Quando comparados indivíduos não treinados com atletas de modalidades de força e potência, os últimos apresentam maior ativação neuromuscular diante do mesmo estímulo relativizado (AHTIAINEN; HÄKKINEN, 2009).

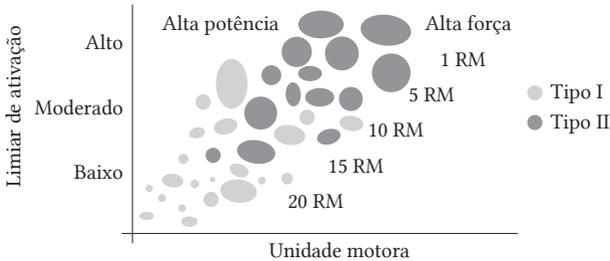


Gráfico 2. Recrutamento das unidades motoras de acordo com o limiar de ativação neural

O incremento na ativação neuromuscular em função do aumento na intensidade do esforço, mesmo no sujeito sedentário, deixa claro que os estímulos das sessões do TF devem ser ou intensos ou volumosos para disparar respostas de adaptação tanto nas vias neurais quanto na estrutura e no metabolismo dos músculos esqueléticos (AAGAARD, 2003; MORITANI, 2003; SALE, 2003). Podemos observar no Gráfico 3 os resultados de alguns dos estudos nessa área (MORITANI; DE VRIES, 1979; PHILLIPS et al., 1997; SALE, 2003), relacionados ao tempo necessário para ocorrerem adaptações neurais e musculares em resposta ao TF.

É possível observar que, principalmente em indivíduos não treinados em força, o acréscimo inicial desta depende a princípio da resposta adaptativa das vias neurais, que é anterior à resposta hipertrofica. Essa última demanda leva certo tempo de sessões de treino para se tornar notória (PHILLIPS, 2000). Com o aumento do tempo de TF, a contribuição das adaptações neurais acaba sendo superada pelas adaptações musculares. Consequentemente, indivíduos treinados devem ter ajustes mais frequentes e não lineares nas planilhas de treinos, relacionados à manipulação das variáveis do treinamento e à adoção de novos métodos de TF (ver sobre os métodos de TF no capítulo “Métodos avançados de treino”) para a continuidade das adaptações neurais já alcançadas com

o treinamento (AAGAARD, 2002, 2003; AHTIAINEN; HÄKKINEN, 2009; CORMIE; MCGUIGAN; NEWTON, 2011).

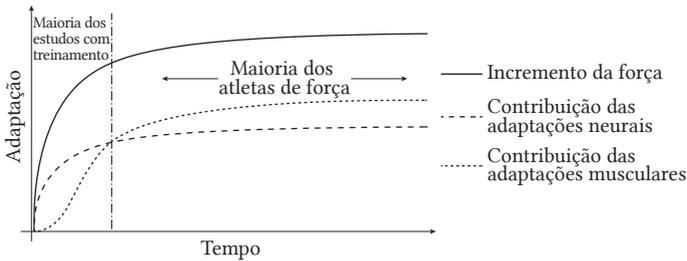


Gráfico 3. Contribuição das adaptações neurais e musculares ao longo de um programa de treinamento de força. Para iniciantes, a fase inicial do treinamento é caracterizada por um predomínio das adaptações neurais sobre as musculares

Fonte: Adaptado de Sale (2003)

Sincronização de unidades motoras

Outra adaptação neural importante é a sincronização de UM. Isso ocorre devido ao aumento na quantidade de disparos de potências de ação decorrentes de UM de múltiplos grupamentos musculares sinérgicas em uma mesma unidade de tempo (SEMMLER, 2002). Alguns estudos relatam que a sincronização das UM está mais relacionada com a taxa de desenvolvimento de força e que em cerca de seis semanas aumentou essa sincronização (SEMMLER, 2002), enquanto outro estudo indicou que ela foi maior nos braços dominante e não dominante de atletas de força em comparação com indivíduos não treinados (MILNER-BROWN; STEIN; LEE, 1975; SEMMLER; NORDSTROM, 1998). A sincronização de unidades motoras melhora a coordenação intra e intermuscular, proporcionando maior capacidade de gerar força muscular.

Recrutamento durante as ações excêntricas

Em relação aos três tipos de manifestações das contrações musculares, temos a isométrica, a isocinética e a isotônica. A contração isotônica caracteriza-se como uma contração em que as fibras musculares

se encurtam ou alongam enquanto exercem força constante correspondente a uma carga. Essa força muscular acarreta alteração no tamanho do músculo, gerando assim um movimento na articulação envolvida. Essa contração muscular isotônica ou dinâmica se divide entre ação concêntrica (positiva), na qual a força produzida é maior que a resistência oferecida (ocorre o encurtamento do músculo), e excêntrica (negativa), em que a tensão gerada, por ser inferior, é superada pela carga imposta (ocorre o alongamento do músculo).

Em estudos comparando TF com e sem a realização da ação excêntrica, concluiu-se que o treinamento com a inclusão dessas ações era mais eficaz para o ganho de força (FARTHING; CHILIBECK, 2003) e a hipertrofia (DOUGLAS et al., 2017; FARTHING; CHILIBECK, 2003; HIGBIE et al., 1996). As diferenças existentes entre as ações excêntricas, concêntricas e isométricas vão além das características mecânicas de cada uma delas.

O princípio do tamanho é desafiado quando os exercícios são feitos em ações excêntricas. Nesse tipo de ação muscular, ocorre o recrutamento de UM do tipo II antes das do tipo I (LASTAYO et al., 2003). Esse recrutamento seletivo de fibras tipo II pode ser visualizado por menor amplitude acompanhado de maior frequência do sinal eletromiográfico quando comparado com as ações concêntricas e isométricas (SEYNNES; DE BOER; NARICI, 2007; WEINECK, 1999).

Enquanto a literatura anterior discutia brevemente os métodos de ações excêntricas – incluindo a técnica 2/1, de dois movimentos, lento/superlento, e negativos com cargas supramáximas (100% de 1RM) (MIKE; KERKSICK; KRAVITZ, 2015) –, alguns experimentos suportam o uso de outro método de ações excêntricas, denominado carga excêntrica acentuada (CEA) (MIKE; KERKSICK; KRAVITZ, 2015). O CEA exige que os indivíduos executem a fase excêntrica com uma carga mais pesada do que a concêntrica, na qual uma parte da carga deve ser removida por um liberador de peso – diminuindo a carga na fase concêntrica – (OJASTO; HÄKKINEN, 2009), por um treinador ou parceiro de treino (BRANDENBURG; DOCHERTY, 2002) ou pela própria pessoa, sustentando uma carga extra na fase excêntrica no salto contra movimento (SHEPPARD et al., 2008). Os estudos indicam que a CEA pode produzir saltos maiores e adaptações de potência em comparação com outros métodos de TF. Outras publicações indicaram que a CEA pode aumentar

a força muscular (BRANDENBURG; DOCHERTY, 2002; DOAN et al., 2002; WALKER et al., 2016), a potência (ABOODARDA et al., 2013) e as adaptações musculares (ABOODARDA et al., 2013; SHEPPARD et al., 2008) e produzir uma diminuição nas taxas de lesões (LASTAYO et al., 2003).

Após as primeiras semanas de TF, o incremento da força passa a depender de forma crucial da hipertrofia muscular. Então, para que seja possível entender esses processos, deve-se começar pelas adaptações neurais atribuídas aos seguintes mecanismos:

Coordenação intermuscular e intramuscular

A realização de determinado movimento articular relacionado à utilização da força muscular requer um trabalho sincronizado e extremamente complexo do nosso sistema nervoso central em conjunto com os agrupamentos musculares solicitados. Inúmeras células nervosas estão conectadas em cada fibra muscular do nosso corpo e nas miofibrilas que as integram. Essas células nervosas ou neurônios funcionam como canais de comunicação entre o cérebro e a medula espinal e os músculos. Diante disso, temos dois fatores fundamentais que atuam dentro desses mecanismos: a coordenação intermuscular e a intramuscular.

A coordenação intermuscular acontece quase concomitantemente à coordenação intramuscular, sendo diferentes nos ajustes dos agrupamentos musculares envolvidos em uma atividade motora. Essa coordenação é uma espécie de comunicação entre músculos vizinhos que trabalham unidos para o desempenho ótimo de um gesto técnico ou movimento, pois decorre de uma ativação mais coordenada dos músculos agonistas e estabilizadores, acontecendo um aumento da inervação nos músculos esqueléticos. O aumento da inervação intermuscular pode ser explicado pela melhora da coordenação dos grupos musculares participantes de um movimento, ou seja, os músculos agonistas e os antagonistas desempenham papel fundamental (WEINECK, 1999). Sendo assim, em indivíduos destreinados nas primeiras semanas de treinamento ocorrem as maiores evoluções motoras decorrentes da adaptação neural. A coordenação intermuscular vem comprovar sua importância no exercício físico e nas modalidades esportivas, principalmente quando se utiliza a força muscular “ótima” para realizar determinado movimento com técnica, na qual ocorre a ligação entre a habilidade motora e a eficiência do gesto executado.

Destacando-se como uma das primeiras adaptações ao treinamento, a coordenação intramuscular demonstra ser de extrema importância pela ativação das UM, o que proporcionará ao músculo participação mais ativa nos exercícios.

A coordenação intramuscular está relacionada à melhora na sincronia de recrutamento de UM de um mesmo músculo – isso faz com que se produza mais força. Com a melhora no tamanho das UM, inicialmente vemos menores delas sendo recrutadas; porém, conforme a intensidade das cargas, recruta-se UM de maior potencial de ação, o que irá colaborar com o aumento da força. A melhora da ativação das UM é justamente o que possibilita uma das primeiras alterações adaptativas no sistema neuromuscular (BACURAU; NAVARRO; UCHIDA, 2009). Quanto à melhoria das funções intramusculares, a literatura (WEINECK, 1999) destaca que o aumento da capacidade de um músculo em mobilizar maior número de UM causa aumento da capacidade de se desenvolver força de contração. No período inicial, constata-se a importância da existência da coordenação intramuscular para todos os gestos esportivos; assim, a ativação das UM irá proporcionar a determinado músculo maior participação em todas as circunstâncias (HOLLMANN; HETTINGER, 1983). A justificativa para esse fato é que indivíduos não treinados não conseguem pôr em ação o recrutamento das UM específicas para um movimento em comparação com atletas treinados. Quando se comparam indivíduos treinados e destreinados, demonstra-se que o treinado adquire a capacidade de ativar simultaneamente mais UM de um músculo (WEINECK, 1991). Atletas apresentam uma quantidade de fibras musculares contráteis ativadas sincronizadamente, significando maior recrutamento de UM e, com isso, também maior produção de força muscular (BACURAU; NAVARRO; UCHIDA, 2009). Com o que foi visto até o momento sobre a coordenação intramuscular, podemos destacar a grande ligação desta com o princípio do tamanho ocorrido com as UM.

Atenuação do efeito inibitório dos órgãos tendinosos de Golgi

Os órgãos tendinosos de Golgi (OTG) são receptores sensoriais localizados entre as fibras musculares e nos tendões (KANDEL et al., 2000). São estruturas encapsuladas com cerca de 1 mm de comprimento, 0,1 mm

de diâmetro e inervados por um axônio único (grupo Ib). Possuem função antagonista à dos fusos musculares em relação à excitabilidade dos motoneurônios- α . A diferença entre o OTG e o fuso é que o fuso muscular detecta o comprimento do músculo e suas alterações e o OTG detecta a tensão muscular. A ativação de neurônios sensitivos do grupo Ib dos OTG induzem relaxamento neurológico de um músculo agonista e seus sinergistas quando ativados, com a simultânea excitação dos músculos antagonistas ao movimento. Funciona como um mecanismo protetivo: quando ativados, os OTG limitam a tensão suportada para minimizar possíveis danos aos músculos e tecidos conjuntivos.

Um estímulo forte para a ativação dos OTG é a contração mais vigorosa das fibras musculares ligadas ao feixe de fibras de colágeno que contém o receptor (KANDEL et al., 2000). Os impulsos liberados pelos receptores sensoriais Ib diminuem a resposta do neurônio motor pela ação de interneurônios inibitórios localizados na medula espinal (DUCHATEAU; ENOKA, 2008; KANDEL et al., 2000).

Um dos efeitos adaptativos ao TF é a diminuição da inibição causada pelos OTG, contribuindo para o aumento da força muscular (GABRIEL; KAMEN; FROST, 2006). No entanto, os mecanismos relacionados a essa inibição neural e sua subsequente redução com o TF não estão ainda totalmente esclarecidos (AAGAARD et al., 2000). Uma possibilidade constantemente divulgada, mas ainda sem evidências experimentais robustas, para a diminuição do efeito inibitório dos OTG induzido pelo TF seria o acúmulo de tecido conjuntivo em resposta ao treinamento, o que tornaria os OTG menos sensíveis, diminuindo assim sua resposta inibitória (CHALMERS, 2002).

Inibição da coativação dos antagonistas

O TF contribui com outras adaptações neurais, como a coativação dos músculos antagonísticos. Esses têm por resultado a eficiência melhorada de ambos os grupos envolvidos no movimento agonista e antagonista, que se combinam para se contrair e relaxar durante todo o movimento (KENNEY; WILMORE; COSTILL, 2015). Quando o agonista se contrai, seu antagonista relaxa por meio da inibição recíproca. Para que um músculo agonista produza força muscular, todas as UM dos músculos devem ser recrutadas para reduzir a intensidade da coativação, assim

ocorrendo a contração voluntária máxima. A ativação em conjunto dos músculos antagonistas pode ser associada à atividade dos agonistas, especialmente com movimentos vigorosos, que requerem perfeição. Em um estudo, com duração de dois meses, sobre TF que utilizou exercícios unilaterais de extensão de joelho, foi observada uma diminuição de 20% na coativação. Os autores concluíram que essa diminuição significativa na coativação dos antagonistas, ocorre durante os estágios avançados do TF, sendo uma adaptação que não provoca hipertrofia do sistema neuromuscular (CAROLAN; CAFARELLI, 1992). No experimento de Häkkinen et al. (1998), que avaliaram idosos durante um período de seis meses, voluntários foram submetidos ao TF realizando extensões de joelho; ao final do período de intervenção, observaram aumento das ativações voluntárias dos agonistas, com reduções significativas na coativação dos antagonistas. Indo ao encontro dos resultados dos estudos anteriores, Ferri (2003) avaliou idosos com mais de 65 anos que realizaram extensões de joelho e flexões plantares com intensidade de aproximadamente 80% de uma repetição máxima (RM). Os resultados foram similares aos estudos anteriormente citados, com diminuição na coativação dos músculos antagonistas e movimentação neural aumentada. Sugere-se que o TF causa aumento na inibição dos antagonistas (ENOKA, 1997; HÄKKINEN, 1994). A redução da coativação explica parte dos ganhos de força atribuídos aos fatores neurais.

Ainda existem outros ajustes neurais decorrentes do TF, entre os quais podem ser citados:

- expansão nas dimensões da junção neuromuscular;
- aumento no conteúdo de neurotransmissores pré-sinápticos;
- aumento no número de receptores pós-sinápticos (HÄKKINEN et al., 2000).

Fatores morfológicos

O músculo esquelético é um tecido extremamente plástico que consegue se adaptar rapidamente às demandas impostas a ele. Estímulos mecânicos, como o aumento da sobrecarga, provoca adaptações que resultam em aumento da área de secção transversa (AST) e alterações nas características contráteis das fibras musculares.

Hipertrofia muscular

A hipertrofia refere-se ao aumento do tamanho do músculo que resulta do treinamento para, principalmente, o AST das fibras existentes (GOLDBERG et al., 1975). Há relação positiva entre a AST e a força muscular. O processo de hipertrofia envolve incremento das proteínas contráteis actina e miosina dentro das miofibrilas (MACDOUGALL et al., 1979) e aumento do número de miofibrilas dentro de uma fibra muscular (MACDOUGALL et al., 1976). A síntese de outras proteínas – as estruturais, como a titina e a nebulina – também ocorre na proporção das alterações dos miofilamentos. Os novos miofilamentos são adicionados à periferia da miofibrila, resultando em aumento do seu diâmetro. Essas adaptações geram um efeito acumulativo de aumento da fibra e, coletivamente, do músculo ou grupo muscular associado. A sobrecarga mecânica leva a uma série de processos intracelulares que, por fim, regulam a expressão gênica e a subsequente síntese proteica (SADUSKY et al., 2001).

Diversas proteínas foram identificadas como responsáveis pelo estresse mecânico e pelo aumento de atividade antes da hipertrofia (KEMP et al., 2000; KOJIC et al., 2004). Outros estudos demonstram que o TF apresenta potencial de alterar aproximadamente 70 genes (ROTH et al., 2002). De fato, a suprarregulação de fatores envolvida na regeneração muscular e a sub-regulação de fatores inibitórios do crescimento parecem ser consequências do TF (BICKEL et al., 2005; KOSEK et al., 2006). Além disso, a síntese proteica fica elevada após o exercício de força agudo e permanece nesse estado até 48 horas depois (PHILLIPS et al., 1997). A magnitude da síntese proteica depende da ingestão de carboidratos e proteínas, da disponibilidade de aminoácidos, do momento da ingestão do nutriente, do estresse mecânico provocado pela sessão de exercícios de força, dos níveis de hidratação da célula muscular e da resposta hormonal anabólica e subsequente resposta dos receptores (KRAEMER; RATAMESS, 2005).

O aumento na AST do músculo após o TF ocorre quando a taxa de síntese é maior que a taxa de degradação proteica (PHILLIPS et al., 1997). Semelhantes a melhorias na força e potência, os ganhos iniciais em hipertrofia são maiores, com a taxa de crescimento muscular diminuindo ao longo do tempo; para minimizar os efeitos, é sugerido um planejamento das sessões do treinamento, a periodização (KRAEMER et al., 2004).

Hipertrofia sarcoplasmática **× *hipertrofia miofibrilar***

A magnitude da hipertrofia final depende do estímulo do treinamento ou do programa prescrito. O crescimento muscular ideal pode resultar da maximização da combinação dos estímulos mecânicos e metabólicos por meio de uma organização do treinamento. Os fatores mecânicos incluem levantamento de cargas pesadas, inclusão de ações musculares excêntricas e volume baixo a moderado; os fatores metabólicos estão centralizados em baixa a moderada até moderadamente alta intensidade de treinamento, com alto volume, utilizando intervalos de recuperação curtos (KRAEMER; RATAMESS, 2004). Os fatores mecânicos resultam em ótimo recrutamento das fibras musculares, na expressão de fatores de crescimento e possível rompimento dos sarcômeros, todos eles aumentando a AST (GOLDSPINK; YANG, 2001). Além disso os fatores metabólicos estressam o sistema glicolítico e resultam no aumento de metabolitos que podem estar envolvidos no crescimento muscular. Tais estímulos geram as repostas mais potentes dos hormônios anabólicos (KRAEMER; RATAMESS, 2005).

Alguns autores (BOMPA; DI PASQUALE; CORNACCHIA, 2003; ZATSIORSKY; KRAEMER; VIDILI, 1999) sugerem a existência de dois tipos de hipertrofia: sarcoplasmática e miofibrilar. Segundo a teoria frequentemente aceita, a hipertrofia sarcoplasmática é muito vista em fisiculturistas que treinam com repetições mais elevadas e intensidade moderada/alta. Consequentemente, uma de suas características básicas é o aumento de volume muscular com inferior aumento de força, trazendo a hipótese de que a hipertrofia sarcoplasmática se manifesta como aumento do líquido e demais organelas do sarcoplasma. Já a hipertrofia miofibrilar, a princípio, é mais vista em atletas levantadores de peso, que treinam com número de repetições menor quando comparado à hipertrofia sarcoplasmática e intensidade muito alta; esse tipo de hipertrofia se manifestaria morfológicamente como aumento de volume das miofibrilas, sem aumento correspondente das demais organelas, o que levaria a ganhos mais significativos de força, desproporcionais ao acréscimo no volume muscular. Vale ressaltar que os dois tipos de hipertrofia podem ocorrer concomitantemente.

A Figura 1 (p. 26) mostra um corte transversal de uma fibra muscular em estado de repouso ou destreinamento, após a hipertrofia sarcoplasmática e após a hipertrofia miofibrilar.

Um estudo realizado por Alway et al. (1988) teve como objetivo verificar as alterações nas fibras musculares em resposta a diferentes tipos de treino. A amostra foi dividida de acordo com as características do treinamento em quatro grupos: levantadores de peso e fisiculturistas, atletas maratonistas, pessoas ativas fisicamente e sedentários. Foram avaliadas as fibras do tipo I e do tipo II do tríceps sural. De acordo com os resultados, as fibras musculares eram 2,5, 1,7 e 1,6 vezes maiores em atletas de força, de *endurance* e pessoas ativas, respectivamente, em relação ao grupo controle. Apesar dessa diferença significativa do tamanho, relativamente os volumes do retículo sarcoplasmático, sarcoplasma e miofibrilas eram iguais em todos os quatro grupos e entre as fibras do tipo I e do tipo II. De todas as organelas estudadas, a única que mostrou ter a quantidade relativa alterada foi a mitocôndria.

Outros estudos vão ao encontro dos resultados citados anteriormente. Brzank e Pieper (1986) submetem um grupo de estudantes a cinco semanas de treinamento de potência muscular com pesos, obtendo hipertrofia das fibras tipo I e tipo II de 20 e 24% respectivamente. Ficou evidenciado que o AST não estava relacionado a nenhuma mudança na proporção dos volumes dos componentes celulares, ou seja, nas miofibrilas e no sarcoplasma. Já Wang et al. (1993) realizaram um estudo por dezoito semanas com altas repetições e encontraram aumento tanto do volume absoluto das miofibrilas quanto do volume intermiofibrilar sem, no entanto, ocorrerem alterações nos seus volumes relativos. Os autores chegaram à conclusão de que o treino com número de repetições elevadas ocasiona aumento dos componentes da fibra muscular proporcional ao aumento da própria fibra.

É importante destacar que tanto o estresse metabólico como o tensional podem ser enfatizados nas sessões de treinamento, mas ambos acontecem juntos, sendo impossível isolá-los (GUEDES; SOUZA JUNIOR; ROCHA, 2008). Na literatura, temos autores que trazem evidências de que os dois estímulos têm eficiência semelhante para adaptações morfológicas do músculo esquelético (BURD et al., 2012; MITCHELL et al., 2012). Ainda, informam que cargas baixas com execuções até a falha concêntrica momentânea proporcionam hipertrofia em indivíduos destreinados

(SCHOENFELD, 2013). Porém, para sujeitos treinados, não temos embasamento para afirmar essas modificações. Em metanálise, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas na hipertrofia entre os treinamentos com cargas baixas e altas – entretanto, o tamanho do efeito apresentou magnitude maior para as cargas altas (SCHOENFELD et al., 2016).

Um estudo que é por vezes citado como base para a diferenciação da hipertrofia em dois tipos foi publicado por MacDougall et al. (1984). Nesse experimento, compararam-se amostras retiradas do tríceps braquial de um grupo de fisiculturistas e levantadores de peso com pessoas iniciantes na musculação. Foram encontrados os seguintes resultados: nos atletas de força, o volume miofibrilar foi significativamente menor (73,2% em comparação com 82,5%) e o volume citoplasmático maior (24,1% contra 14,8%), ou seja, contrário à hipótese de que ocorreria hipertrofia miofibrilar em atletas fisiculturistas e levantadores de peso. Uma possibilidade para o motivo desse maior volume sarcoplasmático pode estar no uso esteroides anabólicos androgênicos, pois somente um indivíduo da amostra do grupo dos atletas de força não os ingere e seis afirmaram estar usando ou terem usado o composto regularmente; o grupo que praticava musculação há seis meses não fazia uso. A hipótese dos autores é que o uso de esteroides ocasionou a retenção de fluidos.

Portanto, podemos verificar que a diferença entre um fisiculturista e um levantador de pesos está nas adaptações específicas decorrentes do programa de treinamento somadas à sua individualidade biológica. Ressaltamos também que não podemos negar a influência de outros fatores, como as manipulações farmacológicas.

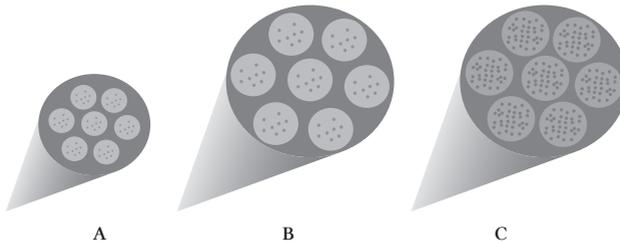


Figura 1. Corte transversal de uma fibra muscular em estado de relaxamento e ou destreinamento (A), após a hipertrofia sarcoplasmática (B) e após a hipertrofia miofibrilar (C)

Resposta hipertrófica em decorrência do treinamento de força

A resposta adaptativa ao TF é determinada por tipo, volume e frequência de aplicação dos estímulos, que ativam vias de sinalização distintas, a transcrição de genes específicos e posterior à síntese proteica. O TF está relacionado à ativação da enzima *mammalian target of rapamycin* (mTOR) – ou alvo de rapamicina em mamíferos –, proporcionada pelo hormônio *insulin growth factor 1* (IGF-1) – fator de crescimento semelhante à insulina – e estimulada pela insulina, quando um carboidrato é consumido após o exercício físico. Essas vias de sinalização levam à inibição da transcrição de genes relacionados à atrofia e aumento da síntese de proteínas contráteis e metabólicas, proporcionando aumento da massa muscular. Atualmente, evidências sugerem que, além das sinalizações dos hormônios, os estímulos mecânicos, conhecidos como mecanotransdução, também podem influenciar a ativação gênica durante o processo da hipertrofia muscular. A ativação de células-satélites, proporcionada pelo estresse mecânico, fatores de crescimento, radicais livres e citocinas, é de suma importância para o aumento da massa muscular.

Já está evidenciado na literatura que o TF produz alterações agudas na atividade do *ribonucleic acid* (RNA) – ou ácido ribonucleico – mensageiro (RNAm) de determinadas proteínas, principalmente as contráteis. Para que ocorra a reestruturação da célula muscular, é necessário que a taxa de síntese proteica supere a taxa de degradação (COFFEY et al., 2006). Desse modo, seria esperado que o TF ativasse as vias de transdução de sinais para gerar aumento na síntese de proteínas contráteis e ao mesmo tempo dificultasse as vias intracelulares que sinalizam degradação proteica. A ativação e a inibição dessas vias, aliadas à nutrição equilibrada, produzem um balanço nitrogenado positivo, fundamental para que ocorra o anabolismo (WHITE et al., 2014). As principais vias envolvidas nesses processos são as cascatas desencadeadas pela insulina e fatores de crescimento, como o IGF-1.

IGF-1

Alguns efeitos do *growth hormone* (GH) – hormônio de crescimento – são mediados pelos fatores do crescimento tipo insulina (IGF),

dentre os quais o mais famoso é o IGF-1. O IGF-1 é um polipeptídio formado por aproximadamente 67 a 70 aminoácidos cuja sequência é bem parecida com a da pró-insulina. Os efeitos do IGF-1 sobre o crescimento muscular são bastante semelhantes aos da insulina. Praticamente 90% do IGF-1 presente no corpo é secretado pelo fígado e liberado para a corrente sanguínea, em resposta a uma estimulação do GH sobre o *deoxyribonucleic acid* (DNA) – ácido desoxirribonucleico – das células hepáticas (NINDL et al., 2001). Alguns estudos observaram que o TF leva a uma adição na quantidade de receptores para IGF-1 e maior liberação desse hormônio nos músculos (BORST et al., 2001).

O GH é eliminado em torno de vinte minutos depois na corrente sanguínea (devido à pouca afinidade com as proteínas plasmáticas); já o IGF-1 é liberado lentamente e se liga a uma proteína específica, tendo meia-vida de cerca de vinte horas (HALL, 2017).

Sendo o IGF-1 estimulado pelo GH (AHTIAINEN; HÄKKINEN, 2009), sua redução nos níveis séricos sanguíneos, especialmente em indivíduos de meia idade e idosos, pode estar associada a diversas alterações, entre elas a diminuição da massa magra e a atrofia muscular com redução da força (FERNHOLM et al., 2000). Os níveis de IGF-1 podem ser aumentados de forma endócrina, parácrina e autócrina, devido a inúmeros fatores, dentre eles o exercício físico (FARTHING; CHILIBECK, 2003). Dentre as diversas modalidades, o TF se apresenta em maior correlação positiva, com aumentos séricos de IGF-1 (HIGBIE et al., 1996). Portanto, a estimulação do IGF-1 pode contribuir de forma significativa para a hipertrofia e o aumento do conteúdo de miofibrilas esqueléticas (DOUGLAS et al., 2017). Muitos estudos demonstraram não ocorrer mudanças no IGF-1 durante ou imediatamente após a sessão de TF (CHANDLER et al., 1994; KRAEMER et al., 1995a, 1998) – entretanto, alguns mostraram elevações agudas logo após o treinamento (KRAEMER et al., 1990, 1991; RUBIN et al., 2005). A pesquisa gerenciada por Ormsbee et al. (2007) também não encontrou diferenças significativas no conteúdo de IGF-1 de dez sujeitos submetidos a três protocolos com ingestão proteica de design cruzado, associado ao levantamento de pesos em dias alternados, por seis dias. Entretanto, observou-se um decréscimo na concentração de IGF-1 entre o pré-teste e o pós-teste.

Ressaltando que os resultados positivos estão em protocolos de TF com alto volume e/ou alta intensidade, como os estudos a seguir irão apresentar.

Marx et al. (2001) observaram resultados relevantes para aumentos significativos nas concentrações séricas basais de IGF-1 em mulheres de meia idade sedentárias após seis meses de treinamento. Esses achados revelam que um programa de treinamento composto de alto volume e múltiplas séries possui magnitude maior quando comparado a uma série em circuito. Um estudo de Silva et al. (2009) avaliou os níveis de IGF-1 em 24 idosas divididas em grupo experimental, que realizou um protocolo de TF pelo período de vinte semanas, e grupo-controle. As idosas que fizeram parte da intervenção foram submetidas ao método alternado por segmento com frequência de treinamento de três vezes na semana. Nas quatro primeiras semanas, foram realizadas três séries de treze repetições com intervalo de 40 segundos e carga de 50% de 1RM; nas outras dezesseis semanas, três séries de seis repetições, intervalo de 60 segundos e carga de 90% de 1RM. Foi utilizado o método de quimiluminescência Immulite da DPC Medlab. Ao final do experimento, os resultados revelaram aumento significativo ($p \leq 0,05$) do IGF-1 nos níveis séricos, comparando os períodos basal e após vinte semanas de TF. Indo ao encontro do estudo anterior, Borst et al. (2001), revelaram elevações significativas no IGF-1 sérico basal após a treze semanas, de um total de 25 semanas de programa de treinamento. Pode-se observar que o sistema hormonal respondeu a exercícios de alta intensidade, longa duração e múltiplas séries (BACURAU; NAVARRO; UCHIDA, 2009; HOLLMANN; HETTINGER, 1983; LASTAYO et al., 2003; WEINECK, 1999). O experimento de LaStayo et al. (2007) acompanhou por onze semanas idosos submetidos a um ergômetro com ação excêntrica três vezes por semana, analisando ao longo destas os níveis de alguns marcadores inflamatórios e IGF-1 séricos. Foi verificado um aumento do IGF-1, sendo que também houve ganhos de massa muscular dos idosos.

Outro estudo (GREIG et al., 2006) foi realizado com seis mulheres saudáveis, que executaram uma sessão de exercício isométrico máximo na cadeira extensora, com vinte séries de seis contrações. Foram observadas elevações na expressão de mRNA para IGF-1. Esses dados mostram que apenas uma sessão de treinamento isométrico é capaz de produzir aumentos na expressão de IGF-1.

Dessa forma, parece que as variáveis de TF, volume e intensidade, sendo executadas de forma prolongada e intensa, respectivamente, influenciam as adaptações do eixo GH/IGF-1. Porém, os meios responsáveis

por essas adaptações ainda são desconhecidos, sabendo-se apenas que intensidades muito altas de exercício, de alguma forma, suprimem as interações do eixo (NINDL et al., 2004; RAASTAD et al., 2001, 2003).

Eixo mTOR

Nos últimos anos, o mTOR tem sido bastante investigado na hipertrofia induzida por TF/sobrecarga mecânica (DRUMMOND et al., 2009; GOODMAN et al., 2011; LEE HAMILTON et al., 2014). O mTOR é uma proteína quinase encontrada em dois complexos multiproteicos: o complexo 1 da rapamicina (mTORC1), na qual a sinalização é parcialmente inibida pela rapamicina, e o complexo 2 (mTORC2), que é amplamente resistente a ela (LAPLANTE; SABATINI, 2012). O mTORC1 é um regulador central do crescimento celular, em parte, por controlar a tradução de RNAm – e, conseqüentemente, a síntese de proteínas – e age por meio da fosforilação da *ribosomal protein S6 kinase beta-1* (S6K1) e da *Eukaryotic translation initiation factor 4E-binding protein 1* (4E-BP1) – proteína de ligação 1 do fator de iniciação eucariótico –, ativando a primeira e inibindo a segunda. Tem a função de regular tanto a eficiência como a capacidade traducional (AAGAARD et al., 2002). O mTORC2, por sua vez, sinaliza novamente para a proteína quinase B (Akt), que promove inibição da atividade das proteínas da família FoxO, as quais são importantes sinalizadores catabólicos (COFFEY; HAWLEY, 2007; SANDRI, 2008). Desse modo, verifica-se que a ativação do eixo mTOR produz tanto respostas anabólicas quanto anticatabólicas. Especificamente no músculo esquelético, tem sido demonstrado que a sinalização do mTORC1 é ativada em uma ampla variedade de estímulos mecânicos – TF, estimulação elétrica, ablação dos sinergistas (ATHERTON et al., 2005; BROOK et al., 2015; GOODMAN et al., 2011). Nesses casos, existem mecanismos de conversão de sinais mecânicos em evento bioquímico, modulando o fenótipo tecidual, um fenômeno denominado de mecanotransdução (HORNBERGER; SUKHIJA; CHIEN, 2006; KRAEMER; RATAMESS, 2005). Estudos apontam que o mTORC1 é potencialmente regulado por aminoácidos. A depleção de aminoácidos, por exemplo, reduz a sinalização do mTORC1 e a disponibilidade suficiente de aminoácidos sinaliza o mTORC1. Dessa forma, existe um eficiente sistema de maquinaria de sensores e transportadores de aminoácidos (GOLDSPINK; YANG, 2004).

A via envolvida na ativação do complexo mTOR, conhecida como eixo mTOR, é uma importante reguladora da resposta do músculo esquelético à sobrecarga. A ativação do eixo passa por diversas reações enzimáticas, que podem ser resumidas em alguns passos. Os estímulos iniciais resultam na ativação da fosfatidilinositol-3-OH-quinase (PI3K), a qual produz um intermediário que inicia a fosforilação da Akt. No corpo humano, a Akt apresenta três variações: Akt1, Akt2 e Akt3, sendo que as duas primeiras são as mais expressas no músculo esquelético, enquanto a terceira é expressa principalmente no cérebro (SANDRI, 2008). A Akt1 está associada ao desenvolvimento muscular, enquanto a Akt2 é ligada ao metabolismo de glicose (TANIGUCHI; EMANUELLI; KAHN, 2006; YANG et al., 2004).

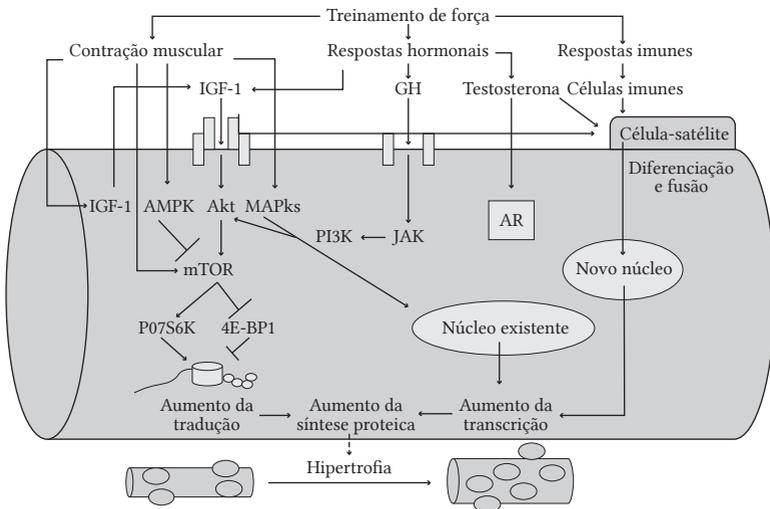


Figura 2. Resumo da sinalização em resposta ao treinamento de força

Setas significam uma resposta estimulatória e linhas bloqueadas indicam uma resposta inibitória. AR = receptor androgênico; 4E-BP1 = proteína de ligação 1 do fator de iniciação eucariótico 4E; Akt = proteína quinase B; AMPK = adenosina monofosfato ativada por proteína quinase; GH = hormônio do crescimento; IGF-1 = fator de crescimento semelhante à insulina-1; JAK = Janus quinase; MAPK = mitogênio ativado por proteínas quinases; mTOR = alvo da rapamicina em mamíferos; PI3K = fosfatidilinositol-3-OH quinase; p70S6K = proteína quinase S6 ribossomol de 70 kDa

Fonte: Adaptado de Spiering et al. (2008).

O mTORC1 configura-se como o principal “interruptor” da síntese proteica e, conseqüentemente, do crescimento celular. No entanto, muitos de

seus alvos ainda não foram esclarecidos. No Quadro 1 estão apresentados alguns resultados dos estudos com transportadores e sinalizadores de aminoácidos e efeitos do TF/sobrecarga mecânica na sinalização do mTORC1.

Quadro 1. Sensores e transportadores de aminoácidos e treinamento de força/sobrecarga mecânica em humanos

Autor/ano	Métodos	Resultados	Conclusão
Drummond et al. (2001)	Idosos e jovens realizaram uma sessão de TF. RNAm dos transportadores de AA e expressão de proteínas foram avaliados	Exercício ↑ RNAm de LAT1 e outros transportadores de aminoácidos. ↑ sinalização mTORC1	TF ↑ transportadores AA e deve ser um mecanismo para ↑ sensibilidade dos AA nas células em condições anabólicas
Moore et al. (2011)	Indivíduos jovens realizaram TF acompanhado de ingestão de <i>whey protein</i> . Foram analisadas proteínas envolvidas na via mTORC1	Exercício associado à ingestão de proteína ↑ síntese de proteínas de forma superior a somente ingestão isolada. E favorece ↑ p70S6K1 e eEF2 quando comparado a apenas ingestão isolada	Sinalização da via mTORC1 e aumento da síntese proteica são potencializados pela combinação de TF e ingestão de <i>whey protein</i>
Terzis et al. (2008)	Verificou-se a correlação de p70S6K1 (30 minutos após exercício) e hipertrofia muscular (14 semanas) no TF	Correlação positiva de p70S6K1 com hipertrofia muscular	O p70S6K1 é um sinalizador no aumento da síntese proteica e possivelmente um marcador hipertrófico em resposta ao TF
McGlory et al. (2014)	Foi aplicado TF em humanos combinado à ingestão de proteínas para avaliar a atividade de p70S6K1 e outras quinases	Em resposta ao TF e ingestão de proteínas, a atividade p70S6K1 estava ↑. p70S6K1 (thr389) não foi alterado	Os dados apontam para a utilidade do ensaio de quinase para estudar a plasticidade molecular

LAT1: transportador de aminoácido 1 tipo L humano; mTORC1: complexo 1 do alvo da rapamicina em mamíferos; p70S6K1: proteína ribossomal S6K1; eEF2: fator de elongação 2 da tradução; TF: treinamento de força; ↑: aumento; AA: aminoácido; thr389: regulador do número de ribossomos (biogênese ribossômica)

Fonte: Adaptado de Yamada et al. (2017)

O mTORC1 é ativado no músculo esquelético em resposta a uma sessão de TF e está associado ao aumento da síntese proteica em diferentes modelos experimentais. Pesquisas afirmam que, em humanos, a relação com hipertrofia muscular ainda precisa de mais estudos. Após o TF, sabe-se que os níveis de leucina intracelular se elevam. É possível que o aumento no transportador de aminoácido 1 tipo L (LAT1) seja um dos mecanismos pelos quais a leucina é sinalizada no músculo esquelético (DRUMMOND et al., 2011).

O primeiro estudo que discorreu se o aumento da massa muscular em resposta ao TF estava associado ao aumento da sinalização de mTORC1 foi o de Baar e Esser (1999). O estudo forneceu a primeira evidência de que a sobrecarga mecânica estava associada com o aumento da sinalização do mTORC1, a síntese proteica e a hipertrofia. Os autores observaram que ratos submetidos a seis semanas de estimulação elétrica de alta intensidade se correlacionam com o aumento na fosforilação de p70S6K1.

Os estudos demonstram apenas associação ou correlação entre alterações na fosforilação de proteínas e taxas de síntese proteica, assim como hipertrofia muscular (MCGLORY et al., 2014; MOORE et al., 2011). É notório que a sinalização do mTORC1 se encontra ativada no músculo de humanos iniciantes e intermediários praticantes de TF, tanto nas condições de estado alimentado como de jejum (DELDICQUE et al., 2010). O mTORC1 também se encontra ativado em indivíduos atletas (ARETA et al., 2013).

A variabilidade do TF pode influenciar na resposta anabólica. O treinamento com múltiplas séries alcança maior sinalização anabólica intramuscular, indicando que o volume pode influenciar na síntese proteica (BURD et al.; 2010). Um estudo recente demonstra que o TF de alto volume e alta intensidade resulta em respostas similares na sinalização de mTORC. A realização do TF com altas intensidades potencializa a via mTORC1; cargas com 80% demonstraram ser mais efetivas a cargas de 30% de 1RM em indivíduos destreinados (MITCHELL et al., 2012). No entanto, precisa ser testada com efeitos crônicos.

Um amplo corpo de evidência demonstra que o TF com grande volume ou até a falha muscular voluntária levam a elevada ativação do mTORC (BURD et al., 2010; HULMI et al., 2012; TERZIS et al., 2008). Assim, utilizar métodos de TF que objetivam potencializar o estresse

metabólico aumentam as concentrações de lactato – e já foi demonstrado que o lactato serve como sinalizador do mTORC (GUNDERMANN et al., 2012; OISHI et al., 2015). Mais estudos são necessários para verificar a relação entre hipertrofia muscular e a sinalização de mTOR em resposta aos efeitos crônicos.

Perspectivas futuras

A direção futura das pesquisas com TF aponta para estudos envolvendo a biologia molecular e a investigação de diferentes fatores que influenciam a hipertrofia muscular. As disciplinas Bioquímica do Exercício e Biologia Molecular são grandes ferramentas para elucidar a complexidade dos mecanismos intracelulares. As pesquisas estão sendo realizadas, aguardemos os resultados futuros.

AValiação DA FORÇA MUSCULAR E SUAS MANIFESTAÇÕES

A força muscular pode ser considerada como a capacidade de exercer tensão muscular contra uma determinada resistência, superando, sustentando ou cedendo a essa resistência. De acordo com suas características fisiológicas, a força pode ser dividida em máxima (dinâmica e estática), explosiva (potência) e de resistência (GUEDES; SOUZA JUNIOR; ROCHA, 2008). Tal conhecimento é imprescindível para a escolha adequada do protocolo para a avaliação da força muscular. Além disso, a avaliação da força muscular é fundamental, pois tal conhecimento nos permite identificar possíveis déficits ou superávits, desequilíbrios musculares e nível de recuperação das cargas de treinamento (fadiga e recuperação); com tais informações, é possível estabelecer de forma coerente um plano de ação (treinamento) específico para cada necessidade e objetivo.

Dinamometria isocinética – Gold standard para a avaliação da força muscular

O dinamômetro isocinético (Figura 1) tem sido frequentemente usado para avaliação da função muscular dinâmica, identificação de déficit, resultados de intervenções (AMARAL et al., 2014) e ambiente de pesquisa (GAINES; TALBOT, 1999; GLEESON; MERCER, 1996), principalmente no exame pós-lesão dos músculos em torno da articulação do joelho (O'SHEA et al., 2002).



Figura 1. Dinamômetro isocinético

Fonte: Biodex System 4

O dinamômetro isocinético é um equipamento que é regulado para manter velocidade de movimento constante, ou seja, não existe aceleração e desaceleração e, graças a isso, é possível a realização da avaliação do trabalho muscular isocinético, que é caracterizado por velocidade angular constante. Dessa forma, uma das vantagens desse equipamento é que ele nos permite avaliar a força máxima dinâmica (FMD) em todos os ângulos articulares, condição essa que não é possível em testes de campo. Embora a dinamometria isocinética seja considerada *gold standard* para a avaliação da força muscular, é importante destacar (Quadro 1) que esse equipamento apresenta vantagens e desvantagens.

Quadro 1. Vantagens e desvantagens da dinamometria isocinética

Vantagens	Desvantagens
Avaliação da forma máxima em todos os ângulos articulares	Alto custo
Representação gráfica da força em todos os ângulos avaliados	Restrito a laboratórios e/ou grandes instituições
Identificação de desequilíbrios musculares	Grande parte dos equipamentos realiza avaliação uniarticular da força muscular
Avaliação precisa da força máxima excêntrica	Não representa o gesto motor esportivo

Considerando que a força é inversamente proporcional à velocidade, o equipamento é ajustado para uma determinada velocidade (constante) e esta é determinada de acordo com o objetivo do teste. Ou seja, quando o objetivo é avaliar a resistência de força e a força máxima, programam-se velocidades baixas e, para a avaliação da potência muscular, utilizam-se velocidades mais altas. As velocidades mais comumente utilizadas para avaliar a força e suas manifestações são: 60°/s (força máxima), 360°/s (resistência de força) e 180°/s (potência muscular) (AAGAARD, 2003). Uma das grandes vantagens desse equipamento é a gama de resultados que pode ser extraída dos exames. Dessa forma, com essa avaliação, podemos observar:

- força máxima dinâmica tanto na fase concêntrica quanto na fase excêntrica do movimento (pico de torque);
- força máxima isométrica (pico de torque);
- força de resistência;
- índice de fadiga;
- equilíbrio muscular contralateral: equilíbrio entre lado esquerdo e direito. Nesse caso, são consideradas normais diferenças de até 10% – caso contrário, um trabalho específico de equilíbrio é necessário. No entanto, deve-se considerar situações específicas, como em alguns esportes, nos quais as diferenças superiores a 10% são comuns;
- potência muscular, tanto de membros inferiores quanto de membros superiores;
- razão tradicional: por exemplo, pico de torque concêntrico dos flexores do joelho/dos extensores do joelho. A Tabela 1 apresenta os valores esperados (razão) para cada articulação;
- razão funcional: por exemplo, pico de torque excêntrico dos flexores do joelho /pico de torque concêntrico dos extensores do joelho.

Vale ressaltar que o tipo de local onde está sendo realizado o treinamento deve ser levado em consideração tanto no momento da análise dos resultados como na escolha do método de avaliação. Segundo Gentil et al. (2007b), os sujeitos podem ser mais ou menos responsivos às modificações da força muscular decorrentes do treinamento de força (TF) medidos pela dinamometria isocinética. Haja vista que o treinamento tradicional (pesos livres) solicita um trabalho muscular com ações concêntricas e

excêntricas, o que difere do trabalho muscular (isocinético) solicitado durante a avaliação no dinamômetro. Dessa forma, nota-se diferença importante no padrão de recrutamento de unidades motoras (UM) entre os trabalhos musculares realizados com peso livre *versus* dinamometria isocinética, o que pode comprometer (subestimar) os resultados da avaliação, principalmente em sujeitos menos responsivos à avaliação da força quando testados no equipamento isocinético (GENTIL et al., 2007b).

Tabela 1. Relação da força muscular agonista (concêntrica)/antagonista (concêntrica) em diferentes segmentos

Articulação	Movimento	Relação
Punho	F/E (antebraço supinado)	100%
Cotovelo	F/E (antebraço neutro)	100%
Ombro	RE/RI (90° abduzido ombro)	70%-80%
Ombro	RE/RI (ombro neutro)	60%-70%
Ombro	F/E	70%-80%
Ombro	Abdução/adução	60%-70%
Quadril	F/E (decúbito dorsal)	50%-70%
Quadril	Adução/abdução (decúbito lateral)	40%-50%
Joelho	F/E (sentado)	50%-70%
Tornozelo	F/E (joelho flexionado)	50%-70%
Tornozelo	EVE/INV (joelho flexionado)	80%-90%

F = flexão; E = extensão; RE = rotação externa; RI = rotação interna; EVE = eversão; INV = inversão. A relação significa a força entre agonista e antagonista.

Fonte: Dvir (2002)

Teste de carga máxima dinâmica (TCMD) ou teste de uma repetição máxima (1RM)

O teste de uma repetição máxima (1RM) é um dos mais utilizados para avaliar a força muscular; no entanto, é importante salientar que o termo 1RM pode não ser o mais adequado, haja vista que uma repetição significa realizar pelo menos dois movimentos e, quando isso ocorre, deixa de ser um teste máximo. Sendo assim, utilizaremos a terminologia

de teste de carga máxima dinâmica (TCMD). Logo, os resultados desse teste são utilizados para diversas finalidades, como avaliação da força muscular, identificação de déficits ou superávits, efeitos de programas de treinamento (pré e pós) e prescrição do TF, principalmente para atletas de alto rendimento e durante o controle de cargas em pesquisas científicas. Para esse propósito, o procedimento pode ser adequado, embora ainda com algumas restrições. Porém, para a prescrição e o controle das cargas em academias, esse método pode muitas vezes ter grandes limitações, subestimando ou superestimando a carga (peso) de treinamento. Nos últimos anos, vários autores publicaram artigos investigando e questionando a prescrição do número de repetições por série a uma determinada porcentagem da carga máxima dinâmica (CMD) – por exemplo, 3×10 a 80% da CMD. O número de repetições para uma determinada porcentagem da CMD pode variar quando considerada a massa muscular envolvida no exercício, a velocidade de contração, a utilização de membros superiores ou inferiores e ainda o nível de aptidão do praticante (BORGES et al., 2007; FLECK; KRAEMER, 2009; HOEGER et al., 1987, 1990; PEREIRA; GOMES, 2003; RICHENS; CLEATHER, 2014; ROCHA; GUEDES JUNIOR, 2011; SHIMANO et al., 2006).

Protocolo para realização do teste de carga máxima dinâmica

O indivíduo deverá realizar alongamentos leves dos músculos e das articulações que serão exigidos durante o teste e em seguida realizar um aquecimento composto por cinco a dez repetições, com 40% a 60% do máximo percebido. Após um minuto de repouso, deverá aumentar a carga e realizar de três a cinco repetições, com 60% a 80% do percebido. Após três minutos de intervalo, deve-se acrescentar uma pequena quantidade de carga e tentar a CMD (1RM).

Se for bem-sucedido, deve-se realizar um repouso de três a cinco minutos e acrescentar nova carga. São permitidas até quatro tentativas. Atenção: se a carga máxima não for encontrada em até quatro tentativas, o teste deverá ser encerrado e reiniciado em outro dia (KRAEMER et al., 1995b).

O protocolo do TCMD pode ser utilizado para qualquer exercício; no entanto, a literatura especializada sugere que esse teste seja realizado

em exercícios básicos (supino, *leg press* ou agachamento), que são mais apropriados para suportar cargas elevadas (Figura 2).



Figura 2. Teste de carga máxima dinâmica

Fonte: <https://bit.ly/2wfd8rf>

Estimativa da CMD pelo teste de 2 a 10 RM – Brzycki

Esse teste é apropriado para ambos os sexos e várias idades, incluindo adolescentes e adultos mais velhos. O objetivo dessa avaliação é estimar o valor da CMD por meio de uma carga submáxima. Esse protocolo pode ser utilizado para testar uma variedade de grupos musculares, utilizando pesos livres ou máquinas. Uma das vantagens desse protocolo é que o avaliado não é exposto à carga máxima (100%) – com isso, ele poderá ter desempenho melhor e, assim, reduzir os possíveis casos de subestimação de resultados. Essa situação é bastante notória, especialmente para alunos iniciantes (sem experiência na musculação) e mulheres, que hesitam em levantar cargas elevadas e pedem para parar antes de atingir a CMD (BRZYCKI, 1993).

Procedimentos para a estimativa da CMD

Realize um aquecimento (exercícios calistênicos) e movimentos com cargas leves. Em seguida, selecione uma carga submáxima, em que o avaliado possa realizar no mínimo duas e não mais que dez repetições

corretamente. Instrua o avaliado a realizar o máximo de repetições corretamente até que se instale a fadiga.

Equação para estimar a CMD

$CMD = PL \div [1,0278 - 0,0278 \times (\text{número de repetições})]$. Onde PL = peso levantado (kg).

Classificação da força máxima dinâmica

Com relação à classificação da força máxima dinâmica, fica difícil determinar um valor absoluto (em kg) como referência, já que as pessoas diferem significativamente em estatura e massa corporal e essas variáveis interferem diretamente na produção de força. Sendo assim, a literatura utiliza tabelas (Tabela 3) de força relativa (peso máximo levantado dividido pela massa corporal) com o intuito de uniformizar os valores – até porque, quando se adota esse procedimento, a variável de massa corporal é anulada.

Tabela 2. Valores de referência de força relativa para alguns exercícios selecionados

	Supino reto	<i>Leg press</i>	Rosca concentrada	Desenvolvimento frontal
Homens	1,00	2,00	0,50	0,67
Mulheres	0,70	1,40	0,35	0,47

Fonte: Tritschler (2003)

Avaliação da potência muscular

Antes da apresentação dos protocolos, vale apenas uma breve reflexão. A resistência de força pode ser definida como a capacidade de o sistema neuromuscular sustentar níveis de força moderados por longos intervalos de tempo (WEINECK, 1999). Muitas vezes, a má compreensão conceitual leva a uma inadequada classificação de testes e protocolos. Com relação à resistência de força, os testes mais citados na literatura, principalmente por causa de sua praticidade e não necessidade de

grande experiência por parte do avaliador, são os de flexão e extensão de braço (avalia a “resistência” de força dos membros superiores) e o de flexão e extensão de tronco (avalia a “resistência” de força dos músculos abdominais). No entanto, essa nomenclatura talvez não seja a mais adequada, uma vez que, quando se fala em resistência, entende-se que será realizado um trabalho muscular por tempo prolongado e até a fadiga muscular. Na prática, os protocolos citados anteriormente solicitam que o sujeito realize o máximo de repetições em um tempo determinado (um minuto) e, quando isso ocorre, é mudada a característica da avaliação e passa-se a avaliar não mais a resistência de força, mas a potência muscular, que pode ser definida como a maior quantidade de trabalho em uma unidade de tempo ou a maior quantidade de trabalho na menor unidade de tempo. Dessa forma, iremos utilizar o termo de potência muscular para classificar os protocolos citados anteriormente.

Teste de flexão braço – Pollock e Wilmore

Nesse protocolo, o avaliado se posiciona em decúbito ventral com quatro apoios (mãos e pés para homens e mãos e joelhos para as mulheres), os braços estendidos ligeiramente na linha dos ombros e os cotovelos estendidos. Ao comando do avaliador, o avaliado terá de realizar flexão de cotovelo até encostar o tórax no colchonete e esse movimento deverá ser repetido o máximo de vezes em um minuto (POLLOCK; WILMORE, 2009).

Teste de flexão e extensão de tronco – Pollock e Wilmore

O avaliado deve se posicionar em decúbito dorsal, com os joelhos flexionados com um ângulo de aproximadamente 90° e os dedos entrelaçados atrás do pescoço. O avaliado terá de flexionar o tronco até tocar os cotovelos nas coxas. Esse movimento (Figura 3, módulo A) é repetido o máximo de vezes possível durante um minuto e, ao final do teste, o sujeito poderá ser classificado pelo seu desempenho (Tabelas 3 e 4) ou após alguma intervenção – pré *versus* pós treinamento (POLLOCK; WILMORE, 2009).

Tabela 3. Testes abdominais – mulheres
(número de repetições em 60 segundos)

Idade	Excelente	Bom	Médio	Regular	Fraco
15-19	≥42	36-41	32-35	27-31	≤26
20-29	≥36	31-35	25-30	21-24	≤20
30-39	≥29	24-28	20-23	15-19	≤14
40-49	≥25	20-24	15-19	7-14	≤6
50-59	≥19	12-18	5-11	3-4	≤2
60-69	≥16	12-15	4-11	2-3	≤1

Fonte: Pollock e Wilmore (2009)

Tabela 4. Testes abdominais – homens
(número de repetições em 60 segundos)

Idade	Excelente	Bom	Médio	Regular	Fraco
15-19	≥48	42-47	38-41	33-37	≤32
20-29	≥43	37-42	33-36	29-32	≤28
30-39	≥36	31-35	27-30	22-26	≤21
40-49	≥36	26-30	22-25	17-21	≤16
50-59	≥31	22-25	18-21	13-17	≤12
60-69	≥26	11-22	12-16	7-11	≤6

Fonte: Pollock e Wilmore (2009)

Considerações: Teoricamente, o principal objetivo desse teste seria avaliar a força dos músculos abdominais. Uma das funções desse grupo muscular é realizar a flexão da coluna vertebral (FLOYD; THOMPSON, 2008) quando a amplitude de movimento é de até aproximadamente 40°. Durante o teste, a amplitude de movimento supera 40°; após esse ângulo, outros grupos musculares são ativados para auxiliar na flexão do tronco, dentre eles o reto femoral e o iliopsoas (flexores do quadril) (PLOWMAN, 1992; SODERBERG, 1997). Dessa forma, o protocolo exige alta participação dos músculos flexores do quadril, o que na maioria das vezes se torna limitador no teste, deixando assim o protocolo pouco eficiente para a avaliação dos músculos abdominais. Além disso, essa alta solitação do iliopsoas gera aumento de sobrecarga para as vértebras lombares, local de sua inserção. Logo, a aplicação desse protocolo deve ser encarada com

maior cautela, principalmente para sujeitos com lombalgias ou qualquer tipo de acometimento da região lombar.

Protocolos adaptados para medir a força (potência) dos músculos abdominais

Diante do exposto, o American College of Sports Medicine (ACSM, 2013) sugere algumas adaptações para que o teste seja mais eficiente para a avaliação dos músculos abdominais. Os procedimentos são similares aos citados anteriormente, com algumas exceções – por exemplo, o avaliado deverá manter os braços estendidos sobre a coxa e, durante cada flexão de tronco, o dedo médio deverá tocar as mãos do avaliador, que estão fixas sobre a borda superior da patela (Figura 3, módulo B). Outra opção é posicionar os braços cruzados à frente do tronco durante todo o movimento. No final da fase da flexão do tronco, os cotovelos devem tocar as coxas e, na fase final de extensão do tronco, as escápulas devem tocar o colchonete (Figura 3, módulo C). Independentemente do protocolo, o sujeito deverá realizar o máximo de repetições possíveis dentro de um minuto.



Figura 3. Protocolo tradicional (A) e adaptados (B e C) para a avaliação da força dos músculos abdominais

Teste de salto vertical

Os testes de salto horizontal (Figura 4, módulo A) e vertical (Figura 4, módulo B) são mais duas opções que frequentemente são utilizadas para a avaliação da força (potência) de membros inferiores.



Figura 4. Salto horizontal (A) e vertical (B)

Para essa avaliação, o sujeito deverá realizar três saltos (vertical ou horizontal); utiliza-se a maior distância atingida nas três tentativas como referência de potência de membros inferiores. Esse protocolo também pode apresentar informações sobre rendimento em provas de velocidade (LOTURCO et al., 2015) e análise de desempenho (fadiga e recuperação) (SAMS et al., 2018). Outra informação abstraída desse protocolo é a assimetria entre os membros e sua relação com o desempenho em provas de velocidade e predisposição de lesão de joelho (BISHOP et al., 2018; LOCKIE et al., 2014). Uma das formas para calcular a assimetria (percentual) bilateral é utilizando esta equação (LOCKIE et al., 2014):

$$\text{Assimetria bilateral} = (\text{melhor perna-pior perna})/\text{melhor perna} \times 100$$

Onde: Melhor perna é o melhor resultado de três saltos obtidos pela perna que apresentou o melhor desempenho; pior perna é o melhor resultado de três saltos obtidos pela perna que apresentou o pior desempenho.

Observação: Segundo Bishop et al. (2018), valores de assimetria de até 10% são aceitáveis.

Avaliação da resistência de força

Avaliação da força de resistência: teste de 70% da CMD – Tritschler

Diferentemente dos protocolos citados anteriormente, nos quais havia um tempo pré-determinado para sua excussão, nesse o avaliado realizará o maior número de repetições corretamente, independentemente do tempo para a realização delas. Nesse caso, estamos realmente avaliando a resistência de força. Para cada grupo muscular a ser testado, determine o valor da CMD e, então, calcule 70% desse valor. Em seguida, o avaliado deverá realizar o maior número de repetições (até a exaustão) corretas (TRITSCHLER, 2003).

Teste de flexão na barra com e sem movimento

Nesse protocolo, o sujeito se posiciona na barra com as mãos em supinação nas linhas dos ombros e, em seguida, é orientado a realizar o máximo de repetições de flexão de braço na barra corretamente (no ato da flexão de braço o queixo deve passar a barra). A força de resistência (dinâmica) é determinada pelo número de repetições realizadas. Uma alternativa é avaliar a resistência de força isométrica. Para isso, o sujeito irá se posicionar da mesma forma descrita anteriormente; entretanto, no início do teste o sujeito deverá estar com os braços flexionados e o queixo acima do nível da barra. Em seguida, é acionado o cronômetro e ele deverá manter a posição o maior tempo possível. O teste é finalizado no momento em que o sujeito não consegue (fadiga) sustentar a posição inicial e com isso o queixo passa para baixo do nível da barra.

Teste de resistência de força isométrica de extensores lombares – teste de Sorensen

O avaliado se posiciona em decúbito ventral com a crista ilíaca anterossuperior no final da maca de exame. O tronco deve estar estendido fora da maca, os braços cruzados sobre o peito e os membros inferiores afixados por três faixas – pelve, joelho e tornozelos (Figura 5).

O avaliado mantém posição neutra (não hiperestendida) por maior tempo possível e, para os sujeitos que não apresentam dificuldade em manter a posição, o teste é interrompido após 240 segundos. Ao término, o sujeito poderá ser classificado utilizando as referências do próprio autor ou comparando com ele mesmo pós intervenção (pré *versus* pós) (BIERING-SØRENSEN, 1984).

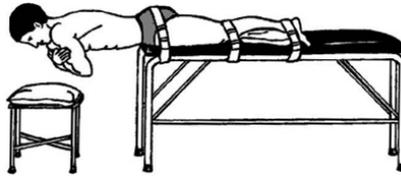


Figura 5. Posicionamento para a realização do teste de Sorensen

Fonte: Demoulin et al. (2006).

O teste de Sorensen é o mais utilizado em publicações quando o objetivo é avaliar a força de resistência isométrica do tronco e, com o passar dos anos, sofreu algumas alterações (Figura 6, módulos A e B) (DEMOULIN et al., 2006).

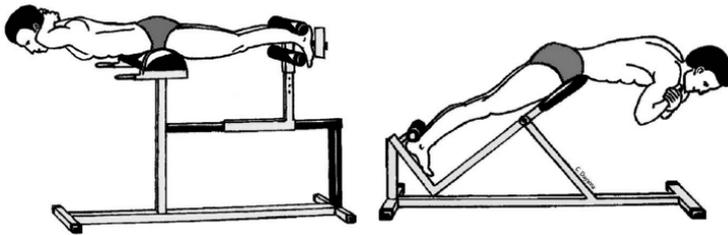


Figura 6. Variações de postura e equipamento para a realização do teste de Sorensen.

Fonte: Demoulin et al. (2006)

Tempos máximos para o teste de Sorensen

- Mulheres saudáveis: 197 segundos;
- homens saudáveis: 198 segundos;
- mulheres com dor lombar: 177 segundos;
- homens com dor lombar: 163 segundos (DEMOULIN et al., 2006).

ASPECTOS METODOLÓGICOS DA HIPERTROFIA MUSCULAR

Componentes da carga de treinamento de força

Considerando os aspectos fisiológicos descritos no capítulo anterior, conclui-se que o treinamento para hipertrofia muscular deve proporcionar estímulo de volume e intensidade alta. No entanto, considerando o princípio biológico do treinamento físico, que postula que volume e intensidade interdependem inversamente, a carga deve ser equalizada de forma a evitar que o aumento exagerado de uma das variáveis proporcione queda significativa da outra. Dessa forma, o profissional de Educação Física deve equilibrar os componentes da carga de treinamento de força (TF) da forma mais eficiente possível, para proporcionar alta intensidade e alto volume de modo a obter os melhores resultados de hipertrofia muscular.

Os componentes da carga de TF a serem considerados são: peso, repetições, pausa, velocidade, séries, exercícios, amplitude e frequência.

Peso

Na musculação, muitas vezes o peso é confundido com a carga. Isso não é correto: a carga de treinamento compreende todas as variáveis que impõem estresse ao organismo (agente estressor) e apenas uma delas é o peso. Também fazem parte da carga de treinamento as repetições, a pausa, as séries, os exercícios e outros. Geralmente, o peso é sugerido

a partir de porcentagem da carga máxima dinâmica (CMD) ou do teste de uma repetição máxima (1RM), e é interpretado como a intensidade do treino. Isso também não é correto: o peso é uma das variáveis de intensidade da carga, porém as pausas entre séries e outros componentes também interferem na intensidade do treino, aumentando ou diminuindo a densidade. Atualmente, vem sendo criticada a prescrição do peso a partir da relação entre porcentagem da CMD e número de repetições, pois ela é influenciada por vários fatores, como exercício, faixa etária, nível de aptidão física, grau de motivação, membros superiores ou inferiores e gênero (PEREIRA et al., 2016). A sugestão é a prescrição a partir da “zona de intensidade por repetição máxima (RM)”. Por exemplo, determina-se um número de repetições desejadas – oito a dez RM: ajusta-se o peso de forma a realizar pelo menos oito repetições e não mais do que dez repetições. Sempre que as dez repetições forem ultrapassadas, aumenta-se o peso (ACSM, 2013; GUEDES; SOUZA JUNIOR; ROCHA, 2008).

Repetições

O número de repetições no TF ocorre ao longo de uma progressão na qual as repetições mais baixas potencializam a força máxima e as repetições mais altas desenvolvem a força de resistência. Uma “janela de repetições” eficiente para proporcionar hipertrofia muscular máxima fica entre seis RM e vinte RM. Essa “zona de intensidade” equaliza a carga, proporcionando equilíbrio entre os componentes tensional e metabólico da sobrecarga, sendo que a manipulação da carga dentro dessa “janela de RM” pode priorizar um ou outro componente nas sessões de treinamento.

Jenkins et al. (2017) compararam dois protocolos de TF de diferentes intensidades em 26 homens adultos. O grupo 1 treinou com 80% de 1RM (alta intensidade) e o grupo 2 com 30% de 1RM (baixa intensidade), sendo que as repetições foram executadas até a falha concêntrica em ambos os grupos. O protocolo foi realizado três vezes por semana durante seis semanas. Foi avaliada a força muscular, a ativação muscular e a hipertrofia muscular pré e pós-protocolo de treinamento por 1RM, contração voluntária máxima isométrica, eletromiografia e ultrassonografia, respectivamente. Os resultados demonstraram adaptações neurais superiores e consequente ganho de força superior no protocolo de alta intensidade.

Para a hipertrofia muscular, os dois protocolos apresentaram ganhos significativos, porém não apresentando diferença entre os grupos. Este artigo e outros sugerem que cargas mais leves ou mais pesadas realizadas com repetições mais altas ou mais baixas, desde que até a falha concêntrica, proporcionam resultados semelhantes para a hipertrofia muscular, pois em ambas as situações ocorre a fadiga muscular momentânea, sendo que com as cargas leves as unidades motoras (UM) são recrutadas de forma assíncrona e com cargas pesadas de forma sincrônica.

No entanto, cabe a seguinte reflexão a respeito do assunto: cargas leves solicitam alto número de repetições para se chegar até a falha concêntrica, o que aumenta a duração da sessão, podendo levar à monotonia e à diminuição da aderência ao programa. Além disso, o excesso de repetições pode causar desconforto e menor ganho de força muscular (FISHER; STEELE; SMITH, 2017). Ainda sobre a repetição do movimento, tanto a fase concêntrica quanto a excêntrica da contração muscular promovem sinalização celular eficiente para a hipertrofia – portanto, as duas fases devem ser consideradas. Quanto à execução da série até a falha concêntrica, esse procedimento deve ser considerado com cautela. Uma investigação de nosso grupo (no prelo) pesquisou o número de repetições até a falha concêntrica no exercício supino horizontal com peso de 70% de 1RM em homens treinados. A execução do exercício foi filmada e, posteriormente, realizou-se sua análise biomecânica em todas as repetições. A média de repetições até a falha concêntrica foi de dez reps, sendo que a partir da sexta repetição foram encontradas assimetrias na execução do movimento. Os resultados sugerem preocupação com a técnica de execução do movimento, principalmente para indivíduos menos treinados, para quem tal procedimento pode causar desconforto e risco de lesão. O praticante menos treinado não costuma alcançar a falha concêntrica, mas a “falha voluntária”, isto é, ao menor sinal de desconforto, a série é interrompida.

Pausa

A pausa entre as séries tem como principal objetivo a recuperação das vias metabólicas. Dessa forma, quando o objetivo é levantar pesos pesados, como no caso do treinamento de prioridade tensional da sobrecarga, é coerente utilizar pausas mais longas, que possibilitam maior recuperação do sistema anaeróbio *adenosine triphosphate and*

phosphocreatine (ATP-CP) – ou adenosina trifostato e fosfocreatina. Por outro lado, em momentos cuja prioridade é o componente metabólico da sobrecarga, que potencializa a glicólise anaeróbia, as pausas curtas serão mais eficientes. Não há uma regra, mas uma questão de raciocínio. As recomendações quanto à pausa entre as séries com objetivo de hipertrofia muscular sugerem intervalos entre 30 segundos e quatro minutos.

Um artigo publicado por Fink et al. (2017) comparou o efeito agudo (secreção hormonal) e crônico (força e hipertrofia muscular) de dois protocolos de TF nos quais as séries foram praticadas até a falha concêntrica. O grupo 1 utilizou pausa curta de 30 segundos, o grupo 2, pausa longa de 250 segundos, ambos com a carga de 40% de 1RM. As avaliações foram feitas antes e depois de oito semanas de treinamento e os resultados demonstraram aumento da secreção hormonal e ganhos de força e hipertrofia muscular em ambos os grupos. No entanto, não houve diferença significativa entre eles. Mais uma vez surge a ideia de que a sinalização eficiente para a potencialização da hipertrofia muscular está relacionada à fadiga muscular, isto é, treinar até a falha muscular.

Velocidade

A velocidade de execução do movimento é também um componente importante para o controle da carga de treinamento. A American College of Sports Medicine (ACSM, 2009) sugere velocidades de um a dois segundos para as fases concêntrica e excêntrica em cada repetição para a hipertrofia muscular. Schoenfeld, Ogborn e Krieger (2015) não encontraram diferença entre velocidades de meio segundo e oito segundos por repetição para hipertrofia muscular. Vale destacar que a velocidade intencional do movimento deve ser observada com cautela, pois, com o transcorrer das repetições na série, a fadiga vai se instalando e com isso a tendência é a diminuição da eficiência da contração muscular e consequente aumento do tempo de realização do movimento (ROCHA; GUEDES JUNIOR, 2011).

Nesse ponto, é importante diferenciar a velocidade do movimento na articulação e a velocidade “intencional” de realizar o movimento. Considerando que a velocidade é inversamente proporcional à resistência, percebe-se que com cargas mais elevadas a tendência é a repetição ocorrer de forma mais lenta e vice-versa. Dessa forma, não há necessidade

de um controle temporal de velocidade. A intenção de vencer a carga na fase concêntrica seria rápida (explosiva), porém a carga elevada torna o movimento articular lento. Para a fase excêntrica, costuma-se indicar uma velocidade lenta. Isso ocorre devido à maior produção de tensão muscular nessa fase do movimento (20% até 60%) (HOLLANDER et al., 2007). No entanto, essa recomendação não deve ser levada a extremos. A principal sinalização para hipertrofia muscular estimulada pela fase excêntrica é o estresse mecânico causado pela frenagem da ação da gravidade, que promove microlesões no tecido muscular. Para que haja necessidade de frenagem, é necessário que ocorra aceleração. Assim, a fase excêntrica extremamente lenta parece proporcionar resultados menos eficientes. Alguns estudos sugerem que velocidades excêntricas rápidas proporcionam maior nível de estresse e maiores resultados para hipertrofia muscular (CARVALHO et al., 2015; TRICOLI, 2014). Dessa forma, sugere-se que a velocidade do movimento é controlada pelo peso levantado e a fase excêntrica deve ser realizada de forma controlada, freando a ação da gravidade.

Paulo Eduardo Pereira et al. (2016) compararam as velocidades lenta e rápida de execução do movimento em doze homens adultos treinados. O grupo 1 realizou a repetição com um segundo para ambas as fases e o grupo 2 realizou a fase concêntrica para um segundo e a excêntrica para quatro segundos. A carga utilizada foi de 50% de 1RM por três séries de oito repetições. Ambos os grupos tiveram aumento da força e hipertrofia muscular, mas não houve diferença significativa entre eles. Analisando o “tamanho do efeito”, a velocidade lenta sugeriu maior eficiência. Esse estudo desenvolve uma ideia intrigante: a hipertrofia muscular depende da tensão produzida e do tempo sobre tensão; com carga relativamente baixa (50% de 1RM), a menor velocidade da repetição aumenta o tempo sobre tensão, o que talvez explique o resultado. Essa estratégia pode ser interessante para momentos regenerativos (microciclos) no planejamento da temporada de treinamento.

Séries

A quantidade de séries por exercícios é uma variável de volume de carga que contribui para a quantidade de trabalho total realizado na sessão ou no microciclo (semana) de treinamento. O ACSM (2009) sugere

a realização de uma a três séries por exercício para indivíduos menos treinados. Alguns estudos compararam a realização de série única e séries múltiplas de cada exercício por sessão de treinamento (GALVÃO; TAAFFE, 2005; KEMMLER et al., 2004; KRAEMER; HÄKKINEN, 2004; PETERSON; RHEA; ALVAR, 2005). Os resultados encontrados, em resumo, sugerem que para iniciantes as séries únicas proporcionam resultado significativo, principalmente para o aumento da força muscular. Para indivíduos treinados, as séries múltiplas demonstram ser mais eficientes tanto para força quanto para hipertrofia muscular. Vale destacar ainda que o número de séries totais por sessão de treinamento se relaciona com o número total de exercícios na sessão. Por exemplo: três séries de dois exercícios, duas séries de três exercícios, uma série de seis exercícios ou seis séries de um exercício totalizam seis séries na sessão de treinamento. Outro fato importante a considerar é o de que exercício é a reprodução de um movimento com sobrecarga e este não é realizado por um único músculo, mas por grupos de músculos que exercem ações primárias e acessórias. Em determinado exercício, vários músculos são ativados de forma intensa para movimentar determinadas articulações de forma eficiente. Dessa forma, no momento de calcular o número de séries para cada grupo muscular, não se deve pensar no exercício para o músculo, mas na participação ativa do músculo na realização do exercício. Por exemplo, a execução do exercício supino horizontal tem participação ativa dos músculos peitoral, deltoide e coracobraquial na articulação do ombro e tríceps braquial e ancôneo na articulação do cotovelo.

Um estudo feito pelo nosso grupo e aceito para publicação em 2018 no periódico *Motriz* investigou o volume de séries semanais realizadas por homens e mulheres treinados em programas para hipertrofia muscular. Os resultados demonstraram maior número de séries semanais para membros superiores dos homens em relação às mulheres e o oposto ocorrendo com os membros inferiores. Para os homens, o músculo deltoide é o mais treinado semanalmente (média de 80 séries semanais). Entre as mulheres, os glúteos são os músculos mais exercitados semanalmente (média de 41 séries semanais). Outro relato importante do estudo é o desequilíbrio no volume de séries entre músculos agonista/antagonista, como no caso de extensores e flexores do joelho, tanto em mulheres quanto em homens. A conclusão do estudo demonstra ainda que o número de séries semanais realizado é significativamente superior às recomendações da literatura

em relação à hipertrofia muscular. Considerando todos esses aspectos e ainda respostas hormonais e metabólicas, a sugestão do número de séries por sessão de treinamento fica entre oito e dezesseis totais para aqueles considerados músculos maiores e seis a nove totais para os considerados músculos menores por sessão de treinamento (LIN; CHEN, 2012; OLESHKO, 2008). É preciso cuidado ao se considerar o “tamanho do músculo”: um estudo conduzido por Holzbaur et al. (2007) e citado por Marchetti et al. (2010) avaliou o exercício supino horizontal e encontrou valores de volume médio dos músculos peitoral maior (290 cm^3), deltoide ($380,5 \text{ cm}^3$) e tríceps braquial ($372,1 \text{ cm}^3$), respectivamente.

Exercícios

Ao escolher o exercício para a montagem do programa de treinamento, deve-se considerar o seguinte:



Figura 1. Estratégia para escolha dos exercícios

Os exercícios de musculação podem ser classificados em básicos e analíticos. Os básicos são multiarticulares, envolvendo grandes grupamentos musculares – como os supinos, os desenvolvimentos, o agachamento, o *leg press* e as remadas. Os analíticos são aqueles monoarticulares, buscando isolamento de grupos musculares – como os crucifixos, as elevações, a cadeira flexora e a extensora. É importante observar que alguns exercícios necessitam de maior coordenação devido à sua maior complexidade de execução biomecânica; outros possuem maior facilidade de aprendizagem e execução. Dessa forma, não existem exercícios proibidos, mas pessoas contraindicadas para realizar alguns

deles, seja por sua complexidade e falta de aptidão física atual ou por desconforto e predisposição à lesão, que limitam a execução segura.

Atualmente, existem vários estudos em biomecânica analisando os exercícios de musculação por meio de eletromiografia. O tema não é objeto de estudo desta obra – para isso, vale consultar livros e artigos especializados no assunto.

Critério importante para a escolha do exercício na composição da sessão de treinamento é a relação *custo* × *benefício*, que pode ser considerada como *segurança* × *eficiência*. No planejamento do programa de treinamento (sessão, microciclo, mesociclo), quando o objetivo predominante é o componente tensional, devem ser utilizados pesos pesados e para isso os exercícios básicos são mais eficientes e seguros; já para os momentos em que a predominância é do componente metabólico, ou seja, a prioridade é levar o músculo alvo à depleção energética, os exercícios analíticos são mais indicados.

Quanto à ordem dos exercícios, costuma-se iniciar a sessão de treinamento pelos exercícios multiarticulares, que ativam grandes grupos musculares, seguindo então para os exercícios analíticos, que trabalham grupos musculares menores. Isso se justifica tanto pelo aspecto metabólico quanto hormonal (ACSM, 2009; BALLOR; BECQUE; KATCH, 1987; SPREUWENBERG et al., 2006). No entanto, caso o objetivo seja priorizar determinado grupo muscular, essa regra pode ser desconsiderada. Dias et al. (2010), após realizarem estudo com tal objetivo, concluíram que a sessão de TF deve se iniciar pelo grupo muscular que se deseja enfatizar, independentemente do tamanho do músculo, tanto para efeito agudo quanto crônico.

Para finalizar, a variação de exercícios ao longo das sessões de treinamento deve ser considerada, principalmente para indivíduos mais treinados, com objetivo de evitar o aparecimento de platôs e proporcionar motivação para a atividade (princípio biológico da variabilidade).

Amplitude

A amplitude do movimento (ADM) para cada repetição é um importante componente da carga de TF. Estudos que compararam os ganhos de força e hipertrofia muscular entre programas de treinamento executados com amplitude total e parcial demonstraram superioridade daquela em

relação à produção de repetições parciais. A manutenção da força e hipertrofia muscular após um período de destreino também foi superior para a amplitude total de movimento. A realização de repetições parciais em prol do aumento do peso parece não ser estratégia interessante.

Frequência

A frequência de sessões semanais controla o heterocronismo entre o estímulo (treino) e o tempo de recuperação (descanso), fator fundamental para o sucesso do treinamento para hipertrofia muscular (princípio biológico da adaptação ou ajustamento). A recomendação de sessões semanais por grupo muscular costuma ser de duas a três vezes e os programas podem ser feitas parcelando por grupos musculares ou treinando todos os grupos musculares numa única sessão (ACSM, 2009; SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2015). Dessa forma, a frequência semanal pode variar de duas até sete vezes por semana, dependendo de fatores como volume e intensidade da sessão, nível de aptidão física atual do praticante e disponibilidade de tempo. Quando o volume de treino se torna muito elevado, a ponto de prejudicar sua intensidade, parece ser mais eficiente reduzir a duração da sessão e compensar com o aumento de sessões semanais (DANKEL et al., 2017). Esse é o conceito de *densidade* de treino para a hipertrofia muscular.

As equalizações desses componentes determinam o volume, a intensidade e a densidade da carga do TF.

Fases do treinamento

A estruturação do treinamento de musculação depende diretamente do nível de aptidão física atual do indivíduo. O aluno costuma ser classificado em iniciante, intermediário e avançado e para isso se considera o tempo de prática e nível de experiência no TF. Por se tratar de uma classificação cronológica, é necessário observar os ajustes proporcionados pelo treinamento para determinar quando o aluno está apto a mudar de estágio na classificação.

Iniciantes são indivíduos sem experiência no TF ou com a prática interrompida por período suficiente para reverter os ajustes ao treinamento ocorridos anteriormente. Não é necessariamente um aluno sedentário.

Intermediários são indivíduos que deram continuidade ao treinamento regular por aproximadamente seis meses e já apresentam boa evolução na aptidão física.

Avançados são indivíduos com ao menos um ano de experiência de forma sistemática no TF; com eles, os ajustes decorrentes do treinamento foram suficientes para obter ganhos significativos de força e hipertrofia muscular. Nesse momento, a utilização de estratégias especiais do TF que proporcionem cargas de treinamento mais intensas são necessárias para que ocorra a quebra do estado de equilíbrio (estímulo), proporcionando ajustes positivos no organismo, que levam ao aumento da aptidão física de acordo com o princípio da adaptação (ajustamento). Lembrando que: “Quanto mais treinado, menos treinável” (GUEDES; SOUZA JUNIOR; ROCHA, 2008; MARCHETTI; LOPES, 2014; PRESTES et al., 2016).

Treinamento para iniciantes

O aluno iniciante é considerado muitas vezes uma pessoa “chata” no ambiente da academia. Com a explosão das redes sociais e o acesso fácil a informações – muitas vezes equivocadas –, o aluno iniciante, influenciado por elas, pretende pular etapas do processo de aprendizagem que são fundamentais para o desenvolvimento eficiente e seguro de sua aptidão física. É de fundamental importância que o profissional de Educação Física que trabalha na sala de musculação conscientize o aluno da importância da fase inicial do processo de treinamento para que no futuro se atinja de forma progressiva os objetivos desejados com segurança e eficiência. Nas fases iniciais do treinamento para hipertrofia muscular, deve-se priorizar, em ordem cronológica, a aprendizagem do gesto motor, as adaptações neurais e teciduais básicas e, então, o desenvolvimento da massa muscular (MARCHETTI; LOPES, 2014).

Características do programa de treinamento para iniciantes

Ordem do programa: Para evitar a fadiga muscular local de forma precoce, a ordem do programa de treinamento costuma ser alternada por segmento, não se repetindo exercícios para o mesmo agrupamento muscular consecutivamente.

Tipo de força: O aprendizado motor é o objetivo principal nas primeiras sessões dessa fase do treinamento, portanto o número maior de repetições (12-15) com carga moderada facilita o aprendizado e diminui o risco de lesões, promovendo maior segurança e eficiência. Pelo conceito das manifestações de força se caracteriza a força de resistência.

Aquecimento: O aquecimento promove facilitação neuromotora, que reduz o tempo de reação e melhora a coordenação. O aumento da temperatura corporal é fator importante para a melhora de desempenho (KAIJSER, 1973; MARTIN et al., 1975). Nesse caso, deve-se destacar que em dias de temperatura e umidade relativa do ar elevadas o aluno já se encontra com a temperatura corporal elevada e essa parte do aquecimento pode ser desnecessária.

O aquecimento pode ser realizado de forma geral ou específica e se caracteriza por uma atividade de curta duração e baixa intensidade. O aquecimento geral costuma ser realizado por exercícios cíclicos, como esteira ou ciclo ergômetro, de cinco a dez minutos. O objetivo do aquecimento geral é, principalmente, o aumento da temperatura corporal. O aquecimento específico costuma ser praticado no próprio exercício inicial, geralmente multiarticular (básico), realizando uma ou duas séries de 12 a 15 repetições com aproximadamente 50% da carga máxima (leve). Simão et al. (2004) compararam a influência de três diferentes protocolos de aquecimento na carga máxima dinâmica do exercício *leg press*. Os aquecimentos executados foram: a) aeróbio, com dez minutos de duração e intensidade variando entre 60%-80% da frequência cardíaca máxima na bicicleta; b) específico, de vinte repetições com carga confortável no *leg press*; e c) com seis exercícios de alongamento, um exercício para cada grupamento muscular envolvido no movimento do teste e dez segundos de duração até o limiar de dor. Não houve diferença significativa entre os diversos tipos de aquecimento. Porém, os autores relatam que em 60% dos indivíduos o aquecimento específico possibilitou a maior mobilização de carga máxima dinâmica. Outro estudo, de Fermino et al. (2008), comparou o desempenho da força muscular no TF para 10 RM no exercício de mesa flexora com a aplicação de diferentes tipos de aquecimento. Tanto no aquecimento específico como no alongamento pelo método estático passivo, a média de repetições para cada série e o volume total se mantiveram iguais em ambos os casos.

Os exercícios de alongamento *podem* ser feitos como parte do aquecimento para o treinamento de musculação, mas não necessariamente

devem ser incluídos no aquecimento. Para esse objetivo, pode-se utilizar o alongamento estático moderado e de curta duração ou o método dinâmico (ACHOUR JUNIOR, 2002).

Frequência: A frequência semanal de sessões para um aluno iniciante costuma ser de duas a três para cada grupamento muscular, se possível em dias alternados (ACSM, 2013; GUEDES; SOUZA JUNIOR; ROCHA, 2008; KRAEMER et al., 2004; PETERSON; RHEA; ALVAR, 2005). O turnover proteico (anabolismo) permanece aumentado 48 horas após a sessão de treinamento (BICKEL et al., 2005). A variação do treinamento é uma excelente estratégia de motivação: a maioria dos alunos iniciantes possui histórico de inatividade física por simplesmente não gostar da prática de exercício físico. Manter esses alunos motivados é fundamental para a continuidade e regularidade do programa de treinamento (aderência). Portanto, diferentes estratégias de montagem de programas para iniciantes podem ser abordadas. O planejamento pode constar de um *único* programa envolvendo todos os grupos musculares e repetido três vezes na semana. No entanto, pela questão da motivação abordada acima, a divisão em programas A e B, realizados consecutivamente em três dias alternados semanais, permitem maior variabilidade, o que proporciona geralmente maior motivação.

Exercícios: A literatura demonstra que, quanto maior a quantidade de músculos envolvidos no movimento, maior será a quantidade de hormônios circulantes responsáveis pela sinalização do estresse biológico do exercício. Portanto, a escolha dos exercícios deve considerar a quantidade de músculos trabalhando em conjunto para determinado movimento (sinergia) (KRAEMER; RATAMESS, 2004; MARCHETTI; LOPES, 2014). A sessão de treinamento para iniciantes deve priorizar exercícios multiarticulares e, se necessário posteriormente, exercícios uniarticulares, desde que não se priorize nenhum agrupamento muscular específico (ACSM, 2013; GUEDES, 2005; GUEDES; SOUZA JUNIOR; ROCHA, 2008).

Máquinas ou pesos livres: A segurança e eficiência do movimento é prioridade para o aluno iniciante; a utilização de máquinas promove maior estabilidade de movimento, facilitando o aprendizado do gesto motor. Portanto, o aluno iniciante deve seguir uma progressão pedagógica, iniciando pelas máquinas e futuramente passando para maior quantidade de exercícios com pesos livres, aumentando dessa maneira a intensidade da atividade devido à instabilidade e utilização de músculos

acessórios para estabilizar o movimento (ACSM, 2013; GUEDES; SOUZA JUNIOR; ROCHA, 2008; TEIXEIRA; GUEDES JUNIOR, 2017).

Séries: O aluno iniciante possui baixo nível de treinamento. Dessa maneira, o uso de intensidade e volume moderados são eficientes para proporcionar efeito positivo nessa população. Diversos estudos na literatura não apontam diferenças significativas no aumento de força entre séries únicas e séries múltiplas para iniciantes, enquanto outros relatam superioridade para programas com múltiplas séries. O aumento progressivo destas, de uma para três, respeitando o aumento individual da aptidão física, parece ser a melhor forma de progressão (ACSM, 2013). A observação constante, a avaliação individual do aluno e principalmente o bom senso e comprometimento do professor são fundamentais (GUEDES; SOUZA JUNIOR; ROCHA, 2008). A dor muscular tardia, a biomecânica comprometida para a execução do exercício e a diminuição momentânea da força podem ser indicadores indiretos da necessidade de mais tempo para a recuperação.

Repetições: Na fase inicial do treinamento com o objetivo de aprendizagem motora, as repetições devem ficar entre 12 e 15 RM (ACSM, 2013). Alguns alunos iniciantes, principalmente adolescentes, se preocupam excessivamente com o crescimento do peso, porém o aumento do número de séries e repetições e a diminuição dos intervalos também proporcionam aumento da carga de treinamento. Vale destacar que, quando o objetivo é a hipertrofia muscular, o peso não é o objetivo principal do treinamento, mas uma das ferramentas de trabalho.

Intervalos: O aluno iniciante deve respeitar intervalos de um a três minutos entre as séries (ACSM; SUCHOMEL et al.). Pausas menores podem comprometer a evolução das outras variáveis (peso, reps, séries) e pausas maiores são desnecessárias para essa fase.

Respiração: A respiração indicada para a população iniciante é a ativa, na qual se inspira na fase concêntrica e expira na fase excêntrica ou passiva (procedimento inverso) (GUEDES; SOUZA JUNIOR; ROCHA, 2008). Iniciantes devem evitar a respiração bloqueada, na qual o movimento é realizado em apneia, favorecendo a ocorrência de manobra de Valsava, que pode causar tontura, desconforto ou outra complicação. A respiração deve ocorrer de forma mais confortável.

Vale destacar que não existem exercícios proibidos para todos, existem pessoas que não possuem, em determinado momento, aptidão física para determinada complexidade de movimento, seja por motivos articulares,

musculares ou coordenativos. Portanto, alguns exercícios devem ser evitados em um primeiro momento do treinamento; exercícios biomecânica e anatomicamente mais seguros são mais indicados para o aluno iniciante.

Quadro 1. Exemplo de microciclo para três vezes na semana

Domingo	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado
Descanso	Treino	Descanso ou aeróbio	Treino	Descanso ou aeróbio	Treino	Descanso

Fonte: Adaptado de Guedes, Souza Junior e Rocha (2008).

Quadro 2. Exemplo de microciclo para duas vezes na semana

Domingo	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado
Descanso	Treino	Aeróbio	Descanso	Treino	Aeróbio	Descanso

Fonte: Adaptado de Guedes, Souza Junior e Rocha (2008).

Quadro 3. Exemplo de programa único para duas ou três vezes na semana

A	Pausa 1'/1'30"	
	Séries	Repetições
Supino reto	duas ou três	12-15
<i>Leg press</i> ou agachamento	duas ou três	12-15
Puxador frente	duas ou três	12-15
Cama flexora	duas ou três	12-15
Desenvolvimento máquina	duas ou três	12-15
Tríceps polia alta	duas ou três	12-15
Abdominal	duas ou três	12-15
Rosca direta	duas ou três	12-15

A abordagem *time-efficient* pode ser uma ferramenta adequada para aumentar a variabilidade do programa de treinamento iniciante, evitando a monotonia, além de proporcionar bons resultados com economia de tempo, aumentando a adesão ao treinamento. É comum que alunos iniciantes reclamem de fazer o mesmo treino durante os dois ou três dias da semana. Dessa forma, a divisão do treino em A-B-C é uma alternativa para solucionar esse problema.

Quadro 4. Exemplo de programa para mulher iniciante para três vezes na semana

A	Pausa 1'/1'30"	
	Séries	Repetições
Agachamento com peso corporal	duas ou três	12-15
Supino máquina	duas ou três	12-15
<i>Hack squat</i>	duas ou três	12-15
Desenvolvimento frente	duas ou três	12-15
Glúteos máquina	duas ou três	12-15
Tríceps polia alta	duas ou três	12-15
Cadeira abdução	duas ou três	12-15
Abdominal	duas ou três	12-15

B	Pausa 1'/1'30"	
	Séries	Repetições
Cama flexora	duas ou três	12-15
Puxador frente	duas ou três	12-15
Cadeira flexora	duas ou três	12-15
Remada alta	duas ou três	12-15
Cadeira adutora	duas ou três	12-15
Rosca máquina	duas ou três	12-15
Gêmeos na máquina	duas ou três	12-15
Lombar	duas ou três	12-15

C	Pausa 1'	
	Séries	Repetições
Levantamento terra	três	10-12
Abdominal	três	10-12
Supino reto	três	10-12
Remada sentado	três	10-12
Agachamento	três	10-12
<i>Stiff deadlift</i>	três	10-12
Desenvolvimento frente	três	10-12
Puxador frente	três	10-12

*O programa C é realizado em uma abordagem *time-efficient*

Quadro 5. Exemplo de programa para homens para três vezes na semana

A	Pausa 1'/1'30''	
	Séries	Repetições
Supino máquina	duas ou três	12-15
Agachamento com peso corporal	duas ou três	12-15
<i>Peck deck</i>	duas ou três	12-15
Hack squat	duas ou três	12-15
Desenvolvimento frente	duas ou três	12-15
Cadeira abduutora	duas ou três	12-15
Tríceps polia alta	duas ou três	12-15
Abdominal	duas ou três	12-15

B	Pausa 1'/1'30''	
	Séries	Repetições
Puxador frente	duas ou três	12-15
Cama flexora	duas ou três	12-15
Remada máquina	duas ou três	12-15
Cadeira adutora	duas ou três	12-15
Remada alta	duas ou três	12-15
Gêmeos máquina	duas ou três	12-15
Rosca máquina	duas ou três	12-15
Lombar	duas ou três	12-15

C	Pausa 1'	
	Séries	Repetições
Levantamento terra	3	10 a 12
Abdominal		10 a 12
Supino reto		10 a 12
Remada sentado		10 a 12
Agachamento		10 a 12
<i>Stiff deadlift</i>		10 a 12
Desenvolvimento frente		10 a 12
Puxador frente		10 a 12

*O programa C é realizado em uma abordagem *time-efficient*

Treinamento para intermediários

O treinamento regular e contínuo promove ajustes fisiológicos positivos que tornam o modelo de programa de treinamento para iniciantes um estímulo fraco, no qual não acontece a quebra do estado de equilíbrio (homeostase). Portanto, torna-se necessário o aumento da carga de treinamento para que o estímulo volte a ser considerado forte, promovendo novos ajustes fisiológicos e conseqüentemente um aumento da aptidão física (princípio da adaptação). Com o intuito de manter o aluno estimulado e motivado, algumas alterações no programa de treinamento são necessárias nessa fase (GUEDES; SOUZA JUNIOR; ROCHA, 2008; MARCHETTI; LOPES, 2014; PRESTES et al., 2016).

Os exercícios com pesos livres passam a ser mais utilizados nessa fase, proporcionando maior ação dos músculos estabilizadores e sinergistas. Podem ainda ser acrescentadas uma ou duas séries para cada exercício básico, já realizado no programa de iniciantes. Alguns exercícios multiarticulares mais complexos são incluídos, como avanços, variações no agachamento, remadas e outros. Exercícios analíticos também são adicionados, com intuito de trabalhar determinado grupo muscular de forma mais isolada; esses exercícios podem ser praticados tanto em máquinas quanto em pesos livres (GUEDES; SOUZA JUNIOR; ROCHA, 2008; TEIXEIRA; GUEDES JUNIOR, 2017).

No estudo de Radaelli et al. (2015), 48 homens – militares ativos, porém sem experiência prévia em musculação – de idade média de 24,4 anos foram submetidos a um programa de treinamento de seis meses com três sessões semanais separadas por 48-72 horas. Os voluntários foram divididos em três grupos: grupo 1 – uma série; grupo 2 – duas séries; e grupo 3 – cinco séries. Todas de oito a doze repetições até a falha concêntrica, com intervalos de 90-120 segundos e ajustes de 5%-10% na carga sempre que ultrapassavam a janela de doze repetições. As séries múltiplas se mostraram superiores em relação às séries únicas para cada exercício quando o objetivo é hipertrofia muscular. Os resultados demonstraram ainda que cinco séries foram superiores a três séries e três séries foram superiores a uma série. Além desse, vários outros estudos sugerem que múltiplas séries são superiores à série única para hipertrofia muscular, principalmente em indivíduos treinados. França et al. (2015) compararam um programa de TF elaborado apenas com exercícios

multiarticulares com um programa associando exercícios multiarticulares e monoarticulares em homens adultos treinados. O protocolo constou de oito semanas de treinamento com três sessões semanais. A força e a hipertrofia muscular aumentaram significativamente entre antes e depois da intervenção do treinamento, porém não houve diferença significativa entre os grupos. O resultado sugere que a montagem de programas de musculação apenas com exercícios multiarticulares pode ser uma proposta eficiente quando o objetivo é economizar tempo (*time-efficient*). No entanto, existem diferentes níveis de hipertrofia muscular e cabe ao profissional de Educação Física compreender qual é o objetivo do aluno em relação ao nível de hipertrofia muscular. A estratégia de treinamento para se tornar um atleta fisiculturista é diferente da estratégia de treinamento daquele que pretende apenas possuir um corpo definido para passear na praia, por exemplo.

A ordem dos exercícios na composição do programa de treinamento também sofre mudanças significativas. O programa, que para o iniciante era alternado por segmento, geralmente passa a ser localizado por articulação, isto é, são colocados sequencialmente todos os exercícios para o mesmo grupamento muscular (GUEDES; SOUZA JUNIOR; ROCHA, 2008).

O aumento do número de exercícios no programa acarreta o aumento do volume total do treinamento (duração), o que pode comprometer a intensidade. A divisão dos grupos musculares em sessões distintas (parceladas por segmento) se torna uma boa opção para que não ocorra perda da intensidade do treinamento e, conseqüentemente, de sua densidade. A densidade pode ser entendida como treinar com volume e intensidade altas, porém com sessões de treinamento de curta duração.

O volume da carga de treinamento para hipertrofia muscular depende do volume da sessão de treinamento (número de exercícios \times séries \times peso) e do número de sessões semanais. Parece não haver diferença significativa entre três ou mais sessões de treinamento semanais para cada agrupamento muscular quando as demais variáveis de volume são equacionadas (COLQUHOUN et al., 2018; SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2015). Todavia, o objetivo de parcelar o treinamento para indivíduos mais treinados é justamente proporcionar maior volume total de treinamento sem comprometer a duração de cada sessão, proporcionando assim o conceito de “alta densidade de treinamento”. A divisão

mais comum do microciclo semanal de um aluno intermediário é em treino A, B e C ou A e B.

Quadro 6. Microciclo semanal para intermediários

Domingo	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado
Descanso	A	B	C	A	B	C

Domingo	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado
A	B	C	Descanso	A	B	C

Quadro 7. Programa de treinamento para homens intermediários A-B A-B

A	Pausa 1'	
	Séries	Repetições
Supino reto	três ou quatro	oito a dez
Supino inclinado	três ou quatro	oito a dez
<i>Peck deck</i> ou <i>crossover</i>	três ou quatro	doze a quinze
Desenvolvimento	quatro	oito a dez
Tríceps testa	três ou quatro	doze a quinze
Tríceps francês	três ou quatro	doze a quinze
Cama flexora	três ou quatro	doze a quinze
<i>Stiff deadlift</i>	três ou quatro	oito a dez

B	Pausa 1'	
	Séries	Repetições
Puxador	três ou quatro	oito a dez
Remada barra	três ou quatro	oito a dez
<i>Pulldown</i>	três ou quatro	doze a quinze
Encolhimento de ombro	quatro	doze a quinze
Rosca barra W	três ou quatro	doze a quinze
Rosca concentrada	três ou quatro	doze a quinze
Agachamento	três ou quatro	oito a dez
Cadeira extensora	três ou quatro	doze a quinze

Quadro 7. Continuação

C	Pausa 1'	
	Séries	Repetições
Supino reto com halteres	três ou quatro	oito a dez
Supino Inclinado com halteres	três ou quatro	oito a dez
Crucifixo	três ou quatro	doze a quinze
Elevação lateral	quatro	oito a dez
Tríceps Polia alta	três ou quatro	doze a quinze
Tríceps coice	três ou quatro	doze a quinze
Cadeira flexora	três ou quatro	doze a quinze
<i>Stiff deadlift</i>	três ou quatro	doze a quinze

D	Pausa 1'	
	Séries	Repetições
Levantamento terra	três ou quatro	oito a dez
Puxador ou barra fixa	três ou quatro	oito a dez
<i>Pulldown</i>	três ou quatro	doze a quinze
Remada alta	quatro	doze a quinze
Rosca Scott	três ou quatro	doze a quinze
Rosca unilateral	três ou quatro	doze a quinze
Agachamento ou <i>leg press</i>	três ou quatro	oito a dez
Cadeira extensora	três ou quatro	doze a quinze

O programa possui características de cargas ondulatórias em uma mesma sessão. Os exercícios multiarticulares são realizados com cargas maiores e menor número de repetições, enquanto os uniarticulares são realizados com maior número de repetições e carga menor.

Homens e mulheres diferem em vários aspectos que podem influenciar no momento da prescrição de exercícios e controle de cargas na musculação: altura, peso, dimensões ósseas, espessura da pele, circunferências e respostas hormonais (GUEDES, 2005). No ambiente prático das academias, boa parte do público feminino apresenta alguma resistência em relação ao treinamento de membros superiores. Dessa maneira é fundamental que o professor crie diferentes estratégias para que esse

segmento não seja completamente ignorado, gerando desequilíbrio muscular e comprometimento da postura. Uma estratégia interessante é utilizar a abordagem *time-efficient* para membros superiores em um programa dividido em A-B-C – no treino C são realizados apenas exercícios para membros superiores. De acordo com Teixeira e Guedes Junior (2017), a proposta de um treinamento *time-efficient* visa principalmente exercícios multiarticulares de forma equalizada, trabalhando de forma eficaz diversos grupos musculares ao mesmo tempo, promovendo economia de tempo durante a sessão. Essa estratégia torna o treino mais rápido e motivante, aumentando a adesão das mulheres em dias de membros superiores. Vale lembrar que esse problema não ocorre com toda mulher; existem aquelas para quem os treinos são semelhantes à divisão masculina, exigindo diferente estratégia de montagem de programas.

O programa *time-efficient* proposto por Teixeira e Guedes Junior (2017) é realizado por meio de exercícios básicos, existindo forte correlação com os movimentos funcionais do cotidiano, proporcionando alto gasto energético, oferecendo ganhos de força e hipertrofia muscular para aqueles que não possuem tempo para treinar e não almejam um nível extremo de hipertrofia muscular.

Quadro 8. Programa *time-efficient*

A	Pausa 1'	
	Séries	Repetições
Levantamento terra	três	dez a doze
Abdominal	três	dez a doze
Supino reto	três	dez a doze
Remada sentado	três	dez a doze
Agachamento	três	dez a doze
<i>Stiff deadlift</i>	três	dez a doze
Desenvolvimento frente	três	dez a doze
Puxador frente	três	dez a doze

Fonte: Adaptado de Teixeira e Guedes Junior (2017).

- Os exercícios 1 e 2, 3 e 4, 5 e 6, 7 e 8 podem ser feitos em superséries;
- algumas séries podem ser feitas com base instável (*core training*), aumentando dessa forma o gasto energético total da sessão.

Essa proposta torna-se interessante quando o objetivo do programa é o TF no emagrecimento (PANZA et al., 2014).

Quadro 9. Programa de treinamento para mulheres intermediárias

A	Pausa 1'	
	Séries	Repetições
Agachamento livre	três ou quatro	dez a doze
<i>Leg press</i> ou <i>hack squat</i>	três ou quatro	dez a doze
Cadeira extensora	três ou quatro	dez a doze
Cadeira abduutora	três ou quatro	dez a doze
Avanço ou subida no banco	três ou quatro	dez a doze
Glúteos máquina ou quatro apoios	três ou quatro	dez a doze
Abdominal “infra”	três ou quatro	dez a doze
Abdominal “supra”	três ou quatro	dez a doze

B	Pausa 1'	
	Séries	Repetições
Cama flexora	três ou quatro	dez a doze
Cadeira flexora	três ou quatro	dez a doze
<i>Stiff deadlift</i>	três ou quatro	dez a doze
Cadeira adutora	três ou quatro	dez a doze
Gêmeos em pé	três ou quatro	oito a dez
Gêmeos sentado	três ou quatro	doze/vinte/quinze
Bom dia	três ou quatro	dez a doze
Lombar no banco	três ou quatro	dez a doze

C	Pausa 1'	
	Séries	Repetições
Supino Reto	três	dez a doze
Crucifixo ou <i>peck deck</i>	três	dez a doze
Puxador frente	três	dez a doze
<i>Pulldown</i>	três	dez a doze
Desenvolvimento frente	três	dez a doze
Remada alta	três	dez a doze
Tríceps na polia alta	três	dez a doze
Rosca na polia baixa	três	dez a doze

*Treino C de membro superior feito em abordagem *time-efficient*. Uma maneira de aumentar a densidade do treinamento é realizá-lo em forma de supersérie agonista-antagonista

Quadro 10. Programa de treinamento para homens intermediários

A	Pausa 1'	
Peito/ombro/tríceps	Séries	Repetições
Supino reto barra ou halteres	três ou quatro	dez a doze
Supino inclinado barra ou halteres	três ou quatro	dez a doze
Crucifixo reto	três ou quatro	dez a doze
Desenvolvimento frente	três ou quatro	dez a doze
Elevação lateral	três ou quatro	dez a doze
Tríceps testa	três ou quatro	dez a doze
Tríceps francês	três ou quatro	dez a doze
Abdominal	três ou quatro	dez a doze

B	Pausa 1'	
Costas/trapézio/bíceps	Séries	Repetições
Puxador ou barra fixa	três ou quatro	dez a doze
Remada barra ou máquina	três ou quatro	dez a doze
<i>Pulldown</i>	três ou quatro	dez a doze
Remada alta	três ou quatro	dez a doze
Crucifixo inverso	três ou quatro	oito a dez
Rosca barra W	três ou quatro	doze/vinte/ quinze
Rosca concentrada	três ou quatro	dez a doze
Lombar	três ou quatro	dez a doze

C	Pausa 1'	
Perna	Séries	Repetições
Agachamento livre	três ou quatro	dez a doze
<i>Leg press</i>	três ou quatro	dez a doze
Cadeira extensora	três ou quatro	dez a doze
Cama ou cadeira flexora	três ou quatro	dez a doze
<i>Stiff deadlift</i>	três ou quatro	oito a dez
Gêmeos em pé	três ou quatro	doze/quinze
Gêmeos sentado	três ou quatro	dez a doze
Abdominal	três ou quatro	quinze a vinte

Quadro 11. Programa A-B- A-B para mulheres intermediárias

A	Pausa 1'/1'30"	
	Séries	Repetições
Agachamento – pirâmide crescente	quatro	doze/dez/oito/seis
Levantamento terra	quatro	oito
<i>Leg press</i> unilateral	três/quatro	oito
Subida no banco	quatro	oito
Puxador ou barra fixa	quatro	oito
Remada barra	quatro	oito
Rosca barra W	três/quatro	oito
Lombar	quatro	oito/dez

B	Pausa 1'/1'30"	
	Séries	Repetições
Cama flexora – pirâmide crescente	quatro	doze/dez/oito/seis
Cadeira flexora	quatro	oito
Flexão unilateral – máquina ou caneleira	três/quatro	oito
Gêmeos em pé	quatro	oito
Supino reto	quatro	oito
Desenvolvimento frente	quatro	oito
Tríceps testa	quatro	oito
Abdominal	quatro	oito/dez

C	Pausa 30"/1'	
	Séries	Repetições
Agachamento total	quatro	doze
Avanço	quatro	doze
Cadeira extensora – <i>drop set</i>	quatro	–
Extensão do quadril (<i>hip trust</i>)	três/quatro	doze
Glúteos quatro apoios – RRA	duas/três	oito até uma
Crucifixo ou <i>crossover</i>	quatro	doze
Elevação frontal	quatro	doze
Tríceps coice ou francês	três/quatro	doze
Lombar	quatro	doze

Quadro 11. Continuação

D		
	Séries	Repetições
Cadeira flexora	quatro	doze
Cama flexora – <i>drop set</i>	quatro	–
<i>Stiff deadlift</i>	quatro	doze
Cadeira adutora	três/quatro	doze
Gêmeos sentado	quatro	quinze
<i>Pulldown</i>	quatro	doze
Crucifixo inverso	quatro	doze
Rosca concentrada ou unilateral	três/quatro	doze
Abdominal	quatro	doze

As sessões A e B são caracterizadas por um estímulo predominantemente tensional – menor número de repetições realizadas com maior peso. Por outro lado, as sessões C e D possuem característica de predominância metabólica – maior número de repetições realizadas com menor peso. Os intervalos nas sessões A e B são maiores, permitindo recuperação adequada para que a próxima série seja feita sem decréscimo do peso. Os intervalos nas sessões C e D são menores, justamente pela característica predominantemente metabólica, evitando a recuperação completa da via ATP-CP, tornando a via de glicólise anaeróbia como principal fornecedor de energia.

Sistemas avançados de divisão do treinamento

Com objetivo de proporcionar *alta densidade* no treinamento, ou seja, grande volume e intensidade sem alongar demais a duração da sessão, praticantes avançados ou atletas aumentam o número de sessões semanais. Algumas divisões de treinamento adotadas por esses indivíduos podem ser:

- 3 × 1 – na qual o programa é dividido em A, B e C, que são treinados em três dias consecutivos com descanso no quarto dia. Esse modelo não tem dia fixo para repouso e em algumas situações a sessão

de treino ocorre no domingo. Mas vale lembrar que esse inconveniente seria social. É comum para atletas treinar aos domingos ou feriados;

- $3 \times 1 \times 2 \times 1$ – nesse caso, o inconveniente do domingo seria solucionado. O programa continua dividido em A, B e C. Eles são treinados em três dias consecutivos, com o descanso ocorrendo na quinta-feira; treina-se A e B com descanso no domingo. Na semana (microciclo) seguinte, treina-se no modelo $C \times A \times B \times$ descanso $\times C \times A \times$ descanso. Dessa forma, a cada semana um programa é treinado apenas uma vez, prolongando o tempo de recuperação. Nesse caso, a carga de treinamento da sessão pode ser extremamente intensa;
- $1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1$ – esse pode ser considerado um modelo de treino para o microciclo regenerativo. São realizadas três sessões de treinamento em dias alternados no microciclo. As sessões podem ser em $A \times$ descanso $\times B \times$ descanso $\times C \times$ descanso ou é possível diminuir o volume de cada programa e treinar todos os grupos musculares na mesma sessão em três vezes na semana (SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2015);
- 4×1 – esse é um modelo de sistema de *prioridade*. Quando se deseja priorizar determinado grupo muscular, como em caso de assimetria, o músculo alvo é treinado isoladamente na sessão. Nesse caso, a divisão ficaria $A \times B \times C \times D \times$ descanso. Seria interessante colocar o músculo a ser priorizado no programa A ou B, pois o nível total de estresse é menor nas primeiras sessões da sequência;
- 6×1 ou 5×1 – há algum tempo, atletas de hipertrofia muscular, em sua maioria fisiculturistas, têm adotado esse sistema de treinamento. É treinado um único músculo por dia, sendo que cada um é treinado apenas uma vez na semana. Alguns estudos sugerem que o turnover proteico, a expressão de RNAm e a recuperação plena muscular pode precisar de cinco dias ou mais quando o treinamento é executado em alta intensidade (HOUSTON, 1999; LOWE et al., 1995; SELUIANOV; DIAS; ANDRADE, 2009; SMITH; STAUBER, 1998). Para isso, tal sistema parece trazer bons resultados para indivíduos altamente treinados. Uma variação para o sistema 6×1 é treinar A, B e C consecutivamente de segunda-feira a sábado. Isso não costuma acontecer com atletas.

Vários modelos de programas utilizando esses sistemas serão apresentados em planilhas na sequência do texto.

Além desses sistemas de divisão de treinamento, são aplicados alguns métodos que proporcionam treinamento de alta *densidade*. A execução e objetivos desses métodos serão discutidos em capítulo adiante.

Montagem de programas para avançados

O programa no Quadro 11 está dividido da seguinte maneira: A – peito, ombro e tríceps; B – membros inferiores; e C – costas, trapézio e bíceps. Os exercícios abdominais são feitos no programa A, enquanto os exercícios para a musculatura lombar são realizados no B. O treinamento segue o modelo de divisão 3 × 1. Os membros inferiores estão no treino B para que ocorra maior intervalo entre as sessões de membros superiores.

Quadro 12. Programa de treinamento para homens avançados

A	Pausa 30" a 1'	
	Séries	Repetições
Supino reto (pausa descanso)	quatro	–
Supino Inclinado com halteres	quatro	falha concêntrica
Crucifixo ou <i>peck deck (drop set)</i>	três ou quatro	falha concêntrica
Desenvolvimento	quatro	falha concêntrica
Elevação lateral	três ou quatro	falha concêntrica
Tríceps corda (<i>drop set</i>)	quatro	falha concêntrica
Tríceps coice	quatro	falha concêntrica

B	Pausa 30" a 1'	
	Séries	Repetições
Agachamento (pausa descanso)	quatro	–
<i>Leg press (drop set)</i>	quatro	–
Cadeira extensora unilateral	três	falha concêntrica
<i>Stiff deadlift</i> + cama flexora (supersérie)	quatro	dez a doze
Gêmeos em pé	quatro	falha concêntrica
Gêmeos sentado	quatro	falha concêntrica

Quadro 12. Continuação

C	Pausa 30" a 1'	
	Séries	Repetições
Remada máquina (pausa descanso)	quatro	–
Puxador frente (<i>drop set</i>)	quatro	falha concêntrica
<i>Pulldown</i>	três ou quatro	falha concêntrica
Crucifixo inverso + remada alta (supersérie)	quatro	falha concêntrica
	quatro	falha concêntrica
Rosca halteres (RRA)	quatro	falha concêntrica
Rosca unilateral na polia	quatro	falha concêntrica

Quadro 13. Exemplo de programa para mulher avançado

A	Pausa	
	Séries	Repetições
Crucifixo + supino reto (supersérie)	quatro	dez a doze
Flexão de braços	duas	falha concêntrica
Elevação frontal + elevação lateral + crucifixo inverso (série gigante)	–	falha concêntrica
Tríceps testa (<i>drop set</i>)	quatro	falha concêntrica
Tríceps coice (sem pausa)	–	falha concêntrica

B	Pausa	
	Séries	Repetições
<i>Pulldown</i> + puxador frente (supersérie)	quatro	dez a doze
Remada barra livre	três a quatro	falha concêntrica
Rosca barra W	quatro	falha concêntrica
Rosca concentrada unilateral (sem pausa)	três a quatro	falha concêntrica
Levantamento terra + <i>stiff deadlift</i> (supersérie)	quatro	dez a doze
Extensão do quadril (<i>hip trust</i>)	três a quatro	dez a doze

Quadro 13. Continuação

C	Pausa 30" a 1'30"	
	Séries	Repetições
Agachamento (6×20)	–	seis a vinte
Avanço (RRA)	–	oito
Cadeira extensora unilateral	–	falha concêntrica
Cama flexora + <i>stiff deadlift</i> (supersérie)	quatro	dez a doze
Flexão de pernas unilateral	uma a três	falha concêntrica
Gêmeos em pé	quatro	oito
Gêmeos sentado	quatro	falha concêntrica

O programa apresentado segue a divisão semanal 6 × 1. Os grupos musculares estão divididos da seguinte maneira: A – peito, deltoide e tríceps; B – costas, bíceps e glúteos; e C – coxa e gêmeos. Os músculos abdominais podem ser treinados nos dias A ou C, dependendo da preferência individual da mulher. A musculatura abdominal esteticamente “adequada” é um desejo do público nos dias atuais. Adicionar o treinamento abdominal em dias em que os grupos musculares a serem treinados não sejam de sua preferência pode ser uma estratégia para aumentar a motivação na sessão.

Quadro 14. Programa de treinamento 4 × 1 com prioridade para o peitoral

A	Pausa 30" a 60"	
	Séries	Repetições
Supino reto	três	dez/doze
Supino inclinado	três	dez/doze
Supino declinado	três	dez/doze
Crucifixo ou <i>peck deck – drop set</i>	três	–
<i>Crossover</i>	três	dez/doze
Flexão de braço com carga	uma	falha concêntrica

Quadro 14. Continuação

B	Pausa	
	Séries	Repetições
<i>Pulldown</i> – supersérie	quatro	dez/doze
Puxador frente	quatro	falha concêntrica
Remada unilateral – <i>drop set</i>	quatro	–
Rosca barra W – repetições parciais	três	–
Rosca Scott	três	dez/doze
Rosca unilateral na polia	três	falha concêntrica

C	Pausa	
	Séries	Repetições
Desenvolvimento – pirâmide decrescente	quatro	seis/oito/dez/doze
Elevação frontal unilateral polia	três	falha concêntrica
Crucifixo inverso	três	dez/doze
Tríceps testa – repetições parciais	três	–
Tríceps corda	três	dez/doze
Tríceps coice	três	falha concêntrica

D	Pausa	
	Séries	Repetições
Agachamento – Pausa descanso	quatro/cinco	–
Cadeira extensora – <i>drop set</i>	três/quatro	falha concêntrica
Cama flexora – supersérie com	quatro	dez/doze
<i>Stiff deadlift</i>	–	dez/doze
Gêmeos em pé	quatro	falha concêntrica
Gêmeos sentado	quatro	falha concêntrica

Planejamento e periodização do treinamento para hipertrofia muscular

No final da década de 1950, Ozolin demonstrou que para a aptidão física do indivíduo aumentar de forma progressiva e linear ao longo do

tempo, as cargas de treinamento devem seguir um caráter ondulatório, isto é, cargas fortes e cargas fracas devem se alternar no planejamento do treinamento com o objetivo de proporcionar um estímulo forte, capaz de quebrar o estado de equilíbrio e posteriormente proporcionar recuperação adequada para supercompensação e aumento da aptidão física (princípio da adaptação ou ajustamento). O cientista russo Lev Matveev desenvolve, então, o primeiro modelo contemporâneo de periodização do treinamento desportivo (MATVEEV; GOMES, 1997). A partir daí o treinamento desportivo passou a ser planejado e periodizado baseado em fundamentação científica e considerando as características das modalidades esportivas, como aspectos fisiológicos, metodológicos e calendário de competições. A musculação é parte do treinamento desportivo, logo, o planejamento e estruturação das cargas deve respeitar a teoria da periodização do treinamento. Ao longo do tempo, surgiram outros modelos de periodização.

No caso da musculação com objetivo de hipertrofia muscular, a periodização linear invertida e a ondulada ou não linear costumam ser as mais utilizadas. A principal diferença entre os dois modelos é o tempo de aplicação das cargas. Na periodização linear, as cargas são mantidas por períodos mais longos, enquanto no modelo ondulado as cargas variam com maior frequência.

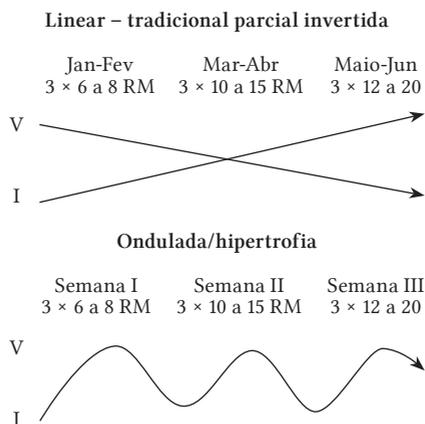


Figura 2. Modelo de periodização linear invertida – comparação entre modelos de periodização

Fonte: Adaptado de Tudor Bompa apud Guedes Junior, Souza Junior e Rocha (2008)

Fase I: adaptação anatômica

- Carga: 12-15 RM;
- pausa: 30-60 segundos;
- séries: duas a três;
- frequência: duas a quatro vezes por semana;
- duração: duas a quatro semanas.

Utilizar a progressão vertical ou horizontal: na primeira, os exercícios são executados em forma de séries e, na segunda, em forma de circuito.

Fase II: hipertrofia muscular

É dividida em duas possibilidades.

Hipertrofia muscular I

- Carga: 6-20 RM;
- pausa: um a três minutos;
- séries: três a cinco;
- frequência: três a cinco vezes por semana – depende da divisão do treinamento (sistemas);
- duração: seis a oito semanas.

Hipertrofia muscular II

Mesmo modelo de carga, acrescentando os métodos avançados.

Fase III: treinamento misto

- Força máxima: duas vezes por semana – exercícios básicos (sobrecarga tensional);
- hipertrofia: programa A e B – exercícios analíticos – uma a duas vezes por semana (sobrecarga metabólica);
- frequência: quatro a seis vezes por semana;
- duração: quatro semanas.

Fase IV: definição muscular

- Carga: 10-20 RM
- pausa: 30-60 segundos;
- séries: três a quatro;
- duração: quatro a seis semanas.

Deve-se:

- usar em algumas sessões a progressão horizontal (em circuito);
- utilizar métodos avançados;
- aumentar o componente aeróbio;
- notar que a dieta é fundamental nessa fase para potencializar a definição muscular.

Devido à dieta restrita, a força tende a diminuir e com isso os pesos diminuem. Para compensar a carga, costuma-se aumentar o volume do treinamento.

Modelos de periodização não linear ou ondulada

Essa periodização pode ser classificado como ondulada semanal ou diária. Na primeira, as cargas variam em volume e intensidade a cada microciclo (semana); na segunda, a variação ocorre a cada sessão de treino (dia). Para a hipertrofia muscular, essa variação de volume e intensidade prioriza em um momento a sobrecarga tensional e em outro a sobrecarga metabólica.

Quadro 15. Exemplos de periodização ondulada semanal

Treino A	
Tensional	Metabólico
Supino reto Supino inclinado Desenvolvimento frente Supino fechado	Crucifixo reto <i>Crossover</i> <i>Pullover</i> Elevação lateral Tríceps na polia Tríceps testa

Quadro 15. Continuação

Treino B	
Tensional	Metabólico
Agachamento <i>Leg press</i> Cama flexora Flexão plantar em pé	Avanço Cadeira extensora Cadeira flexora <i>Stiff deadlift</i> Adução/abdução Flexão plantar sentado

Treino C	
Tensional	Metabólico
Levantamento terra Barra fixa Remada curvada Rosca direta	Puxador frente <i>Pulldown</i> Remada sentado Remada alta Rosca Scott Rosca concentrada

Sendo que:

Quadro 16. Exemplo de periodização ondulada diária

Microciclo						
Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo
A	B	C	descanso	A	B	C
Tensional	Metabólico	Tensional	–	Metabólico	Tensional	Metabólico
6-8 RM	12-15 RM	6-8 RM	–	12-15 RM	6-8 RM	12-15 RM

Alguns atletas ainda dividem as sessões de treinamento em duas ou três ao longo do dia. Um estudo de revisão conduzido por Minozzo et al. (2008) investigou a elaboração de programas de TF utilizando modelos de periodização e não periodização. Os resultados demonstraram que não ocorreram diferenças significativas quando comparados esses modelos para iniciantes. Para praticantes intermediários, a periodização linear foi mais eficiente – e, para os considerados avançados, a sugestão é o modelo de periodização ondulada.

MÉTODOS AVANÇADOS DE TREINO

Introdução

No final da década de 1930, o canadense Joe Weider foi responsável por sistematizar um modelo de treinamento direcionado ao aumento da massa muscular (hipertrofia) e popularizar o que ficou conhecido na época como culturismo. Nesse período, mesmo com carência de evidências científicas, adeptos da musculação já sabiam que os exercícios resistidos proporcionavam as melhores adaptações relacionadas ao aumento da força e da massa muscular. Esses mesmos adeptos percebiam também que, se mantivessem as rotinas de treinamento por longos períodos, sem que houvessem grandes modificações, as respostas orgânicas tendiam a se estabilizar e até mesmo regredir.

Assim, com forte embasamento empírico, tendo em vista que a ciência relacionada ao exercício resistido estava se iniciando, Weider e seus contemporâneos criaram muitos dos métodos que conhecemos e praticamos até hoje na musculação. O objetivo desses métodos era possibilitar variações de estímulos físicos e motivacionais, a fim de evitar/quebrar platôs, tanto no rendimento como na disposição para treinar.

Todavia, a ciência do exercício resistido evoluiu muito nas últimas duas décadas e, apesar de ainda carecer de mais evidências, muitos aspectos relacionados aos métodos de treinamento em musculação foram investigados e elucidados, sobretudo no que se refere aos seus efeitos fisiológicos.

Sendo assim, o objetivo desse capítulo é explorar os métodos avançados de treinamento em musculação com ênfase em detalhes técnicos e científicos, analisando especificamente seus efeitos diretos sobre a hipertrofia muscular e mecanismos fisiológicos associados.

Métodos avançados de treino

Método de treinamento é a maneira pela qual se combinam as variáveis agudas de treinamento (exercícios, ordem de execução, séries, repetições, intervalos entre séries, velocidade de execução, ações musculares), a fim de proporcionar diferentes estímulos fisiológicos e motivacionais. Já um *método avançado de treino* é aquele que utiliza a mesma base conceitual, porém com objetivo primário de intensificar os estímulos em relação aos modelos tradicionais de treino, elevando, sobretudo, volume, intensidade e densidade do treino.

Volume: variável relacionada à quantidade de treino. Seu cálculo costuma levar em consideração o produto entre quantidade de exercícios, quantidade de séries e repetições realizadas por agrupamento muscular (exercícios \times séries \times repetições). Alguns estudos também sugerem a inclusão da carga externa para cálculo do volume total de treino (exercícios \times séries \times repetições \times carga).

Intensidade: variável relacionada à qualidade do treino. A intensidade pode ser classificada como absoluta, relativa ou de esforço. A primeira corresponde à carga externa absoluta utilizada no exercício. Intensidade relativa representa o percentual de carga relativo à carga máxima dinâmica (CMD) ou ao teste de uma repetição máxima (1RM) para determinado exercício. Intensidade de esforço é a percepção subjetiva do sujeito diante do estímulo sofrido.

Densidade: variável que representa a quantidade de estímulos aplicados na unidade de tempo. Para calcular a densidade, deve-se dividir o produto de volume e intensidade pelo tempo de treino ($[\text{volume} \times \text{intensidade}]/\text{tempo}$).

Considerando que nos modelos tradicionais de treino as séries são realizadas até a fadiga voluntária (treino submáximo) ou a falha concêntrica (treino máximo), a ideia de um método avançado é utilizar uma técnica particular que possibilite ao sujeito vivenciar níveis de

estresse/estímulo superiores aos observados nos treinos máximos – treinos supramáximos (Figura 1).

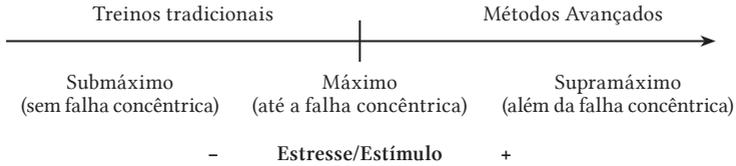


Figura 1. Representação esquemática dos níveis de estresse/estímulo decorrentes de treinos tradicionais (submáximo e máximos) e métodos avançados (supramáximos)

Como o aumento da sobrecarga (princípio da sobrecarga progressiva) e a variação de estímulos (princípio da variabilidade) no treinamento são necessidades reais, os métodos avançados costumam ser muito explorados nas academias de musculação, sobretudo, por praticantes experientes, com objetivo de aumento da massa muscular. Além da intensificação já mencionada, outra forte justificativa para a utilização de métodos avançados é a possibilidade de otimização de tempo de treino. Como uma das características dessas estratégias é o aumento da densidade, o sistema neuromuscular se expõe a elevados níveis de estresse (volume e intensidade) em curtos espaços de tempo. Assim, os treinos passam a ser mais curtos, porém, não menos eficientes (estratégia *time-efficient*).

Adiante, apresentaremos alguns dos principais métodos avançados de treino popularmente utilizados nas academias de musculação por praticantes interessados no aumento da massa muscular. A abordagem é direcionada para os principais detalhes técnicos, além de explorar evidências científicas de cada método, quando existentes.

Métodos clássicos

Repetições forçadas – método de “ajuda”

- Características principais: aumento do volume total de repetições na série, diante da mobilização de cargas elevadas, e ênfase sobre o componente tensional do estresse;

- execução: a série é feita do exercício até a falha concêntrica e, a partir desse momento, realizam-se repetições adicionais com o auxílio de um parceiro de treino na fase concêntrica do movimento, sendo que a fase excêntrica é executada sem auxílio. A quantidade adicional de repetições geralmente fica entre duas ou três, mas, em sujeitos altamente treinados, a execução pode ser conduzida até atingir a falha excêntrica;
- evidências científicas: um recente estudo de revisão da literatura concluiu que o método de repetições forçadas promove maiores níveis de estresse em relação ao modelo tradicional de treino, provocando maiores respostas hormonais agudas, sobretudo de testosterona e hormônio do crescimento (GH), além de maior incidência de microlesões. No entanto, não há evidências suficientes para determinar se o método promove melhores respostas crônicas sobre a hipertrofia muscular (HACKETT; AMIRTHALINGAM, 2015);
- considerações e sugestões: a execução de repetições após a falha concêntrica tende a prejudicar a técnica do movimento. Dessa forma, a aplicação desse método deve ser direcionada a indivíduos que apresentem pleno domínio das técnicas de execução. Considerando o estado atual da arte, sugere-se a aplicação do método em períodos pontuais da periodização, sobretudo em microciclos ou sessões de intensificação (choque).

Repetições negativas – excêntrico

- Características principais: aumento da intensidade absoluta de treino e ênfase sobre o componente tensional do estresse;
- execução: o método é baseado na utilização de cargas maiores que a CMD ou 1RM, no intuito de explorar os maiores níveis de tensão observados nas ações excêntricas. As cargas costumam variar entre 105% e 125% de 1RM. Durante a fase concêntrica do exercício, parceiros de treino devem auxiliar o levantamento da carga externa e o praticante executa a fase excêntrica sozinho, controlando o movimento – a execução pode ser conduzida até falha excêntrica (incapacidade de controlar a velocidade na fase excêntrica);
- evidências científicas: uma recente revisão sistemática da literatura concluiu que o método de repetições negativas proporciona altos

níveis de tensão mecânica por unidade motora (UM), tensão em condição de alongamento muscular e microlesões, o que potencializa a sinalização anabólica em relação ao modelo tradicional de treino. Quanto às adaptações crônicas, o método promove maiores aumentos na massa muscular, sobretudo nas porções distais dos músculos (DOUGLAS et al., 2017);

- considerações e sugestões: pela mobilização de cargas elevadas, sugere-se sua aplicação exclusiva em indivíduos avançados, pois o estresse articular é extremamente alto. A ênfase na fase excêntrica provoca alta sensação de dor muscular tardia, sugerindo sua aplicação somente em indivíduos que tolerem essa condição.

Pausa-descanso (*rest-pause*)

- Características principais: aumento do volume total de repetições na série diante da mobilização de cargas elevadas e ênfase sobre o componente tensional do estresse;
- execução: utilizando cargas elevadas (por exemplo, ≥ 8 RM), realiza-se repetições até a falha concêntrica. Após atingi-la, aplica-se uma micropausa de dez a vinte segundos e retoma-se a execução, realizando repetições até nova falha concêntrica. O procedimento de pausa-descanso pode ser repetido por duas ou três vezes ou até a impossibilidade de execução de repetições (< 1 RM). Segue exemplo com dois procedimentos de *rest-pause*:
 1. executar oito repetições máximas;
 2. descansar por 20";
 3. executar repetições até nova falha concêntrica, mantendo a carga da etapa 1;
 4. descansar por 20";
 5. executar repetições até nova falha concêntrica, mantendo a carga da etapa 1.
- Evidências científicas: um estudo mostrou que o método de pausa-descanso proporciona aumento do sinal eletromiográfico dos músculos envolvidos no agachamento quando comparado ao modelo tradicional de treino usando a mesma sobrecarga externa (séries múltiplas com intervalos) (MARSHALL et al., 2012). Em âmbito crônico, outro estudo recente comparou as respostas hipertróficas de

braço, peitoral e coxa de homens treinados submetidos ao método pausa-descanso e ao modelo tradicional de séries múltiplas, ambos com volume total equalizado. Ao final de seis semanas, o método proporcionou maior tamanho do efeito para a espessura muscular em todos os segmentos analisados, sendo observada diferença estatística somente na coxa (PRESTES et al., 2017);

- considerações e sugestões: a execução de repetições após a falha concêntrica tende a prejudicar a técnica do movimento – dessa forma, a aplicação desse método deve ser direcionada a indivíduos que apresentem pleno domínio das técnicas de execução. Considerando os achados científicos, o método parece interessante para maximizar as respostas hipertróficas, principalmente, nos membros inferiores.

Pico de contração (isometria funcional)

- Características principais: elevar o nível de estresse metabólico em treinamentos com baixas cargas pela associação de contrações isométricas e dinâmicas e ênfase sobre o componente metabólico do estresse;
- execução: utilizando cargas leves a moderadas, executa-se a série do exercício, realizando ações isométricas com duração de dois a cinco segundos ao final da fase concêntrica de cada repetição, levando a execução até a falha concêntrica. Deve-se evitar a utilização do método em exercícios que apresentam baixo nível de tensão ao final da fase concêntrica (supinos e agachamentos, entre outros);
- evidências científicas: um recente estudo comparou as respostas sobre a hipertrofia muscular do quadríceps entre os métodos de pico de contração e oclusão vascular parcial. Homens jovens foram submetidos a doze semanas de intervenção, sendo que cada coxa dos sujeitos foi submetida a um dos métodos investigados. Ao final do período, a análise de ultrassonografia revelou aumento significativo na hipertrofia muscular em ambos os métodos, sem diferença entre eles (MEISTER et al., 2016);
- considerações e sugestões: considerando o estado atual da arte, o método pode ser uma alternativa de baixo custo para o treinamento com oclusão vascular parcial. Para o caso de sua utilização em exercícios que apresentem baixo nível de tensão ao final da fase

concêntrica, a opção é fazer a isometria no ponto de maior braço de resistência da alavanca (ponto de maior tensão), método denominado na literatura de “isometria funcional”.

Superséries (supersets)

- Objetivos: aumentar a densidade do treino pela execução sequencial de exercícios para o mesmo grupo muscular, sem intervalos entre eles, com ênfase sobre o componente metabólico do estresse;
- execução: realizar dois ou mais exercícios para o mesmo grupo muscular, de forma sequencial e sem intervalo entre eles. As superséries são classificadas de acordo com a quantidade de exercícios: bi-set (dois), tri-set (três) e série-gigante (quatro ou mais). Segue exemplo de tri-set:
 1. executar uma série de agachamento até a falha concêntrica;
 2. sem intervalo, executar uma série de *leg press* até a falha concêntrica;
 3. sem intervalo, executar uma série de levantamento terra sumô até a falha concêntrica.
- Evidências científicas: um estudo investigou os efeitos da série-gigante sobre hipertrofia muscular aferida por perimetria, após quatro e oito semanas de treinamento, comparando os resultados com o método tradicional. Os métodos foram equiparados quanto a volume e intensidade absoluta, alterando-se somente a densidade dos treinos. Os resultados revelaram que os aumentos nos perímetros foram mais evidenciados nas primeiras quatro semanas de treinamento no método de série-gigante, porém, após oito semanas, o método tradicional obteve resultado superior (CEOLA; TUMELERO, 2008). Provavelmente, os elevados níveis de estresse proporcionados pela série-gigante fizeram com os sujeitos “antecipassem” o platô de adaptação;
- considerações e sugestões: pela execução sequencial de exercícios, sem intervalos, o nível de esforço parece aumentar do bi-set para a série-gigante, sendo interessante adotar um esquema de progressão nessa ordem, no caso da introdução do método de superséries em praticantes de musculação. Considerando o estado atual da arte, sugere-se sua aplicação em períodos curtos da periodização (≤ 4 microciclos).

Séries descendentes (*drop set*)

- Características principais: aumentar o volume de repetições em uma série às custas da diminuição da sobrecarga externa após falha concêntrica. A ênfase está sobre os componentes tensional (início do treino) e metabólico (final do treino) do estresse;
- execução: inicia-se com cargas elevadas (por exemplo, ≤ 8 RM), executando repetições até a falha concêntrica. Após atingi-la, diminuir a carga (cerca de 10% a 20%) e, sem intervalo, retomar a execução novamente até a falha concêntrica. O procedimento de diminuição da carga externa pode ser repetido por duas ou três vezes ou até atingir carga mínima (variação *strip-set*). Segue exemplo com dois procedimentos de *drop*:
 1. executar oito repetições máximas em um exercício;
 2. reduzir a carga externa em 20%;
 3. sem intervalo, executar repetições até a falha concêntrica;
 4. reduzir a carga externa em 20%;
 5. sem intervalo, executar repetições até a falha concêntrica.
- Evidências científicas: um estudo revelou que as séries descendentes proporcionam maior tempo sob tensão e carga total mobilizada em relação a vários outros métodos, o que pode elevar o nível de estresse do treino (GENTIL et al., 2006). Outro recente estudo comparou as respostas hipertróficas entre o método de séries descendentes (uma série de 12 RM + três *drops* com redução de 20% da carga) e o modelo tradicional de múltiplas séries (três séries de 12 RM). Após seis semanas de intervenção, o aumento da área de secção transversa e a espessura muscular do tríceps braquial foram mais expressivos no grupo submetido às séries descendentes (FINK et al., 2018). Outro trabalho comparou os efeitos de três modelos de treino com o volume total equalizado (séries descendentes, múltiplas séries e pirâmide crescente) na área de secção transversa do vasto lateral de homens treinados. Após doze semanas de intervenção, os resultados revelaram aumento significativo nas três intervenções, sem diferenças entre elas. Cabe ressaltar que o método de séries descendentes atingiu o mesmo volume total de treino em menos tempo (estratégia *time-efficient*), elevando a densidade de treino (ANGLERI; UGRINOWITSCH; LIBARDI, 2017);

- considerações e sugestões: no intuito de viabilizar o reajuste das sobrecargas externas sem perda de tempo, é aconselhável a execução em aparelhos com sistemas de carga por blocos ou tijolos. Considerando a características de carga e as possíveis elevações nos níveis de estresse, sugere-se sua aplicação para sujeitos experientes e em momentos pontuais da periodização (por exemplo, no microciclo de choque) ou por períodos curtos (≤ 6 semanas), desde que seja reduzido o volume de séries.

Pirâmide crescente (leve-pesado)

- Características principais: aumentar a intensidade do treino no decorrer das séries do mesmo exercício, com ênfase sobre os componentes metabólico (início do treino) e tensional (final do treino) do estresse;
- execução: em esquema de múltiplas séries com intervalos tradicionais entre as séries, adota-se um esquema de progressão gradual de sobrecarga externa no decorrer das séries do mesmo exercício. Não existe regra para o aumento de carga, mas geralmente aumenta-se a carga entre 10% e 20% por série. Segue um exemplo para a execução de três séries do mesmo exercício:
 - 1ª série – executar repetições até a falha concêntrica com 80 kg de sobrecarga externa;
 - 2ª série – após intervalo (1' a 2'), executar repetições até a falha concêntrica com 90 kg de sobrecarga externa;
 - 3ª série – após intervalo (1' a 2'), executar repetições até a falha concêntrica com 100 kg de sobrecarga externa.
- Evidências científicas: uma pesquisa comparou as respostas metabólicas, hormonais e perceptuais agudas entre o método de pirâmide crescente e o modelo tradicional de múltiplas séries em sujeitos recreacionalmente treinados. Os métodos foram comparados quanto ao volume total de carga mobilizada e os resultados não mostraram diferenças significativas entre os métodos (CHARRO et al., 2012). Outro estudo semelhante do mesmo grupo de autores comparou os efeitos sobre marcadores agudos de dano muscular. Da mesma forma, os resultados não revelaram diferença entre os métodos (CHARRO et al., 2010). Mais recentemente, um trabalho comparou

os efeitos de três modelos de treino com volume total equalizado (séries descendentes, múltiplas séries e pirâmide crescente) na área de secção transversa do vasto lateral de homens treinados e observou aumentos semelhantes nos três grupos, após doze semanas de intervenção. Cabe ressaltar que, para atingir o mesmo volume total, os métodos de pirâmide crescente e múltiplas séries necessitaram de um volume maior de séries em relação às séries descendentes;

- considerações e sugestões: o método de pirâmide crescente, embora preconize o aumento gradual da sobrecarga externa, não apresenta características que elevam o nível de estresse em relação aos treinos tradicionais realizados até a falha concêntrica – portanto, parece simples variação dos modelos tradicionais de séries múltiplas. Sob condição de fadiga prévia, o aumento das cargas pode prejudicar a técnica de execução. Por isso, a aplicação do método deve ser direcionada para indivíduos que apresentem amplo domínio das técnicas – sugere-se sua aplicação para praticantes que estão há muito tempo explorando séries com muitas repetições e desejam, de forma gradativa, aumentar a sobrecarga externa.

Pirâmide decrescente (leve-pesado)

- Características principais: aumentar a nível de estresse metabólico do treino no decorrer das séries do mesmo exercício. Há ênfase sobre os componentes tensional (início do treino) e metabólico (final do treino) do estresse;
- execução: em esquema de múltiplas séries com intervalos tradicionais entre as séries, adota-se um esquema de redução gradual de sobrecarga externa no decorrer das séries do mesmo exercício. Não existe regra para a diminuição de carga, mas geralmente se reduz a carga entre 10% e 20% por série. Segue um exemplo para a execução de três séries do mesmo exercício:
 - 1ª série – executar repetições até a falha concêntrica com 100 kg de sobrecarga externa;
 - 2ª série – após intervalo (1' a 2'), executar repetições até a falha concêntrica com 90 kg de sobrecarga externa;
 - 3ª série – após intervalo (1' a 2'), executar repetições até a falha concêntrica com 80 kg de sobrecarga externa.

- Evidências científicas: um trabalho comparou as respostas de marcadores agudos de lesão muscular (creatina quinase) entre os métodos de pirâmide crescente e decrescente. As respostas foram semelhantes entre os métodos, sugerindo que ambos sejam igualmente eficazes em promover microlesões e processo inflamatório subsequente, importantes indutores de síntese proteica miofibrilar (SILVA et al., 2010). É necessária a realização de investigações longitudinais envolvendo a pirâmide decrescente para verificar as respostas crônicas sobre a hipertrofia muscular, sobretudo comparando-a com modelos tradicionais de treino;
- considerações e sugestões: o método de pirâmide decrescente, embora preconize o aumento gradual do número de repetições por série, não apresenta características que elevam o nível de estresse em relação aos treinos tradicionais realizados até a falha concêntrica – então, parece simples variação dos modelos tradicionais de séries múltiplas. O método possibilita a mobilização de cargas elevadas em situação de descanso, o que facilita a técnica de execução, sendo, portanto, interessante para indivíduos que estão iniciando a vivência com os métodos avançados de treino. Sugere-se sua aplicação em sujeitos que estão há muito tempo explorando séries pesadas e desejam, de forma gradativa, modificar o treinamento para enfatizar o volume de repetições.

Pré-exaustão

- Características principais: promover fadiga em determinado grupo muscular (alvo) pela realização de exercício isolado (uniarticular) antes de sua participação em exercício multiarticular. A ênfase está sobre os componentes metabólico (exercício uniarticular) e tensional (exercício multiarticular) do estresse;
- execução: executar um exercício uniarticular previamente à prática de um exercício multiarticular envolvendo o mesmo grupo muscular. A execução pode ser em formato tradicional (múltiplas séries do exercício uniarticular e, em seguida, múltiplas séries do exercício multiarticular) ou em bi-set (uma série do exercício uniarticular e, na sequência, uma série do exercício multiarticular). Segue um exemplo de pré-exaustão para o quadríceps:

1. executar extensão de joelhos em cadeira extensora;
 2. executar agachamento.
- Evidências científicas: uma pesquisa que analisou o nível de ativação dos músculos reto femoral, vasto lateral e glúteo máximo durante o exercício de agachamento no *hack* sem e com a realização de pré-exaustão (extensão de joelhos em cadeira extensora) observou menores níveis de ativação nos músculos do quadríceps na condição de pré-exaustão, sem diferença significativa para o glúteo máximo (AUGUSTSSON et al., 2003). Outro estudo verificou os efeitos da pré-exaustão sobre o padrão de ativação dos músculos peitoral, deltoide anterior e tríceps braquial no supino sem e com pré-exaustão (*peck deck*). Os resultados revelaram diminuição não significativa da ativação do peitoral (-5,44%) e aumento significativo da ativação do tríceps braquial (33,67%) na condição de pré-exaustão (GENTIL; OLIVEIRA; BOTTARO, 2006). Carece-se de estudos longitudinais avaliando os efeitos da pré-exaustão sobre a hipertrofia muscular;
 - considerações e sugestões: apesar de não apresentar eficácia em relação à ativação dos músculos pré-exaustos (“principais”), o método parece eficaz em aumentar o recrutamento de músculos descansados (pelo menos, no supino), sendo uma estratégia interessante quando se deseja enfatizar o trabalho de tais músculos nos exercícios básicos (multiarticulares), servindo como estratégia *time-efficient* de treinamento.

Agonista-antagonista (*paired-set*)

- Características principais: direcionar o estímulo para um segmento corporal, incitando o redirecionamento do fluxo sanguíneo para tal região, no intuito de facilitar o aporte de oxigênio e nutrientes para potencializar o desempenho e os resultados. Não apresenta característica definida sobre o componente do estresse a ser enfatizado, permitindo manipulação livre;
- execução: realiza-se uma série de um exercício para determinado grupo muscular e, na sequência, sem intervalo (bi-set), executa-se uma série de outro exercício para grupo muscular antagonista. Preferencialmente, as séries devem ser conduzidas à falha

concêntrica. Segue um exemplo do método para treinamento de bíceps e tríceps braquial:

1. executar uma série de rosca direta;
 2. sem intervalo, praticar uma série de extensão de cotovelo na polia alta (tríceps no *pulley*);
 3. aplicar intervalo entre séries e repetir o procedimento.
- Evidências científicas: um estudo que comparou volume total de repetições e ativação neuromuscular entre diferentes métodos (tradicional com múltiplas séries e agonista-antagonista) observou aumento no volume total de repetições e aumento na ativação neuromuscular na condição agonista-antagonista. Nesse estudo, os exercícios aplicados foram supino reto e remada com pegada aberta, nessa ordem. Os aumentos foram observados no último exercício da sequência (remada) (PAZ et al., 2014). Outro estudo corroborou esse achado, concluindo que o método agonista-antagonista aumenta a densidade do treino, permitindo a execução de um volume maior de repetições em menos tempo, sem alterar a intensidade (ROBBINS et al., 2010). Estudos longitudinais são necessários para confirmar se os efeitos imediatos resultam em maiores respostas hipertróficas;
 - comentários e sugestões: o aumento da densidade torna o método uma excelente estratégia *time-efficient*, sendo interessante para sujeitos que não possuem muito tempo disponível para treinar. A fadiga prévia de um músculo parece não dificultar o desempenho dos músculos antagonistas, portanto o método pode ser uma opção para sujeitos não tão experientes.

Circuito

- Características principais: aumentar o gasto calórico e a participação do componente cardiorrespiratório por meio da execução sequencial de diferentes exercícios envolvendo grandes grupos musculares, de forma alternada por segmento. Não apresenta característica definida sobre o componente do estresse a ser enfatizado, permitindo manipulação livre;
- execução: seleciona-se entre seis e dez exercícios (estações), prioritariamente multiarticulares, que são ordenados, preferencialmente, de forma alternada por segmento. Realiza-se, em sequência, uma

série de cada exercício, sem intervalo ou com pequenos intervalos (quinze a 30 segundos) entre eles (uma passagem). Repete-se a passagem por duas ou três vezes, com ou sem intervalos entre as passagens – a execução de cada exercício pode ser baseada em um número predeterminado de repetições (por exemplo, vinte) ou por tempo (por exemplo, 30 segundos);

- evidências científicas: uma pesquisa verificou que o treinamento em circuito com cargas compatíveis com a execução de 6 RMs promoveu resultados semelhantes sobre o aumento de massa muscular de homens treinados em relação ao treinamento convencional (múltiplas séries), porém otimizando o tempo da sessão (ALCARAZ et al., 2011). Um recente trabalho de revisão da literatura confirmou esses achados, afirmando que o método é interessante para promover hipertrofia muscular em magnitude semelhante ao tradicional, maximizar a redução do percentual de gordura e otimizar o tempo de treino (SALLES; SIMÃO, 2014);
- considerações e sugestões: pela característica de otimização do tempo, o método se apresenta como uma estratégia interessante para pessoas que possuem pouco tempo para treinar. A ordem alternada por segmento minimiza a fadiga local, tornando o método uma boa opção para sujeitos não tão experientes.

6/20

- Características principais: promover estímulos a todas as fibras musculares pela alternância de momentos de execução com alta intensidade com momentos de execução com alto volume – com ênfase sobre os componentes tensional e metabólico do estresse;
- execução: com carga para 6 RM (ou próximo disso), executa-se uma série até a falha concêntrica e, na sequência, sem intervalo, deve-se reduzir a carga para 20 RM (ou próximo disso) e executar nova série até a falha concêntrica;
- evidências científicas: embora o método apresente boa justificativa fisiológica para sua aplicação com foco sobre o aumento da massa muscular, não foram encontrados estudos envolvendo isso. O modelo de treino é semelhante ao *drop set*, permitindo limitadas inferências nesse âmbito;

- considerações e sugestões: no intuito de viabilizar o reajuste das sobrecargas externas sem perda de tempo, é aconselhável a execução em aparelhos com sistemas de carga por blocos ou tijolos ou, ainda, contar com o auxílio de parceiros de treino. Considerando a semelhança com o *drop set* e o alto nível de estresse proporcionado por este último, sugere-se sua aplicação para sujeitos experientes e em momentos pontuais da periodização (como microciclo de choque).

Métodos contemporâneos

Oclusão vascular parcial (Kaatsu training)

- Características principais: elevar o nível de estresse em treinamentos com baixas sobrecargas externas por meio da realização de exercícios sob condição de restrição do fluxo sanguíneo. A ênfase está sobre o componente metabólico do estresse;
- execução: sob condições de restrição do fluxo sanguíneo para determinado segmento corporal (membros superiores ou inferiores), realiza-se de três a quatro séries sequenciais de um exercício que mobilize os mesmos segmentos corporais (sob oclusão), realizando repetições não necessariamente até a falha concêntrica e utilizando baixas sobrecargas externas.
- Evidências científicas: Uma recente revisão sistemática com meta-análise concluir que o método de treinamento com baixa sobrecarga externa associado à oclusão vascular apresenta potencial semelhante para promover hipertrofia quando comparado ao treinamento tradicional com sobrecargas elevadas. As respostas parecem independem da largura do manguito, da pressão de oclusão e da metodologia de treino utilizada;
- considerações e sugestões: o método pode aumentar a sensação aguda de desconforto no segmento sob oclusão vascular – portanto, sugere-se aplicar somente em pessoas que tolerem essa condição. O uso de baixas sobrecargas externas e volume reduzido em comparação à situação sem oclusão vascular reduz o estresse sobre estruturas passivas do sistema locomotor, por isso, seu uso é interessante em pessoas com restrições ortopédicas. Antes da aplicação do método, sugere-se a leitura de publicações mais específicas sobre o tema.

Quadro 1. Recomendações detalhadas

Variável	Recomendação
Equipamento	Manguito inflável acoplado a manômetro (membros superiores: 3 a 6 cm de largura; membros inferiores: 6 a 13,5 cm de largura)
Local de aplicação	Parte proximal dos membros (superiores: próximo à axila; inferiores: abaixo da prega glútea)
Pressão para treinamento	50% a 80% da pressão de oclusão total de repouso, previamente identificada (doppler vascular, método auscultatório, método palpatório)
Tipo de exercício	Uniaxial e multiaxial, desde que mobilize os grupos musculares distais ao ponto de oclusão
Sobrecarga externa	20% a 50% de 1RM
Intervalos entre séries	30 a 60 segundos
Intervalos entre exercícios	5 minutos
Tempo máximo de utilização na sessão	15 minutos para membros superiores e 20 minutos para membros inferiores
Frequência semanal de utilização	2 a 4 vezes
Protocolos populares	1 × 30 + 3 × 15; (2 a 4 × falha concêntrica)

Fonte: Teixeira (2018).

Isodinâmico (oclusão vascular adaptada)

- Características principais: elevar o nível estresse metabólico em treinamentos com baixas cargas por meio da associação de contrações isométricas e dinâmicas, com ênfase sobre o componente metabólico do estresse;
- Execução: sustenta-se uma contração isométrica máxima por quinze a vinte segundos – de preferência, no ponto de maior encurtamento do músculo a ser treinado. Imediatamente após a isometria, inicia-se a execução dinâmica de um exercício para o mesmo grupo muscular, conduzindo a série até a falha concêntrica. As cargas externas podem ser leves a moderadas. Por exemplo:
 1. realizar vinte segundos de contração isométrica máxima do quadríceps em seu ponto de maior encurtamento (sentado com o joelho estendido);

2. executar uma série dinâmica de extensão de joelhos na cadeira extensora.

- Evidências científicas: um estudo comparou os efeitos de diferentes métodos de treinamento sobre as características de carga. O isodinâmico apresentou maior tempo sob tensão quando comparado aos métodos tradicionais (10 RMs e 6 RMs) e repetições forçadas, além de maior carga total mobilizada do que os tradicionais (GENTIL et al., 2007a). Em outro trabalho, os autores compararam as respostas agudas do lactato entre diferentes métodos. O isodinâmico promoveu maiores respostas em relação aos métodos de 10 RMs e superlento (GENTIL; OLIVEIRA; BOTTARO, 2006). Não foram encontrados estudos longitudinais envolvendo o método, o que inviabiliza conclusões acerca do seu potencial efeito sobre o aumento da massa muscular;
- considerações e sugestões: a isometria prévia gera um estado de fadiga, o que pode gerar prejuízos à técnica de execução no exercício dinâmico subsequente – portanto, sua utilização deve ser restrita a indivíduos que apresentem pleno domínio das técnicas de execução. Considerando o estado atual da arte, sugere-se a aplicação do método em períodos pontuais da periodização, sobretudo, em microciclos ou sessões de intensificação (choque).

Treinamento de volume alemão – German volume training (GVT)

- Características principais: aumentar o nível de estresse metabólico pela realização de elevado número de séries em um mesmo exercício, aplicando intervalos curtos entre as séries, com ênfase sobre o componente metabólico do estresse;
- execução: utilizando carga compatível com 20 RM, dez séries de dez repetições são desempenhadas no mesmo exercício (geralmente, multiarticular), aplicando intervalos curtos entre as séries (vinte a 90 segundos);
- evidências científicas: dois estudos analisaram os efeitos do *German volume training* (GVT) sobre a massa muscular de homens saudáveis após seis (AMIRTHALINGAM et al., 2017) e doze semanas (HACKETT et al., 2018). Em ambos, o GVT foi inserido em meio

a uma sessão de treino que continha outros exercícios para os mesmos grupamentos musculares, sendo também comparado com protocolo que incluiu apenas metade do volume de séries (cinco séries – 1/2 GVT). Os resultados não revelaram efeito adicional do GVT em relação ao 1/2 GVT no que se refere à massa muscular. Cabe ressaltar que, nos dois estudos, o GVT não foi aplicado de forma isolada, mas em conjunto com outros exercícios (sob protocolo tradicional) para os mesmos grupamentos musculares;

- considerações e sugestões: considerando o progressivo aumento do estresse metabólico no decorrer das séries, a técnica de execução das últimas delas pode ser prejudicada, sugerindo sua aplicação em sujeitos experientes. Embora haja carência de estudos, o método parece ser uma interessante opção *time-efficient* de elevado volume (alta densidade), apresentando-se como alternativa para sujeitos que dispõem de pouco tempo para treinar ou ainda viabilizar treinos em horários de pico nas academias.

Treinamento para alongamento da fáscia – *fascia stretch training 7 (FST-7)*

- Características principais: elevar o nível de estresse metabólico pela realização de elevado número de séries em um mesmo exercício, aplicando intervalos curtos entre as séries, e elevar o nível de estresse tensional por meio da realização de alongamentos passivos entre as séries. A ênfase recai sobre os componentes metabólico e tensional do estresse;
- execução: realizam-se sete séries de oito a doze repetições em um mesmo exercício, aplicando de 30 a 45 segundos de intervalo entre as séries. As cargas não devem possibilitar falha concêntrica nas primeiras séries e, durante os intervalos entre as séries, executa-se alongamento passivo para os grupos musculares envolvidos no exercício. Segue exemplo para o peitoral:
 1. executar uma série de oito a doze repetições de crucifixo no crossover;
 2. aplicar intervalo de 30 a 45 segundos e, nesse tempo, fazer alongamento passivo para os peitorais;
 3. repetir o procedimento por mais seis vezes.

- Evidências científicas: não foram encontrados estudos envolvendo o método FST-7. Embora as séries consecutivas do mesmo exercício contribuam para o aumento do estresse metabólico e os alongamentos entre séries aumentem a tensão mecânica sobre as fibras, características que podem maximizar as respostas hipertróficas, estudos são necessários para confirmar essa hipótese;
- considerações e sugestões: alongamentos passivos realizados em situação de fadiga podem aumentar potencialmente o risco de lesão muscular. Portanto, o método deve ser aplicado com cautela, sobretudo, em sujeitos experientes.

Treinamento de estímulo ao sarcoplasma – *sarcoplasma stimulate training (SST)*

- Características principais: aumentar a densidade de treino e, conseqüentemente, o nível de estresse muscular por intermédio da execução sequencial de múltiplas séries intercaladas por micropausas;
- execução: preferencialmente em um exercício multiarticular, realizam-se oito repetições máximas. Aplica-se intervalo de dez segundos e executa-se nova série até a falha concêntrica, repetindo o procedimento (micropausa/execução) até que só se consiga realizar uma repetição. Deve-se reduzir 20% da carga externa e repetir todo o procedimento. Segue um exemplo:
 1. executar oito repetições máximas em um exercício multiarticular;
 2. aplicar dez segundos de intervalo (micropausa);
 3. realizar nova série até a falha concêntrica;
 4. aplicar dez segundos de intervalo;
 5. repetir o procedimento (série até a falha concêntrica → micropausa) até que só seja possível executar uma única repetição;
 6. reduzir 10% da carga externa;
 7. executar nova série até a falha concêntrica;
 8. aplicar dez segundos de intervalo;
 9. repetir o procedimento (série até a falha concêntrica → micropausa) até que só seja possível executar uma única repetição.
- Evidências científicas: não foram encontrados estudos envolvendo o método SST. Embora este seja uma combinação adaptada de dois

métodos clássicos (*rest-pause* e *drop set*) que apresentaram bons resultados em pesquisas prévias, novos estudos são necessários para confirmar se essa mistura proporciona resultados adicionais sobre a massa muscular;

- considerações e sugestões: devido ao grande potencial de aumentar a densidade de treino, o método pode ser uma interessante estratégia *time-efficient* para sujeitos interessados em promover alto nível de estresse muscular em curto espaço de tempo. Considerando o elevado nível de estresse previamente observado no *rest-pause* e no *drop set*, o SST pode ser ainda mais estressante para nos âmbitos local e sistêmico – portanto, sugere-se sua aplicação exclusiva em sujeitos experientes.

Considerações finais

Grande parte das pesquisas que envolveram métodos avançados de treino compararam seus resultados com os obtidos em modelos tradicionais de múltiplas séries. Embora muitos estudos tenham mostrado que vários métodos podem ser ligeiramente superiores aos modelos tradicionais de treino no que se refere às adaptações musculares, a literatura carece de estudos que comparem diferentes métodos avançados. Portanto, considerando o estado atual da arte, não existe superioridade de um método avançado sobre outro, cabendo ao treinador escolher aquele que melhor se adapta ao praticante, bem como ao seu momento da periodização.

Cabe ainda ressaltar que alguns métodos não foram investigados até o momento, sugerindo sua aplicação com cautela – sobretudo com base em dados empíricos e experiência prática de praticantes, atletas e treinadores – até que sejam explorados em pesquisas científicas.

REFERÊNCIAS

AAGAARD, P. Training-induced changes in neural function. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, Hagerstown, v. 31, n. 2, p. 61-67, 2003.

AAGAARD, P. et al. Neural inhibition during maximal eccentric and concentric quadriceps contraction: effects of resistance training. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 89, n. 6, p. 2249-2257, 2000.

_____. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 93, n. 4, p. 1318-1326, 2002.

ABOODARDA, S. J. et al. Enhanced performance with elastic resistance during the eccentric phase of a countermovement jump. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, Champaign, v. 8, n. 2, p. 181-187, 2013.

ACHOUR JUNIOR, A. **Exercícios de alongamento**: anatomia e fisiologia. São Paulo: Manole, 2002.

ACSM – AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. American College of Sports Medicine position stand: progression models in

resistance training for healthy adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 41, n. 3, p. 687-708, 2009.

_____. **ACSM's guidelines for exercise testing and prescription**. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2013.

AHTIAINEN, J. P.; HÄKKINEN, K. Strength athletes are capable to produce greater muscle activation and neural fatigue during high-intensity resistance exercise than nonathletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 23, n. 4, p. 1129-1134, 2009.

ALCARAZ, P. E. et al. Similarity in adaptations to high-resistance circuit vs. traditional strength training in resistance-trained men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 25, n. 9, p. 2519-2527, 2011.

ALWAY, S. et al. Functional and structural adaptations in skeletal muscle of trained athletes. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 64, n. 3, p. 1114-1120, 1988.

AMARAL, G. M. et al. Muscular performance characterization in athletes: a new perspective on isokinetic variables. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, São Carlos, v. 18, n. 6, p. 521-529, 2014.

AMIRTHALINGAM, T. et al. Effects of a modified German volume training program on muscular hypertrophy and strength. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 31, n. 11, p. 3109-3119, 2017.

ANGLERI, V.; UGRINOWITSCH, C.; LIBARDI, C. A. Crescent pyramid and drop-set systems do not promote greater strength gains, muscle hypertrophy, and changes on muscle architecture compared with traditional resistance training in well-trained men. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 117, n. 2, p. 359-369, 2017.

ARETA, J. L. et al. Timing and distribution of protein ingestion during prolonged recovery from resistance exercise alters myofibrillar protein

synthesis. **The Journal of Physiology**, Oxford, v. 591, n. 9, p. 2319-2331, 2013.

ATHERTON, P. J. et al. Selective activation of AMPK-PGC-1 α or PKB-TSC2-mTOR signaling can explain specific adaptive responses to endurance or resistance training-like electrical muscle stimulation. **FASEB Journal**, Bethesda, v. 19, n. 7, p. 786-788, 2005.

AUGUSTSSON, J. et al. Effect of pre-exhaustion exercise on lower-extremity muscle activation during a leg press exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 17, n. 2, p. 411-416, 2003.

BAAR, K.; ESSER, K. Phosphorylation of p70S6k correlates with increased skeletal muscle mass following resistance exercise. **American Journal of Physiology: Cell Physiology**, Rockville, v. 276, n. 1, p. C120-C127, 1999.

BACURAU, R. F. P.; NAVARRO, F.; UCHIDA, M. C. **Hipertrofia, hiperplasia: fisiologia, nutrição e treinamento do crescimento muscular**. São Paulo: Phorte, 2009.

BALLOR, D. L.; BECQUE, M. D.; KATCH, V. L. Metabolic responses during hydraulic resistance exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 19, n. 4, p. 363-367, 1987.

BICKEL, C. S. et al. Time course of molecular responses of human skeletal muscle to acute bouts of resistance exercise. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, Hoboken, v. 15, n. 2, p. 135-136, 2005.

BIERING-SØRENSEN, F. Physical measurements as risk indicators for low-back trouble over a one-year period. **Spine**, Hagerstown, v. 9, n. 2, p. 106-119, 1984.

BISHOP, C. et al. Vertical and horizontal asymmetries are related to slower sprinting and jump performance in elite youth female soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, 2018. Ahead of print.

BOMPA, T. O.; DI PASQUALE, M. G.; CORNACCHIA, L. **Serious strength training**. Champaign: Human Kinetics, 2003.

BORGES, D. G. et al. Análise das repetições máximas estimadas através do teste de uma repetição máxima. **Arquivos em Movimento**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, p. 33-41, 2007.

BORST, S. E. et al. Effects of resistance training on insulin-like growth factor-I and IGF binding proteins. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 33, n. 4, p. 648-653, 2001.

BRANDENBURG, J. P.; DOCHERTY, D. The effects of accentuated eccentric loading on strength, muscle hypertrophy, and neural adaptations in trained individuals. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 16, n. 1, p. 25-32, 2002.

BROOK, M. S. et al. Skeletal muscle hypertrophy adaptations predominate in the early stages of resistance exercise training, matching deuterium oxide-derived measures of muscle protein synthesis and mechanistic target of rapamycin complex 1 signaling. **FASEB Journal**, Bethesda, v. 29, n. 11, p. 4485-4496, 2015.

BRZANK, K.; PIEPER, K. Characteristics of muscle-cellular adaptation to intense physical loads. **Biomedica Biochimica Acta**, Berlin, v. 45, n. 1-2, p. S107-S110, 1986.

BRZYCKI, M. Strength testing: predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. **Journal of Physical Education, Recreation and Dance**, Abingdon, v. 64, n. 1, p. 88-90, 1993.

BURD, N. A. et al. Resistance exercise volume affects myofibrillar protein synthesis and anabolic signalling molecule phosphorylation in young men. **The Journal of Physiology**, Oxford, v. 588, n. 16, p. 3119-3130, 2010.

_____. Bigger weights may not beget bigger muscles: evidence from acute muscle protein synthetic responses after resistance exercise.

Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, Ottawa, v. 37, n. 3, p. 551-554, 2012.

CAROLAN, B.; CAFARELLI, E. Adaptations in coactivation after isometric resistance training. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 73, n. 3, p. 911-917, 1992.

CARVALHO, T. et al. Effect of eccentric velocity on muscle damage markers after bench press exercise in resistance-trained men. **Gazzetta Medica Italiana**, Roma, v. 174, n. 3, p. 105-111, 2015.

CEOLA, M. H. J.; TUMELERO, S. Grau de hipertrofia muscular em resposta a três métodos de treinamento de força muscular. **Lecturas: Educación Física y Deportes**, Buenos Aires, v. 13, n. 121, p. 19, 2008.

CHALMERS, G. Do Golgi tendon organs really inhibit muscle activity at high force levels to save muscles from injury, and adapt with strength training? **Sports Biomechanics**, Edinburgh, v. 1, n. 2, p. 239-249, 2002.

CHANDLER, R. et al. Dietary supplements affect the anabolic hormones after weight-training exercise. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 76, n. 2, p. 839-845, 1994.

CHARRO, M. et al. Hormonal, metabolic and perceptual responses to different resistance training systems. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Torino, v. 50, n. 2, p. 229-234, 2010.

_____. Comparison between multiple sets and half-pyramid resistance exercise bouts for muscle damage profile. **European Journal of Sport Science**, Abingdon, v. 12, n. 3, p. 249-254, 2012.

COFFEY, V. G.; HAWLEY, J. A. The molecular bases of training adaptation. **Sports Medicine**, Auckland, v. 37, n. 9, p. 737-763, 2007.

COFFEY, V. G. et al. Early signaling responses to divergent exercise stimuli in skeletal muscle from well-trained humans. **FASEB Journal**, Bethesda, v. 20, n. 1, p. 190-192, 2006.

COLQUHOUN, R. J. et al. Training volume, not frequency, indicative of maximal strength adaptations to resistance training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 32, n. 5, p. 1207-1213, 2018.

CORMIE, P.; MCGUIGAN, M. R.; NEWTON, R. U. Developing maximal neuromuscular power. **Sports Medicine**, Auckland, v. 41, n. 1, p. 17-38, 2011.

DANKEL, S. J. et al. Frequency: the overlooked resistance training variable for inducing muscle hypertrophy? **Sports Medicine**, Auckland, v. 47, n. 5, p. 799-805, 2017.

DELDICQUE, L. et al. Increased p70s6k phosphorylation during intake of a protein-carbohydrate drink following resistance exercise in the fasted state. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 108, n. 4, p. 791-800, 2010.

DEMOULIN, C. et al. Spinal muscle evaluation using the Sorensen test: a critical appraisal of the literature. **Joint, Bone, Spine**, Paris, v. 73, n. 1, p. 43-50, 2006.

DIAS, I. et al. Influence of exercise order on maximum strength in untrained young men. **Journal of Science and Medicine in Sport**, Victoria, v. 13, n. 1, p. 65-69, 2010.

DOAN, B. K. et al. Effects of increased eccentric loading on bench press 1RM. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 16, n. 1, p. 9-13, 2002.

DOUGLAS, J. et al. Chronic adaptations to eccentric training: a systematic review. **Sports Medicine**, Auckland, v. 47, n. 5, p. 917-941, 2017.

DRUMMOND, M. J. et al. Rapamycin administration in humans blocks the contraction-induced increase in skeletal muscle protein synthesis. **The Journal of Physiology**, Oxford, v. 587, n. 7, p. 1535-1546, 2009.

_____. Skeletal muscle amino acid transporter expression is increased in young and older adults following resistance exercise. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 111, n. 1, p. 135-142, 2011.

DUCHATEAU, J.; ENOKA, R. M. Neural control of shortening and lengthening contractions: influence of task constraints. **The Journal of Physiology**, Oxford, v. 586, n. 24, p. 5853-5864, 2008.

ENOKA, R. M. Neural adaptations with chronic physical activity. **Journal of Biomechanics**, New York, v. 30, n. 5, p. 447-455, 1997.

FARTHING, J. P.; CHILIBECK, P. D. The effects of eccentric and concentric training at different velocities on muscle hypertrophy. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 89, n. 6, p. 578-586, 2003.

FERMINO, R. C. et al. Influência do aquecimento específico e de alongamento no desempenho da força muscular em 10 repetições máximas. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Taguatinga, v. 13, n. 4, p. 25-32, 2008.

FERNHOLM, R. et al. Growth hormone replacement therapy improves body composition and increases bone metabolism in elderly patients with pituitary disease. **The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, Oxford, v. 85, n. 11, p. 4104-4112, 2000.

FERRI, A. Strength and power changes of the human plantar flexors and knee extensors in response to resistance training in old age. **Acta Physiologica**, Oxford, v. 177, n. 1, p. 69-78, 2003.

FINK, J. E. et al. Acute and long-term responses to different rest intervals in low-load resistance training. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 38, n. 2, p. 118-124, 2017.

_____. Effects of drop set resistance training on acute stress indicators and long-term muscle hypertrophy and strength. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Torino, v. 58, n. 5, p. 597-605, 2018.

FISHER, J.; STEELE, J.; SMITH, D. High-and low-load resistance training: interpretation and practical application of current research findings. **Sports Medicine**, Auckland, v. 47, n. 3, p. 393-400, 2017.

FLECK, S.; KRAEMER, W. **Otimizando o treinamento de força**: programas de periodização não-linear. Barueri: Manole, 2009.

FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J.; RIBEIRO, J. L. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

FLOYD, R.; THOMPSON, C. W. **Manual de kinesiología estructural**. Badalona: Paidotribo, 2008.

FRANÇA, H. S. et al. The effects of adding single-joint exercises to a multi-joint exercise resistance training program on upper body muscle strength and size in trained men. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, Ottawa, v. 40, n. 8, p. 822-826, 2015.

GABRIEL, D. A.; KAMEN, G.; FROST, G. Neural adaptations to resistive exercise. **Sports Medicine**, Auckland, v. 36, n. 2, p. 133-149, 2006.

GAINES, J. M.; TALBOT, L. A. Isokinetic strength testing in research and practice. **Biological Research for Nursing**, Thousand Oaks, v. 1, n. 1, p. 57-64, 1999.

GALVÃO, D. A.; TAAFFE, D. R. Resistance exercise dosage in older adults: single- versus multiset effects on physical performance and body composition. **Journal of the American Geriatrics Society**, Malden, v. 53, n. 12, p. 2090-2097, 2005.

GENTIL, P.; OLIVEIRA, E.; BOTTARO, M. Time under tension and blood lactate response during four different resistance training methods. **Journal of Physiological Anthropology**, Tokyo, v. 25, n. 5, p. 339-344, 2006.

GENTIL, P. et al. Efeitos agudos de vários métodos de treinamento de força no lactato sanguíneo e características de cargas em homens

treinados recreacionalmente. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 12, n. 6, p. 303-307, 2006.

_____. Effects of exercise order on upper-body muscle activation and exercise performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 21, n. 4, p. 1082-1086, 2007a.

_____. Isokinetic dynamometry and 1RM tests produce conflicting results for assessing alterations in muscle strength. **Journal of Human Kinetics**, Kraków, v. 56, n. 1, p. 19-27, 2017b.

GLEESON, N.; MERCER, T. The utility of isokinetic dynamometry in the assessment of human muscle function. **Sports Medicine**, Auckland, v. 21, n. 1, p. 18-34, 1996.

GOLDBERG, A. L. et al. Mechanism of work-induced hypertrophy of skeletal muscle. **Medicine and Science in Sports**, Madison, v. 7, n. 3, p. 185-198, 1975.

GOLDSPINK, G.; YANG, S. Y. Effects of activity on growth factor expression. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, Champaign, v. 11, p. S21-S27, 2001. Suplemento 1.

_____. The splicing of the IGF-I gene to yield different muscle growth factors. **Advances in Genetics**, Amsterdam, v. 52, p. 23-50, 2004.

GOODMAN, C. A. et al. The role of skeletal muscle mTOR in the regulation of mechanical load-induced growth. **The Journal of Physiology**, Oxford, v. 589, n. 22, p. 5485-5501, 2011.

GREIG, C. A. et al. Skeletal muscle IGF-1 isoform expression in healthy women after isometric exercise. **Growth hormone and IGF-1 Research**, v. 16, n 5-6, p. 373-376, 2006.

GUEDES, D. P. **Musculação: estética e saúde feminina**. São Paulo: Phorte, 2005.

GUEDES, D. P.; SOUZA JUNIOR, T. P.; ROCHA, A. C. **Treinamento personalizado em musculação**. São Paulo: Phorte, 2008.

GUNDERMANN, D. M. et al. Inhibition of glycolysis and mTORC1 activation in human skeletal muscle with blood flow restriction exercise. **FASEB Journal**, Bethesda, v. 26, p. 1076.3, 2012. Suplemento 1.

HACKETT, D. A.; AMIRTHALINGAM, T. A brief review of forced repetitions for the promotion of muscular hypertrophy. **Strength and Conditioning Journal**, Colorado Springs, v. 37, n. 5, p. 14-20, 2015.

HACKETT, D. A. et al. Effects of a 12-week modified German volume training program on muscle strength and hypertrophy: a pilot study. **Sports**, Basel, v. 6, n. 1, p. 7, 2018.

HÄKKINEN, K. Neuromuscular adaptation during strength training, ageing, detraining, and immobilization. **Critical Reviews in Physical and Rehabilitation Medicine**, Danbury, v. 14, p. 161-198, 1994.

HÄKKINEN, K. et al. Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 84, n. 4, p. 1341-1349, 1998.

_____. Neuromuscular adaptation during prolonged strength training, detraining and re-strength-training in middle-aged and elderly people. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 83, n. 1, p. 51-62, 2000.

HALL, J. E. **Guyton e Hall: tratado de fisiologia médica**. São Paulo: Elsevier, 2017.

HIGBIE, E. J. et al. Effects of concentric and eccentric training on muscle strength, cross-sectional area, and neural activation. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 81, n. 5, p. 2173-2181, 1996.

HOEGER, W. W. et al. Relationship between repetitions and selected percentages of one repetition maximum. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 1, n. 1, p. 11-13, 1987.

_____. Relationship between repetitions and selected percentages of one repetition maximum: a comparison between untrained and trained males and females. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 4, n. 2, p. 47-54, 1990.

HOLLANDER, D. B. et al. Maximal eccentric and concentric strength discrepancies between young men and women for dynamic resistance exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 21, n. 1, p. 34-40, 2007.

HOLLMANN, W.; HETTINGER, T. **Medicina de esporte**. São Paulo: Manole, 1983.

HOLZBAUR, K. R. S. et al. Upper limb muscle volumes in adult subjects. **Journal of Biomechanics**, New York, v. 40, n. 4, p. 742-749, 2007.

HORNBERGER, T. A.; SUKHIJA, K. B.; CHIEN, S. Regulation of mTOR by mechanically induced signaling events in skeletal muscle. **Cell Cycle**, Georgetown, v. 5, n. 13, p. 1391-1396, 2006.

HOUSTON, M. E. Gaining weight: the scientific basis of increasing skeletal muscle mass. **Canadian Journal of Applied Physiology**, Champaign, v. 24, n. 4, p. 305-316, 1999.

HULMI, J. et al. Molecular signaling in muscle is affected by the specificity of resistance exercise protocol. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, Hoboken, v. 22, n. 2, p. 240-248, 2012.

JENKINS, N. D. et al. Greater neural adaptations following high- vs. low-load resistance training. **Frontiers in Physiology**, Lausanne, v. 8, p. 331, 2017.

KAIJSER, L. Oxygen supply as a limiting factor in physical performance. In: KEUL, J. (Ed.). **Limiting factors of human performance**. Stuttgart: Thelme, 1973. p. 145-156.

KANDEL, E. R. et al. **Principles of neural science**. New York: McGraw-Hill, 2000.

KEMMLER, W. K. et al. Effects of single- vs. multiple-set resistance training on maximum strength and body composition in trained postmenopausal women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 18, n. 4, p. 689-694, 2004.

KEMP, T. et al. Identification of Ankrd2, a novel skeletal muscle gene coding for a stretch-responsive ankyrin-repeat protein. **Genomics**, San Diego, v. 66, n. 3, p. 229-241, 2000.

KENNEY, W. L.; WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L. **Physiology of sport and exercise**. 6. ed. Champaign: Human Kinetics, 2015.

KOJIC, S. et al. The Ankrd2 protein, a link between the sarcomere and the nucleus in skeletal muscle. **Journal of Molecular Biology**, Amsterdam, v. 339, n. 2, p. 313-325, 2004.

KOSEK, D. J. et al. Efficacy of 3 days/wk resistance training on myofiber hypertrophy and myogenic mechanisms in young vs. older adults. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 101, n. 2, p. 531-544, 2006.

KRAEMER, W. J.; HÄKKINEN, K. **Treinamento de força para o esporte**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 36, n. 4, p. 674-688, 2004.

_____. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. **Sports Medicine**, Auckland, v. 35, n. 4, p. 339-361, 2005.

KRAEMER, W. J. et al. Hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise protocols. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 69, n. 4, p. 1442-1450, 1990.

_____. Endogenous anabolic hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise in males and females. **International journal of sports medicine**, Stuttgart, v. 12, n. 2, p. 228-235, 1991.

_____. Responses of IGF-I to endogenous increases in growth hormone after heavy-resistance exercise. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 79, n. 4, p. 1310-1315, 1995a.

_____. Strength testing: development and evaluation of methodology. In: MAUD, P. J.; FOSTER. C. **Physiological assessment of human fitness**. Champaign: Human Kinetics, 1995b. p. 119-150.

_____. Hormonal responses to consecutive days of heavy-resistance exercise with or without nutritional supplementation. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 85, n. 4, p. 1544-1555, 1998.

_____. Changes in muscle hypertrophy in women with periodized resistance training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 36, n. 4, p. 697-708, 2004.

KRASCHNEWSKI, J. L. et al. Is strength training associated with mortality benefits? A 15 year cohort study of US older adults. **Preventive Medicine**, Baltimore, v. 87, p. 121-127, 2016.

LAPLANTE, M.; SABATINI, D. M. mTOR signaling in growth control and disease. **Cell**, Cambridge, v. 149, n. 2, p. 274-293, 2012.

LASTAYO, P. C. et al. Eccentric muscle contractions: their contribution to injury, prevention, rehabilitation, and sport. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, Washington, v. 33, n. 10, p. 557-571, 2003.

_____. Elderly patients and high force resistance exercise: a descriptive report: can an anabolic, muscle growth response occur without muscle damage or inflammation? **Journal of Geriatric Physical Therapy**, La Crosse, v. 30, n. 3, p. 128-134, 2007.

LEE HAMILTON, D. et al. Molecular brakes regulating mTORC1 activation in skeletal muscle following synergist ablation. **American Journal of Physiology: Endocrinology and Metabolism**, Bethesda, v. 307, n. 4, p. E365-E373, 2014.

LIN, J.; CHEN, T. Diversity of strength training methods: a theoretical approach. **Strength and Conditioning Journal**, Colorado Springs, v. 34, n. 2, p. 42-49, 2012.

LIXANDRÃO, M. E. et al. Magnitude of muscle strength and mass adaptations between high-load resistance training versus low-load resistance training associated with blood-flow restriction: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, Auckland, v. 48, n. 2, p. 361-378, 2018.

LOCKIE, R. G. et al. Relationship between unilateral jumping ability and asymmetry on multidirectional speed in team-sport athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 28, n. 12, p. 3557-3566, 2014.

LOTURCO, I. et al. Vertical and horizontal jump tests are strongly associated with competitive performance in 100-m dash events. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 29, n. 7, p. 1966-1971, 2015.

LOWE, D. A. et al. Muscle function and protein metabolism after initiation of eccentric contraction-induced injury. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 79, n. 4, p. 1260-1270, 1995.

MACDOUGALL, J. et al. Ultrastructural properties of human skeletal muscle following heavy resistance training and immobilization. **Medicine and Science in Sports**, Madison, v. 8, n. 1, p. 72, 1976.

_____. Mitochondrial volume density in human skeletal muscle following heavy resistance training. **Medicine and Science in Sports**, Madison, v. 11, n. 2, p. 164-166, 1979.

_____. Muscle fiber number in biceps brachii in bodybuilders and control subjects. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 57, n. 5, p. 1399-1403, 1984.

MARCHETTI, P.; LOPES, C. **Planejamento e prescrição do treinamento personalizado**: do iniciante ao avançado. São Paulo: Mundo, 2014.

- MARCHETTI, P. H. et al. Exercício supino: uma breve revisão sobre os aspectos biomecânicos. **Brazilian Journal of Sports and Exercise Research**, Curitiba, v. 1, n. 2, p. 135-142, 2010.
- MARSHALL, P. W. et al. Acute neuromuscular and fatigue responses to the rest-pause method. **Journal of Science and Medicine in Sport**, Victoria, v. 15, n. 2, p. 153-158, 2012.
- MARTIN, B. J. et al. Effect of warm-up on metabolic responses to strenuous exercise. **Medicine and Science in Sports**, Madison, v. 7, n. 2, p. 146-149, 1975.
- MARX, J. O. et al. Low-volume circuit versus high-volume periodized resistance training in women. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 33, n. 4, p. 635-643, 2001.
- MATVEEV; L. P.; GOMES, A. C. **Treino desportivo: metodologia e planejamento**. São Paulo: Phorte, 1997.
- MCGLORY, C. et al. Application of the [γ -32P] ATP kinase assay to study anabolic signaling in human skeletal muscle. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 116, n. 5, p. 504-513, 2014.
- MEISTER, C. B. et al. Effects of two programs of metabolic resistance training on strength and hypertrophy. **Fisioterapia em Movimento**, Curitiba, v. 29, n. 1, p. 147-158, 2016.
- MIKE, J.; KERKSICK, C. M.; KRAVITZ, L. How to incorporate eccentric training into a resistance training program. **Strength and Conditioning Journal**, Colorado Springs, v. 37, n. 1, p. 5-17, 2015.
- MILNER-BROWN, H.; STEIN, R. B.; LEE, R. Synchronization of human motor units: possible roles of exercise and supraspinal reflexes. **Electroencephalography and Clinical Neurophysiology**, Amsterdam, v. 38, n. 3, p. 245-254, 1975.
- MINOZZO, F. C. et al. Periodização do treinamento de força: uma revisão crítica. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Taguatinga, v. 16, n. 1, p. 89-97, 2008.

MITCHELL, C. J. et al. Resistance exercise load does not determine training-mediated hypertrophic gains in young men. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 113, n. 1, p. 71-77, 2012.

MOORE, D. et al. Resistance exercise enhances mTOR and MAPK signalling in human muscle over that seen at rest after bolus protein ingestion. **Acta Physiologica**, Oxford, v. 201, n. 3, p. 365-372, 2011.

MORITANI, T. Motor unit and motoneurone excitability during explosive movement. In: KOMI, P. V. (Ed.). **Strength and Power in Sport**. Oxford: Blackwell Science, 2003. p. 27-49.

MORITANI, T.; DE VRIES, H. A. Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. **American Journal of Physical Medicine**, Baltimore, v. 58, n. 3, p. 115-130, 1979.

NINDL, B. C. et al. Overnight responses of the circulating IGF-I system after acute, heavy-resistance exercise. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 90, n. 4, p. 1319-1326, 2001.

_____. IGF-I system responses during 12 weeks of resistance training in end-stage renal disease patients. **Growth Hormone and IGF Research**, Edinburgh, v. 14, n. 3, p. 245-250, 2004.

OISHI, Y. et al. Mixed lactate and caffeine compound increases satellite cell activity and anabolic signals for muscle hypertrophy. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 118, n. 6, p. 742-749, 2015.

OJASTO, T.; HÄKKINEN, K. Effects of different accentuated eccentric load levels in eccentric-concentric actions on acute neuromuscular, maximal force, and power responses. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 23, n. 3, p. 996-1004, 2009.

OLESHKO, V. **Treinamento de força: teoria e prática do levantamento de peso, powerlifting e fisiculturismo**. São Paulo: Phorte, 2008.

ORMSBEE, M. J. et al. The impact of varying dietary protein on serum IGF-I, IGFBP-1, and IGFBP-3 during 6 days of physical activity. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, Champaign, v. 17, n. 2, p. 127-139, 2007.

O'SHEA, K et al. Outcomes following quadriceps tendon ruptures. **Injury**, Amsterdam, v. 33, n. 3, p. 257-260, 2002.

PANZA, P. et al. Energy cost, number of maximum repetitions, and rating of perceived exertion in resistance exercise with stable and unstable platforms. **Journal of Exercise Physiology Online**, Minnesota, v. 17, n. 3, p. 77-87, 2014.

PAZ, G. et al. Efeito do método agonista-antagonista comparado ao tradicional no volume e ativação muscular. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, Florianópolis, v. 19, n. 1, p. 54-63, 2014.

PEREIRA, M. I. R.; GOMES, P. S. C. Testes de força e resistência muscular: confiabilidade e predição de uma repetição máxima: revisão e novas evidências. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 9, n. 5, p. 304-314, 2003.

PEREIRA, P. E. A. et al. Resistance training with slow speed of movement is better for hypertrophy and muscle strength gains than fast speed of movement. **International Journal of Applied Exercise Physiology**, Mazandaran, v. 5, n. 2, p. 37-43, 2016.

PEREIRA, R. et al. Relationship between the percentage of 1rm and the number of repetitions for the prescription of strength training programs. **Journal of Exercise Physiology Online**, Minnesota, v. 19, n. 3, p. 42-49, 2016.

PETERSON, M. D.; RHEA, M. R.; ALVAR, B. A. Applications of the dose-response for muscular strength development: a review of meta-analytic efficacy and reliability for designing training prescription. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 19, n. 4, p. 950-958, 2005.

PHILLIPS, S. M. Short-term training: when do repeated bouts of resistance exercise become training? **Canadian Journal of Applied Physiology**, Champaign, v. 25, n. 3, p. 185-193, 2000.

PHILLIPS, S. M. et al. Mixed muscle protein synthesis and breakdown after resistance exercise in humans. **American Journal of Physiology: Endocrinology and Metabolism**, Bethesda, v. 273, n. 1, p. E99-E107, 1997.

PLOWMAN, S. A. Physical activity, physical fitness, and low back pain. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, Hagerstown, v. 20, n. 1, p. 221-242, 1992.

POLLOCK, M. L.; WILMORE, J. H. **Exercícios na saúde e na doença: avaliação e prescrição para prevenção e reabilitação**. São Paulo: Guanabara Koogan, 2009.

PRESTES, J. et al. **Prescrição e periodização do treinamento de força em academias**. 2. ed. rev. atual. Barueri: Manole, 2016.

_____. Strength and muscular adaptations following 6 weeks of rest-pause versus traditional multiple-sets resistance training in trained subjects. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, 2017. Ahead of print.

RAASTAD, T. et al. Changes in human skeletal muscle contractility and hormone status during 2 weeks of heavy strength training. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 84, n. 1-2, p. 54-63, 2001.

_____. Recovery of skeletal muscle contractility and hormonal responses to strength exercise after two weeks of high-volume strength training. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, Hoboken, v. 13, n. 3, p. 159-168, 2003.

RADAELLI, R. et al. Dose-response of 1, 3, and 5 sets of resistance exercise on strength, local muscular endurance, and hypertrophy. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 29, n. 5, p. 1349-1358, 2015.

RICHENS, B.; CLEATHER, D. J. The relationship between the number of repetitions performed at given intensities is different in endurance

and strength trained athletes. **Biology of Sport**, Warszawa, v. 31, n. 2, p. 157-161, 2014.

ROBBINS, D. W. et al. Agonist-antagonist paired set resistance training: a brief review. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 24, n. 10, p. 2873-2882, 2010.

ROCHA, A. C.; GUEDES JUNIOR, D. P. Utilização do percentual da carga máxima dinâmica e velocidade de movimento durante o treinamento de força. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**, São Paulo, v. 10, n. 3, p. 147-150, 2011.

ROTH, S. M. et al. Influence of age, sex, and strength training on human muscle gene expression determined by microarray. **Physiological Genomics**, Bethesda, v. 10, n. 3, p. 181-190, 2002.

RUBIN, M. R. et al. High-affinity growth hormone binding protein and acute heavy resistance exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 37, n. 3, p. 395-403, 2005.

SADUSKY, T. et al. Identification of Serhl, a new member of the serine hydrolase family induced by passive stretch of skeletal muscle in vivo. **Genomics**, San Diego, v. 73, n. 1, p. 38-49, 2001.

SALE, D. G. Neural adaptation to strength training. In: KOMI, P. V. (Ed.). **Strength and Power in Sport**. Oxford: Blackwell Science, 2003. p. 281-314.

SALLES, B. F.; SIMÃO, R. Bases científicas dos métodos e sistemas de treinamento de força. **Revista Uniandrade**, Curitiba, v. 15, n. 2, p. 127-133, 2014.

SAMS, M. L. et al. Quantifying changes in squat jump height across a season of men's collegiate soccer. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 32, n. 8, p. 2324-2330, 2018.

SANDRI, M. Signaling in muscle atrophy and hypertrophy. **Physiology**, Bethesda, v. 23, n. 3, p. 160-170, 2008.

SCHOENFELD, B. J. Is there a minimum intensity threshold for resistance training-induced hypertrophic adaptations? **Sports Medicine**, Auckland, v. 43, n. 12, p. 1279-1288, 2013.

SCHOENFELD, B. J.; OGBORN, D. I.; KRIEGER, J. W. Effect of repetition duration during resistance training on muscle hypertrophy: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, Auckland, v. 45, n. 4, p. 577-585, 2015.

SCHOENFELD, B. J. et al. Muscular adaptations in low- versus high-load resistance training: a meta-analysis. **European Journal of Sport Science**, Abingdon, v. 16, n. 1, p. 1-10, 2016.

SELUIANOV, V. N.; DIAS, S. B. C.; ANDRADE, S. L. F. **Musculação**. Curitiba: Juruá, 2009.

SEMMLER, J. Motor unit synchronization and neuromuscular performance. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, Hagerstown, v. 30, n. 1, p. 8-14, 2002.

SEMMLER, J.; NORDSTROM, M. Motor unit discharge and force tremor in skill- and strength-trained individuals. **Experimental Brain Research**, Berlin, v. 119, n. 1, p. 27-38, 1998.

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**, Bethesda, v. 102, n. 1, p. 368-373, 2007.

SHEPPARD, J. et al. The effect of training with accentuated eccentric load counter-movement jumps on strength and power characteristics of high-performance volleyball players. **International Journal of Sports, Science and Coaching**, Thousand Oaks, v. 3, n. 3, p. 355-363, 2008.

SHIMANO, T. et al. Relationship between the number of repetitions and selected percentages of one repetition maximum in free weight

exercises in trained and untrained men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 20, n. 4, p. 819-823, 2006.

SILVA, D. et al. Comparison of DeLorme with Oxford resistance training techniques: effects of training on muscle damage markers. **Biology of Sport**, Warszawa, v. 27, n. 2, p. 77-81, 2010.

SILVA, J. G. F. B. et al. Efeitos do treinamento de força sobre os níveis de IGF1 e de força muscular nas fases neurogênia e miogênica de idosas. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 35-48, 2009.

SIMÃO, R. et al. Influência dos diferentes protocolos de aquecimento na capacidade de desenvolver carga máxima no teste de 1RM. **Fitness and Performance Journal**, Rio de Janeiro, n. 5, p. 261-265, 2004.

SMITH, C. A.; STAUBER, W. T. Cellular responses in exertion-induced skeletal muscle injury. **Molecular and Cellular Biochemistry**, New York, v. 179, n. 1-2, p. 189-196, 1998.

SPIERING, B.A., et al. Resistance exercise biology: manipulation of resistance exercise programme variables determines the responses of cellular and molecular signalling pathways. **Sports Med**, v. 38, n. 7, p. 527-40, 2008.

SODERBERG, G. L. **Kinesiology**: application to pathological motion. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 1997.

SPREUWENBERG, L. P. et al. Influence of exercise order in a resistance-training exercise session. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 20, n. 1, p. 141-144, 2006.

TANIGUCHI, C. M.; EMANUELLI, B.; KAHN, C. R. Critical nodes in signalling pathways: insights into insulin action. **Nature Reviews: Molecular Cell Biology**, New York, v. 7, n. 2, p. 85-96, 2006.

TEIXEIRA, C. V. **Treinamento de força com oclusão vascular**. São Caetano do Sul: Lura, 2018.

TEIXEIRA, C. V.; GUEDES JUNIOR, D. P. **Musculação time-efficient**: otimizando o tempo e maximizando os resultados. São Paulo: Phorte, 2017.

TERZIS, G. et al. Resistance exercise-induced increase in muscle mass correlates with p70S6 kinase phosphorylation in human subjects. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 102, n. 2, p. 145-152, 2008.

TRICOLI, V. Papel das ações musculares excêntricas nos ganhos de força e de massa muscular. **Revista da Biologia**, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 38-42, 2014.

TRITSCHLER, K. **Medida e avaliação em educação física de Barrow and McGee**. 5. ed. Barueri: Manole, 2003.

WALKER, S. et al. Greater strength gains after training with accentuated eccentric than traditional isoinertial loads in already strength-trained men. **Frontiers in Physiology**, Lausanne, v. 7, p. 149, 2016.

WANG, N. et al. Muscle fiber types of women after resistance training: quantitative ultrastructure and enzyme activity. **Pflügers Archiv**, New York, v. 424, n. 5-6, p. 494-502, 1993.

WEINECK, J. Fundamentos gerais da biologia do esporte para a infância e adolescência. In: _____. (Org.). **Biologia do esporte**. São Paulo: Manole, 1991. p. 246-264.

_____. **Treinamento ideal**. São Paulo: Manole, 1999.

WHITE, J. P. et al. G protein-coupled receptor 56 regulates mechanical overload-induced muscle hypertrophy. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v. 111, n. 44, p. 15756-15761, 2014.

YAMADA, A. K. et al. Treinamento de força/sobrecarga mecânica e sinalização do complexo 1 do alvo da rapamicina em mamíferos na hipertrofia muscular em diferentes modelos experimentais: revisão sistemática. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Taguatinga, v. 25, n. 1, p. 168-182, 2017.

YANG, Z.-Z. et al. Physiological functions of protein kinase B/Akt. **Biochemical Society Transactions**, London, v. 32, n. 2, p. 350-354, 2004.

ZATSIORSKY, V. M.; KRAEMER, W. J.; VIDILI, J. **Ciência e prática do treinamento de força**. São Paulo: Phorte, 1999.

Presidência do CREF4/SP



Nelson Leme da Silva Junior

Comissão Especial do Selo Literário 20 anos da Regulamentação da Profissão de Educação Física



Alexandre Janotta Drigo
Presidente da Comissão
Conselheiro Federal
CONFEF



Érica Verderi
Conselheira Regional
CREF4/SP



Mario Augusto Charro
Conselheiro Regional
CREF4/SP

Livros do Selo Literário

1. Educação Física e Corporeidade: paralelos históricos, formação profissional e práticas corporais alternativas
2. A responsabilidade do Profissional de Educação Física na humanização da pessoa idosa
3. No caminho da suavidade: escritos do Dr. Mateus Sugizaki
4. Gestão de academias e estúdios: proposta de procedimentos operacionais para treinamento individualizado e ginástica artística
5. Pedagogia complexa do Judô 2: interface entre Treinadores Profissionais de Educação Física
6. Educação Física: formação e atuação no esporte escolar
7. Voleibol na Educação Física escolar: organização curricular do 6º ao 9º ano
8. Modelos de treinamento de Judô propostos por Treinadores de Elite
9. Trabalhando com lutas na escola: perspectivas autobiográficas de Professores de Educação Física
10. Teoria social cognitiva e Educação Física: diálogos com a prática
11. Padronização de medidas antropométricas e avaliação da composição corporal
12. Hipertrofia muscular: a ciência na prática em academias
13. Obesidade e seus fatores associados: propostas para promoção da saúde a partir do exercício físico e da aderência a ele associada
14. O Direito no desporto e na prática Profissional em Educação Física
15. Maturação biológica: uma abordagem para treinamento esportivo em jovens atletas
16. Gestão pública no Esporte: relatos e experiências
17. Métodos inovadores de exercícios físicos na saúde: prescrição baseada em evidências
18. Conceitos básicos relacionados a doenças crônicas e autoimunes: considerações para atuação do Profissional de Educação Física
19. As atividades de aventura e a Educação Física: formação, currículo e campo de atuação
20. Primeiros socorros e atuação do Profissional de Educação Física
21. Musculação: estruturação do treinamento e controle de carga

Este livro foi composto em Linux Libertine pela Tikinet
Edição e impresso pela Coan Indústria Gráfica Ltda em
papel Offset 90g para o CREF4/SP, em setembro de 2018.



Selo Literário 20 anos da Regulamentação da Profissão de Educação Física

O Conselho Regional de Educação Física da 4ª Região (CREF4/SP), na sua competência de “zelar pela dignidade, independência, prerrogativas e valorização da profissão de Educação Física e de seus Profissionais”, mantendo seus valores de comprometimento, credibilidade, ética, excelência, interesse público, justiça, legitimidade, responsabilidade social e transparência, produziu o Selo Literário comemorativo dos 20 anos da promulgação da Lei nº 9.696/98, composto por obras literárias com conteúdo relacionado ao campo da Educação Física, com os seguintes temas: História da Corporeidade e o Corpo; biografia de Profissional consagrado; Educação Física escolar, esportes, lutas, gestão, *fitness*, ginástica, lazer, avaliação física, saúde, psicologia e pedagogia aplicadas.

Dessa forma, além de comemorar esta data de grande importância, mantemos nosso compromisso de estimular o desenvolvimento da prestação de serviços de excelência dos Profissionais de Educação Física perante nossa sociedade.

A todos uma boa leitura,

*Conselho Regional de Educação Física
da 4ª Região – Estado de São Paulo*

