



TREINAMENTO DE FORÇA: SAÚDE E PERFORMANCE HUMANA



AUTORES
EVANDRO MURER
TIAGO VOLPI BRAZ
CHARLES RICARDO LOPES

TREINAMENTO DE FORÇA:
SAÚDE E PERFORMANCE HUMANA

Conselho Regional de Educação Física da 4ª Região – CREF4/SP

Conselheiros

Ailton Mendes da Silva
Antonio Lourival Lourenço
Bruno Alessandro Alves Galati
Claudio Roberto de Castilho
Erica Beatriz Lemes Pimentel Verderi
Humberto Aparecido Panzetti
João Francisco Rodrigues de Godoy
Jose Medalha
Luiz Carlos Carnevali Junior
Luiz Carlos Delphino de Azevedo Junior
Marcelo Vasques Casati
Marcio Rogerio da Silva
Marco Antonio Olivatto
Margareth Anderãos
Maria Conceição Aparecida Conti
Mário Augusto Charro
Miguel de Arruda
Nelson Leme da Silva Junior
Paulo Rogerio de Oliveira Sabioni
Pedro Roberto Pereira de Souza
Rialdo Tavares
Rodrigo Nuno Peiró Correia
Saturno Aprigio de Souza
Tadeu Corrêa
Valquíria Aparecida de Lima
Vlademir Fernandes
Wagner Oliveira do Espirito Santo
Waldecir Paula Lima

Prof. Ms. Evandro Murer
Prof. Dr. Tiago Volpi Braz
Prof. Dr. Charles Ricardo Lopes

TREINAMENTO DE FORÇA: SAÚDE E PERFORMANCE HUMANA



2019

Comissão Especial da Coleção Literária 20 anos da Instalação do CREF4/SP

Responsáveis, junto a diretoria do CREF4/SP, pela avaliação, aprovação e revisão técnica dos livros

Prof. Dr. Alexandre Janotta Drigo (Presidente)

Prof. Ms. Érica Beatriz Lemes Pimentel Verderi

Prof. Dr. Miguel de Arruda

Editora

Malorgio Studio

Revisão

Viviane Rodrigues

Coordenação editorial

Paolo Malorgio

Imagens de capa

Freepik.com

Capa

Felipe Malorgio

Projeto gráfico e diagramação

Rodrigo Frazão

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Agência Brasileira do ISBN - Bibliotecária Priscila Pena Machado CRB-7/6971

M975 Murer, Evandro.

Treinamento de força : saúde e performance humana /
Evandro Murer, Tiago Volpi Braz e Charles Ricardo Lopes. —
São Paulo : CREF4/SP, 2019.
160 p. ; 23 cm. — (Coleção Literária 20 anos da
Instalação do CREF4/SP).

Inclui bibliografia.
ISBN 978-85-94418-42-5

1. Musculação. 2. Biomecânica. 3. Aptidão física. I. Braz,
Tiago Volpi. II. Lopes, Charles Ricardo. III. Título. IV.
Série.

CDD 613.711

Copyright © 2019 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

Sinopse da obra

Esta obra está relacionada a temáticas contemporâneas sobre treinamento de força em diferentes contextos e populações. Trata tanto de disciplinas específicas como a fisiologia e biomecânica aplicada ao treinamento de força como de métodos de avaliação da força motora e variáveis práticas das sessões de treinamento. Detalha separadamente a frequência semanal de sessões, assunto este há pouco tempo investigado pela literatura. Além disto, busca apresentar pressupostos teóricos das particularidades de populações especiais quando realizam o treinamento de força somada a aplicação de exercícios de força para indivíduos com lesões dos tecidos biológicos e como isto pode ser contextualizado de forma específica pelos profissionais da área do movimento humano. Por fim, apresenta diferentes estratégias de modelos de periodização do treinamento de força e as evidências atuais sobre a temática.

Resumos dos curriculuns dos autores

Prof Ms. Evandro Murer (org.) CREF 002026-G/SP

Mestre em Educação Física (2008) Na área de Qualidade de Vida pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP); MBA em Marketing (2012) pela Escola Superior de Administração e Marketing; Graduado em Educação Física (1994 - Licenciatura Plena) pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas; Especialização em Treinamento Desportivo (1996) pelo Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas (FMU); Especialização em Fisiologia do Exercício (1999) pelo Instituto Superior de Cultura Física Manoel Fajardo (Havana – Cuba); Especialização em Teorias e Métodos de Pesquisa em Ed. Física, Esporte e Lazer (2002) pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

Prof Dr. Tiago Volpi Braz (org.) CREF 096274-G/SP

Doutor em Ciências do Movimento Humano (2018) na linha Fisiologia e Treinamento Esportivo Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP-SP), mestre em Educação Física (2010) na Área Movimento Humano e Esporte (UNIMEP-SP) e graduado em Educação Física (2005) pela Escola Superior de Educação Física de Muzambinho (ESEFM-MG).

Prof Dr. Charles Ricardo Lopes (org.) CREF 029686-G/SP

Doutor em Biodinâmica do Movimento Humano pela Universidade Estadual de Campinas (2010), Mestre em Biodinâmica do Movimento Humano pela Universidade Estadual de Campinas (2005). Especialista em Ciências do Movimento Humano pela UNICAMP (1993). Possui graduação em educação física pela Universidade Metodista de Piracicaba (1993).

Prof. Ms. Felipe Alves Brigatto CREF 124271-G/SP

Mestre em Ciências do Movimento Humano (Bolsista CAPES/PROSUP) na linha de pesquisa Fisiologia e Treinamento Desportivo pela Universidade Metodista de Piracicaba (2017), graduado em Educação Física - Bacharelado pela Universidade Metodista de Piracicaba (2013).

Prof. Dr. Márcio Antônio Gonsalves Sindorf CREF 088159-G/SP

Formado em Educação Física (bacharel e licenciatura) e Doutor pela Universidade Metodista de Piracicaba na linha de pesquisa Fisiologia e Treinamento Desportivo pela Universidade Metodista de Piracicaba.

Prof. Ms. Daniel Alves Corrêa CREF 056372-G/SP

Doutorando em Ciências do Movimento Humano pela Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP). Mestre em Educação Física (Bolsista CAPES) pela Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP).

Prof. Ms. Gustavo Zorzi Fioravante CREF 051157-G/SP

Mestre em Ciências do Movimento Humano pela Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP).

Prof. Ms. Enrico Gori Soares CREF 113967-G/SP

Doutorando em Ciências do Movimento Humano pela Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP). Mestre em Educação Física também pela UNIMEP, ambos com Bolsa CAPES na linha de pesquisa em Fisiologia e Treinamento Desportivo.

Prof. Wellington Gonçalves Dias CREF 094565-G/SP

Possui Licenciatura (2011) e graduação em Educação Física pela Faculdade de Americana - FAM (2012), pós graduação em Medicina do Esporte e da Atividade Física pela Estácio (2018)

Prof. Danilo Rodrigues Batista CREF 137195-G/SP

Possui graduação em Educação Física Bacharelado pela Faculdade de Americana (2016), pós graduação em Medicina do Esporte e Atividade Física pela Faculdade Estácio (2018).

Prof. Ms. Júlio Benvenuto Bueno de Camargo CREF 062502-G/SP

Mestre em Ciências do Movimento Humano pela Universidade Metodista de Piracicaba (2018).

Prof. Ms. Leonardo Emmanuel de Medeiros Lima CREF 023984-G/SP

Mestre em Ciências do Movimento Humano pela Universidade Metodista de Piracicaba (2018).

Prof. Ms. Yuri Benhur Machado CREF 120884-G/SP

Mestre em Ciências do Movimento Humano pela Universidade Metodista de Piracicaba (2018).

Prof. Ms. Rafael Sakai Zaroni CREF 022805-G/MG

Mestre em Ciências do Movimento Humano pela Universidade Metodista de Piracicaba (Unimep), especialista em Nutrição e Suplementação Esportiva pela Faculdade Mogiana de São Paulo.

Prof. Ms. Felipe de Ornelas CREF 124271-G/SP

Mestre em Ciências do Movimento Humano pela Universidade Metodista de Piracicaba (2019). Possui graduação em Educação Física Bacharelado pela Faculdade de Americana (2014), pós graduação em Fisiologia do exercício – Prescrição do exercício pela Faculdade Estácio (2016)

Prof. Dra. Marlene Aparecida Moreno CREFITO 15.424-F/SP

Doutora em Fisioterapia pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e Pós-Doutorado na Área de Biodinâmica do Movimento e Esporte pela UNICAMP.

Prof. Dr. Moisés Diego Germano CREF 094751-G/SP

Doutor em Ciências do Movimento Humano pela Universidade Metodista de Piracicaba (2019). Mestre em Movimento Humano e Esporte pela Universidade Metodista de Piracicaba - UNIMEP (2014).

Sumário

Apresentação	11
Capítulo 1	
Introdução ao treinamento de força	13
Capítulo 2	
Mecanismos neurais e morfológicos da força motora	15
Capítulo 3	
Bioenergética do treinamento de força	25
Capítulo 4	
Biomecânica aplicada ao treinamento de força	37
Capítulo 5	
Métodos de avaliação da força motora	49
Capítulo 6	
Variáveis práticas do treinamento de força	61
Capítulo 7	
Frequência semanal no treinamento de força	77
Capítulo 8	
Treinamento de força em populações especiais	99
Capítulo 9	
Treinamento de força aplicado às lesões dos tecidos biológicos	107
Capítulo 10	
Periodização do treinamento de força	135

Apresentação

Esta é a segunda coleção literária que o Conselho Regional de Educação Física da 4ª Região - CREF4/SP lança, dessa vez para comemorar os 20 anos da sua instalação. O fato histórico de referência é a Resolução 011 de 28 de outubro de 1999, publicada pelo CONFEF, que fixou em seis, o número dos primeiros CREFs e, entre eles, o CREF4/SP, com sede na cidade de São Paulo e jurisdição em nosso Estado.

Nesse momento, remeto-me à luta que antecedeu essa conquista, e que se iniciou com a “batalha” pela regulamentação de nossa profissão, marcada pela apresentação do Projeto de Lei nº 4.559/84, mas que somente foi efetivada pela Lei 9.696/98, passados 14 anos do movimento inicial no Congresso Nacional. Logo após essa vitória histórica, a próxima contenda foi a de atender aos requisitos estabelecidos pelas normas do CONFEF para a abertura de nosso Conselho, que à época exigia o registro de 2 mil profissionais. Com muito orgulho me lembro da participação de minha cidade natal - Rio Claro - neste contexto, por meio do trabalho iniciado pelo Prof. José Maria de Camargo Barros, do Departamento de Educação Física da UNESP. Vários professores e egressos dos Cursos se mobilizaram para inscreverem-se e buscarem novas inscrições em nossa cidade, tarefa na qual me incluí, tendo número de registro 000200-G/SP.

Atualmente o CREF4/SP é o maior Conselho Regional em número de registrados, com uma sede que, além de bem estruturada, está bastante acessível aos Profissionais que se direcionam para a capital, estando próximo às estações de metrô São Bento e Anhangabaú. Também conta com a Seccional de Campinas bem aparelhada e atuante em prol da defesa da sociedade e atendimento aos Profissionais de Educação Física. Tudo isso demonstra que esses 20 anos foram de muito trabalho e empenho para a consolidação de nossa profissão, e assim destaco a força de todos os Conselheiros do passado e do presente e dos valerosos empregados que ajudaram a construir esta realidade.

Por isso insistimos em comemorar, agora os 20 anos do CREF4-SP, oferecendo aos Profissionais de Educação Física, aos estudantes, às instituições de formação superior, bibliotecas e à sociedade uma nova Coleção Literária composta de 20 obras, uma para cada ano do aniversário. Buscamos permanecer “orientando o exercício profissional, agindo com excelência, justiça e ética”, uma das missões de nosso Conselho.

Enquanto Presidente do Conselho Regional de Educação Física da 4ª Região (CREF4/SP) apresento a *Coleção Literária em Comemoração aos 20 Anos da Instalação do CREF/SP*, composta por livros que procuraram acolher as necessidades do campo profissional, atendendo o quesito de diversificação de contextos e de autores, priorizando temas inéditos em relação ao que vem sendo produzido por este Conselho.

O faço na esperança de que os Profissionais de Educação Física leitores dessas obras demonstrem o mesmo empenho e amor pela profissão que seus próprios autores dedicaram, oferecendo seu tempo e cedendo os direitos autorais dessa edição, tanto em relação ao livro físico quanto à versão digital de forma voluntária. Com esse gesto entram em conformidade com os pioneiros do CREF4/SP que assim o fizeram, e de certa forma ainda fazem, afinal não é por acaso que nosso lema atual é: “Somos nós, fortalecendo a profissão!”

Parabéns para nós Profissionais de Educação Física do Estado de São Paulo.



Nelson Leme da Silva Junior
Presidente do CREF4/SP

Capítulo 1

Introdução ao treinamento de força

Prof Ms. Evandro Murer
Prof Dr. Tiago Volpi Braz
Prof Dr. Charles Ricardo Lopes
Prof. Ms Felipe Alves Brigatto

O treinamento de força (TF) é estabelecido como um método eficaz para o desenvolvimento da aptidão musculoesquelética, melhoria da saúde, aptidão física e qualidade de vida (ACSM, 2009; Phillips e Winet, 2010; Cornelissen et al., 2011; Gordon et al., 2009; Magyari e Churilla, 2012; Brigatto et al., 2018; Zaroni et al., 2018). Esta estratégia de treinamento físico conquistou um grande espaço nos programas voltados para promoção-manutenção da saúde, e também está sendo adotada no tratamento de algumas patologias (ACSM, 2009).

Entidades como o *American College of Sports Medicine* (ACSM), *American Heart Association*, *American Association for Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation* e o *Surgeon General Office*, desenvolveram guias para prescrição de exercícios de força para diversas populações (adultos, idosos, cardiopatas, hipertensos e diabéticos) (Feingenbaum & Pollock, 1999). A elaboração destes guias é fruto do reconhecimento da importância do treinamento de força para prevenir/retratar o aparecimento de doenças. A manutenção e o ganho de massa muscular deixaram de ser objetivos exclusivamente estéticos. Estudos recentes ressaltam a importância da massa muscular para a qualidade de vida (Metter et al., 2002; Lauretanie et al., 2003; Vanitallie, 2003).

Apesar do número consistente de evidências, uma grande parcela da população não pratica TF ou qualquer outro tipo de atividade física (Hart et al., 2011), sendo a falta de tempo apontada como principal barreira para adoção de atividades físicas regulares (Eyler et al., 2002; Trost et al., 2002; Schutzer & Graves, 2004; Silliman et al., 2004). As adaptações musculares são maximizadas através da manipulação das variáveis do TF. Somando-se a isto, a prática do TF tem sido relacionada com diminuição de mortalidade, co-morbidades e aumento da expectativa de vida da população.

Kraschnewski et al. (2016) realizaram um estudo de *cohort* de 15 anos com 30.162 sujeitos (>65 anos). Os indivíduos que praticavam TF por no mínimo 2 vezes por semana apresentaram chances menores que 46% de mortalidade em todas as causas (câncer, doença cardíaca, diabetes, HAS, etc.) do que aqueles que não o fizeram. O estudo conclui que o TF possui o mesmo poder de alguns medicamentos para aumentar a expectativa de vida, recomendando aos médicos orientarem e aconselharem a prática do TF. Os autores criticam o fato de que na maioria das vezes, os profissionais da saúde indicam apenas exercícios com predomínio aeróbio (caminhada e hidroginástica).

Nesta linha, um estudo realizado com 1799 australianos destacou que poucos médicos fazem recomendações de saúde baseadas no TF, já que a maioria orienta e recomenda mais exercício aeróbio (59% do tempo) em comparação com a TF (13% do tempo) (SHORT et al., 2016). Nesta linha, Steele et al. (2017) entendem que deve ser promovido uma mudança de paradigma na saúde pública nesta situação evidenciando a importância do TF e exercícios de alta intensidade no combate as co-morbidades. Estes autores destacam que as diretrizes atuais sobre o desempenho da atividade física moderada/vigorosa baseada no predomínio de exercícios aeróbios até agora produziu resultados decepcionantes na saúde pública pois focalizam apenas o acúmulo de um volume mínimo de atividade física e/ ou exercício.

Neste caso, pode-se perceber que o TF tem sua importância e pode ser aplicado com diferentes fins e objetivos. Resumidamente, pode ser utilizado com fins profiláticos (quando realizado por não atleta, saudável, por necessidade higiênica visando prevenir o surgimento de uma hipocinesia), terapêuticos (visando a cura ou como coadjuvante no tratamento de algum problema de saúde), de estabilização (realizado por pessoas doentes como fator de controle de suas afecções ou disfunções), estéticos (visando a diminuição da gordura corporal e/ou ganho de massa isenta de gordura), recreativos (tendo em vista a quebra de tensões, lazer, sociabilização e higiene mental) ou tendo em vista desempenho esportivo (preparação de atletas com finalidade competitiva) (KRAEMER; FLECK; DESCHENES, 2013).

Capítulo 2

Mecanismos neurais e morfológicos da força motora

Prof Dr. Tiago Volpi Braz

A força motora pode ser aumentada por processos fisiológicos como melhoria da função neuromuscular e aumento da seção transversal do tecido musculoesquelético (SUCHOMEL; NIMPHIUS; STONE, 2016). Estas adaptações são dependentes da morfologia da fibra muscular, nervos e unidade motora, que é a junção de um motoneurônio alfa com as fibras musculares (figura 1). Alterações adaptativas na função das unidades motoras elevam o efluxo dos motoneurônios alfa sendo os principais responsáveis pelos aumentos rápidos e significativos na força observados no início do programa de reabilitação, na maioria das vezes sem nenhum aumento no tamanho dos músculos e na área transversal (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2016). O padrão de força de um indivíduo pode ser desenvolvido pela sincronização de unidades motoras intra e intergrupamentos musculares (coordenação inter e intramuscular). Cabe destacar que os músculos atuam em pares, quando um grupo agonista se contrai, o grupo oposto, ou antagonista, relaxa. Se não houvesse esse arranjo, os pares de músculos seriam puxados uns contra os outros e não haveria movimento.

Assim, quando os motoneurônios de um músculo recebem impulsos excitadores, que os fazem contrair, os motoneurônios do músculo oposto recebem sinais neurais que os tornam menos propensos a disparar e produzir a contração muscular. Este processo é denominado reflexo miotático inverso ou inervação recíproca da musculatura agonista e antagonista. Neste ponto, a prática do TF melhora a coordenação intermuscular pela ativação de grupamentos musculares agonistas e inibição de antagonistas. Isto ocorre em consequência da atenuação da resposta inibitória dos órgãos tendinosos de Golgi (OTG) e ativação da resposta excitatória do fuso muscular, diminuindo as

respostas neurais do reflexo miotático e inervação recíproca. Esta adaptação tem papel primordial nos ganhos iniciais de força.

De forma geral, os OTGs protegem o músculo e a couraça circundante de tecido conjuntivo contra possíveis lesões induzidas por um movimento repentino ao qual o indivíduo não está acostumado ou sobrecarga. O que ocorre durante as adaptações neurais promovidas pelo TF é que o OTG diminui este poder de inibição do movimento, facilitando a produção de força do agonista. Este é um dos motivos dos indivíduos treinados em força estarem mais susceptíveis a lesões pela rápida e elevada ativação das unidades motoras, já que por natureza possuem menos inibição de OTG quando comparado a sujeitos destreinados. Portanto, sempre produzem maior força na fase concêntrica e isto aumenta a exposição do complexo músculo-tendão-articulação a elevadas sobrecargas.

Outro mecanismo neural para ganho de força ocorre pelo aumento da velocidade de condução e frequência do potencial de ação propagado do sistema nervoso central para a fibra muscular (via eferente da contração muscular). Na medida que o programa de treinamento progride a tendência é que o indivíduo potencialize o recrutamento de unidades motoras aumentando sua força. Uma das principais estruturas de propagação do impulso nervoso para fibra muscular é a bainha de mielina presente nos axônios do motoneurônio alfa. É uma membrana lipoproteica de duas camadas que circunda o axônio por quase todo o seu comprimento (figura 2.1). Fibras de axônios mielinizados conduzem mais rapidamente o impulso nervoso quando comparado a fibras desmielinizadas (velocidades superiores a 100 m/s). Existem evidências que a mesma pode ser preservada pela prática do TF (LINDSTEDT, 2016). Pacientes/alunos com redução da bainha de mielina podem ser beneficiados por estas adaptações promovidas pelo TF. Por exemplo, uma das principais limitações funcionais de movimento no processo de envelhecimento é justamente ocasionada pela diminuição do espessamento da bainha de mielina e conseqüente redução da propagação do potencial de ação para contração muscular (MCLEOD et al., 2016).

Adaptado de Mcardle, Katch e Katch (2016)

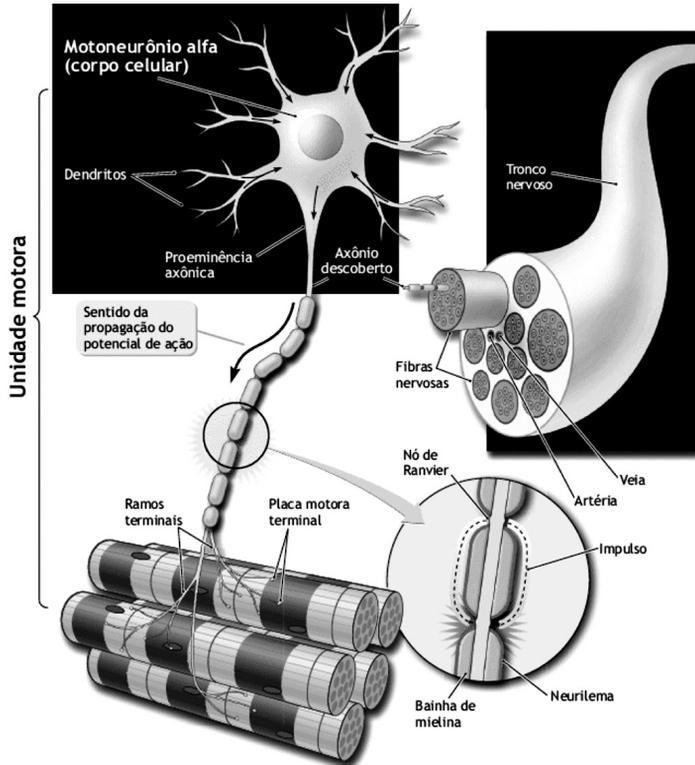


Figura 2.1. Ilustração da composição de uma unidade motora (motoneurônio alfa e fibras musculares). O potencial de ação é conduzido do motoneurônio alfa para as fibras (via eferente da produção de força) por meio dos axônios e sua bainha de mielina. O TF melhora a velocidade e condução do impulso nervoso para a fibra muscular.

Por outro lado, o ganho de força pela prática do TF pode ser explicada pelo aumento da área de seção transversal do tecido musculoesquelético (hipertrofia muscular). O desenvolvimento do tamanho e espessura da fibra muscular aumenta a possibilidade de formação pontes cruzadas pelo acoplamento das proteínas contráteis (actina e miosina). O TF possui maior potencial em promover hipertrofia muscular comparado a atividades cíclicas aeróbias, coordenativas e flexibilidade (SHAW; SHAW; BROWN, 2015). O estresse mecânico imposto no TF aos componentes do sistema muscular estimulam a síntese proteica em um nível superior a degradação das proteínas. Isto é de fundamental importância para indivíduos sedentários e populações especiais, já que passam por degradação severa das proteínas musculares e componentes passivos (articulação e

tendão). Além disto, a quantidade de tecido não contrátil aumenta com a inatividade (gordura e outros tecidos conjuntivos) dificultando eficiência e coordenação das sinapses neurais no próprio grupamento muscular do movimento.

Indivíduos que possuem maior quantidade de gordura intramuscular e tecido conjuntivo possuem menor capacidade de recrutamento coordenado das unidades motoras, já que a gordura intramuscular pode atuar como isoladora do potencial de ação enviado pelo sistema nervoso central (KRAEMER; FLECK; DESCHENES, 2013). Em consequência, pacientes/alunos nesta situação possuem maior instabilidade articular (ex., coluna vertebral, quadril e ombro). Interessantemente, Idoate et al. (2011) demonstraram redução da gordura entre as vértebras lombares (L2, L3 e L4) após dieta e TF de 16 semanas com frequência de 2 vezes na semana (figura 2.2). O TF potencializa a mudança da composição corporal facilitando o processo de retorno do indivíduo lesionado, sobretudo em casos de imobilização que se caracterizam por atrofia muscular severa. Hespel et al. (2001) verificaram que 14 dias de imobilização promove diminuição de aproximadamente 11% no tamanho muscular total e 22% no padrão funcional da força.

Esta atrofia muscular resulta em perda proteica da fibra e consequente diminuição da área de secção transversa do músculo, fatalmente implicando na redução da produção de força. A tendência de indivíduos sedentários é a mudança da composição corporal com acréscimo de gordura subcutânea e visceral. A prática do TF também tem sua importância neste ponto, já que em média, a estimativa do ganho de 1 quilograma de massa isenta de gordura resulta em gasto energético aumentado de 30 a 50 kilocalorias/dia na taxa metabólica basal do indivíduo, além de potencializar a oxidação de gordura durante o repouso (ORMSBEE et al., 2007). Esta adaptação também auxilia o restabelecimento normal da atividade funcional do indivíduo, pois potencializa a redução da adiposidade corporal. Outra estratégia para redução desta adiposidade seria o adequação nutricional do indivíduo que se encontra lesionado. Por exemplo, orientação de restrição calórica de 500 kcal/dia para promoção de balanço energético negativo para o emagrecimento (IDOATE et al., 2011).

O TF neste caso é de suma importância, pois atua na manutenção das propriedades do tecido muscular, articular, cartilaginoso e ósseo. Entretanto, cabe destacar que os efeitos do estresse mecânico promovido pelo TF e consequente síntese proteica é reduzido sem uma nutrição apropriada, particularmente a disponibilidade de proteínas/aminoácidos capaz de proporcionar os blocos essenciais para a hipertrofia muscular. A disponibilidade apropriada de proteínas contribui para sinalização da via Akt-mTOR (SPIERING et al., 2008) e mecanismo de feedback da p70S6K-mTORC1-p70S6k (FIGUEIREDO; MARKWORTH; CAMERON-SMITH, 2017). Estas são as principais vias de sinalização da síntese proteica estudada na

biologia molecular). Moore et al. (2015) apresentam 2 fórmulas preditas para ingestão proteica que podem ser utilizadas: sujeitos jovens (0,25 gramas de proteína por quilograma de massa isenta de gordura [MIG], podendo variar entre 0,12 a 0,38 g por kg de MIG dependendo da necessidade) e idosos (0,61 gramas de proteína por quilograma de massa isenta de gordura; [MIG], podendo variar entre 0,32 a 0,89 g por kg de MIG dependendo da necessidade). O profissional do movimento humano deverá “orientar” e “aconselhar” a devida ingestão proteica para o indivíduo lesionado, recomendando a atuação de um nutricionista para “prescrição” balanceada dos macronutrientes evidenciando a individualização do processo (característica da lesão e do sujeito, pois varia conforme necessidade e composição corporal do mesmo). Uma sugestão prática é que na fase de imobilização o sujeito reduza a ingesta calórica (ex; ~1970 kcal diárias com 140 g de carboidratos, 195 g de proteína e 70 g de gordura) e fase da reabilitação em si normalize ou aumente a ingesta (ex; ~ 3170 kcal diárias com 400 g de carboidrato, 190 g de proteína e 90 g de gordura) (MILSOM et al., 2014). Neste caso é fundamental em ambas as fases priorizar a ingesta proteica (WALL; MORTON; VAN LOON, 2015).

Adaptado de Idoate et al. (2011)

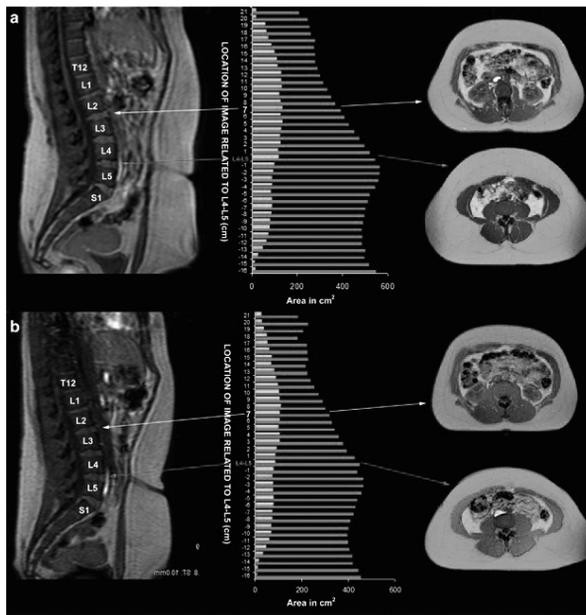


Figura 2.2. Lado esquerdo representa a imagem de ressonância magnética em plano sagital do processo xifóide (topo) à sínfise púbica (parte inferior). Lado direito representa as imagens transversais em L2-L3 e L4-L5. Após 16 semanas (letra b), o TF promoveu redução da gordura visceral entre vértebras aumentando a estabilidade articular e impedindo a ação isoladora da gordura em relação ao potencial de ação para contração dos músculos paravertebrais.

O TF por meio da contração também sinaliza a via da AKT-mTOR e mecanismos de feedback da p70S6K-mTORC1-p70S6k. Um ponto importante é que esta sinalização pode ocorrer de maneira sistêmica e localizada, ou seja, na célula muscular ou no próprio sistema circulatório (corrente sanguínea). Isto quer dizer que o profissional poderá estressar mecanicamente um segmento corporal (ex., musculatura agonista da flexão de cotovelo) e promover anabolismo proteico para outro segmento lesionado que está passando por severa atrofia do tecido musculoesquelético (ex., musculatura agonista da adução horizontal de ombro). Este entendimento pode ser vantajoso quando há restrições de movimentos corporais ocasionado pela limitação imposta por algumas pessoas. A justificativa se dá pelo entendimento de que o TF potencializa a secreção de hormônios (ex., GH, testosterona) que sinalizam de forma sistêmica a via da AKT-mTOR e mecanismo de feedback da p70S6K-mTORC1-p70S6k promovendo ambiente favorável a síntese proteica. Neste sentido, em conjunto, nutrição apropriada e TF criam um ambiente anabólico favorável para a hipertrofia muscular, adaptação importante para a melhoria da saúde.

No entanto, cabe destacar que a síntese proteica e consequente hipertrofia muscular é um processo complexo dependente de inúmeros fatores promovidos pela prática do TF. Entre os principais estão o estresse mecânico causado pela contração muscular, modificação do equilíbrio energético do sarcômero em função do gasto de ATP (Adenosina Trifosfato), cinética dos hormônios ligados ao anabolismo proteico (ex., testosterona, hormônio do crescimento GH, insulina), fatores de crescimento (ex., IGF-1 Fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1, MGF *muscle growth factor*), desencadeamento de células satélites com a formação de novos mionúcleos e dano do tecido musculoesquelético (KADI et al., 2004).

A prática do TF ocasiona danos estruturais nas proteínas contráteis presentes no sarcômero promovendo desorganização das miofibrilas (figura 2.3). Os microtraumas instaurados nos sarcômeros 24 horas ou mais após o exercício coincidem com a infiltração aguda de células inflamatórias no músculo, tendo como consequência a redução no desempenho muscular devido a falha na acoplagem de excitação-contração e proteólise miofibrilar aumentada (PAULSEN et al., 2009).

Adaptado de Paulsen et al. (2009)

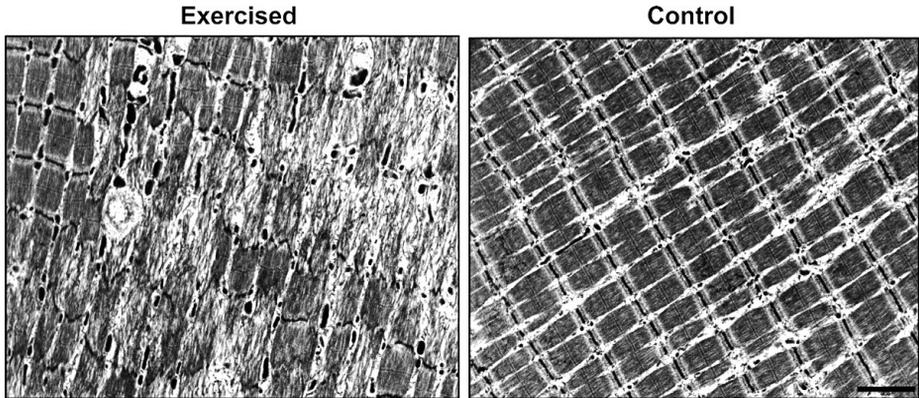


Figura 2.3. Micrografia eletrônica das alterações ultraestruturais (dano tecidual) observadas em uma miofibrila do bíceps braquial depois de ações musculares excêntricas no TF (14 séries de 5 repetições com 30 segundos de intervalo entre séries). Escala de 2 µm.

Este processo inflamatório ocasionado pelos microtraumas dos sarcômeros pode induzir em alguns casos dor muscular de início tardia (DMIT). O grau de DMIT varia conforme as manipulações das variáveis do TF e sobretudo, entre indivíduos. Existem evidências em que a mesma sessão de treinamento de força excêntrica aplicada em 2 ocasiões distintas (ex., separadas por 3 semanas (PAULSEN et al., 2009)) não promovem os mesmos danos estruturais no sarcômero, fenômeno denominado de efeito protetor da carga (*repeated bout effect*). Este efeito também é dependente do nível de treinabilidade da força do indivíduo (DOUGLAS et al., 2016).

Não é desejável estabelecer uma sessão de TF com elevado dano estrutural do músculo em fases iniciais do TF. A DMIT promove modificações da pressão osmótica que causam retenção de líquidos nos tecidos circundantes dos sarcômeros, podendo ocorrer espasmos musculares, inflamação aguda, alterações no mecanismo celular para a regulação do cálcio e principalmente, lacerações de porções do envoltório de tecido conjuntivo do músculo levando a um decréscimo da tensão exercida pela fibra (GIBALA et al., 1995). Em casos severos a DMIT pode durar até 96 horas em relação ao estado basal do indivíduo (CHAPMAN et al., 2006).

Cronicamente, o processo inflamatório instaurado após repetidas sessões de TF induzem ao espessamento dos sarcômeros. Isto ocorre sobretudo em consequência do aumento dos mionúcleos e células satélites presentes no tecido musculoesquelético (BRUMITT; CUDDEFORD, 2015). As

células satélites são estruturas de reserva não funcionais e especializadas, também conhecidas por células tronco miogênicas progenitoras (KADI et al., 2004). Estão localizadas abaixo da membrana basal adjacente às fibras musculares e tem como principal função facilitar o crescimento, a manutenção e o reparo do tecido muscular lesionado. Passam por um processo de ativação (horas após TF), proliferação (entre 5 a 7 dias pós TF), diferenciação (7 a 13 dias pós TF) e maturação (8 a 14 dias pós TF). Shi e Garry (2006) descrevem que a completa maturação da fibra muscular ocorre em aproximadamente 14 dias com reparo do aparato contrátil por meio do ciclo das células satélites. Em alguns casos, o sujeito lesionado mesmo sem realizar a sessão de TF por 5 a 10 dias pode obter hipertrofia muscular, devido a este tempo de maturação.

Analisando 15 homens jovens saudáveis destreinados em força há pelo menos 1 ano Kadi et al. (2004) demonstraram que 3 meses de TF (3x por semana, 38 sessões, 4 a 5 séries de 6 a 12 repetições máximas no agachamento, leg press inclinado, mesa extensora e flexora) foi suficiente para aumentos de 31% no número de células satélites e 17% na área das fibras musculares. Além disto, verificaram que após 10 dias de destreinamento ainda ocorria incremento no número de células satélites devida ao processo de maturação da fibra muscular. Este efeito também pode ser promovido com cargas altas e leves no TF, indicando que as células satélites sofrem adaptações numa ampla faixa fisiológica (MACKEY et al., 2011).

Outro achado importante relaciona-se ao conceito de memória muscular (GUNDERSEN, 2016). Após destreinamento mesmo se posteriormente submetido a atrofia grave, o maior número de mionúcleos é mantido e os mesmos parecem ser protegidos contra atividade apoptótica elevada no processo de atrofia muscular. Fibras musculares que adquiriram maior número de mionúcleos crescem mais rapidamente quando há o retorno do TF. Estas fibras podem hipertrofiar sem recrutamento de novos núcleos e esta sequência de re-treinamento parece ser mais rápida do que a primeira sequência de treinamento. O número permanentemente maior de mionúcleos representa a memória muscular. Estes núcleos representam uma “memória” funcionalmente importante de força (figura 2.4). Entretanto, cabe destacar que a partir de um crescimento de 17 a 36% no volume do citoplasma que esses novos mionúcleos são recrutados após destreinamento.

Adaptado de Gundersen et al. (2016)

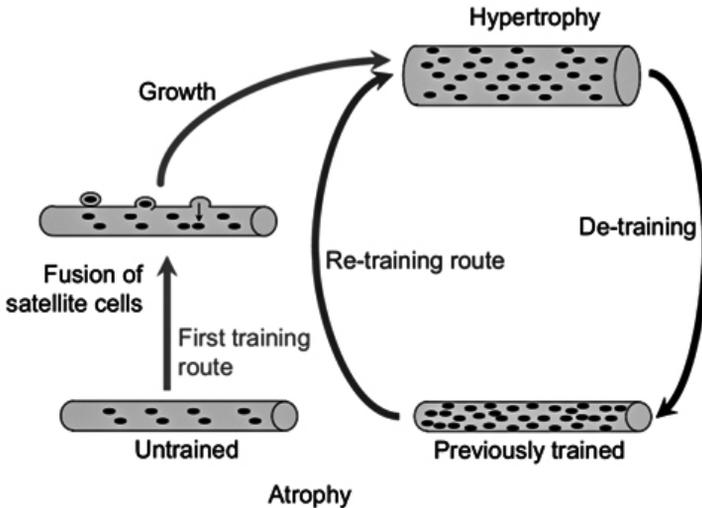


Figura 2.4. Modelo de biologia celular da hipertrofia e atrofia muscular a partir das células satélites. A presença de mionúcleos diminui o tempo da adaptação hipertrófica após retomada do treinamento de força. Em caso de reabilitação pós lesão o aumento da secção transversa do tecido musculoesquelético será facilitado.

Além do tecido muscular, a proliferação celular do tecido conjuntivo acarreta espessamento e fortalecimento do arcabouço de tecido conjuntivo do músculo de modo a aprimorar a integridade estrutural e funcional de tendões e ligamentos (a cartilagem carece de circulação suficiente para estimular o crescimento) (BRUMITT; CUDDEFORD, 2015). Essas adaptações também protegem as articulações e os músculos de uma possível lesão e também há indícios que o tecido conjuntivo possui capacidade para restabelecer mais rapidamente após período de inatividade. Desta forma, a deformação do tecido conjuntivo durante o exercício no TF implica diretamente nas adaptações ocasionadas nestas estruturas, situação esta dependente do tipo de tensão de carga gerada bem como do meio utilizado para exercer tensão sobre estas estruturas. Por exemplo, o estudo de Eckstein et al. (2005) demonstrou por meio de ressonância magnética que a deformação da cartilagem patelar foi de 4,7% após agachamento, 2,8% após caminhada, 5,0% após corrida e 4,5% após ciclismo. O padrão de deformação da cartilagem patelar correspondeu à amplitude de movimento envolvida na atividade específica. Importante destacar que neste estudo os pesquisadores não encontraram diferença entre atletas e grupo controle, sugerindo que a deformação dos tecidos moles mostra uma relação de dose-resposta com a carga da tensão sobre a cartilagem, mas não fornecem evidência de que as propriedades da cartilagem humana sejam modificáveis aos efeitos de treinamento in vivo.

Capítulo 3

Bioenergética do treinamento de força

Prof Dr. Márcio Antônio Gonsalves Sindorf
Prof Ms. Daniel Alves Corrêa

A bioenergética aplicada ao treino tem o intuito de demonstrar a transferência de energia que ocorre durante o estímulo e sua relação com os diferentes intervalos de recuperação. As células e o organismo precisam realizar trabalho e permanecerem vivas e reproduzirem, mantendo, assim, as suas estruturas e adequando repostas os seus ambientes. A transferência de energia acontece por reações químicas a todo momento, o conjunto dessas reações denomina-se metabolismo (Lehninger, Nelson e Cox, 2014).

A energia contida nos alimentos não é transferida diretamente a utilização de energia, mas sim, dispostas na funcionalidade do organismo. A energia advinda da oxidação do macronutrientes são armazenadas e deslocada através de compostos ricos em energia, o **trifosfato de adenosina (ATP)**, que permitem a ocorrência de determinadas reações químicas (Powers e Howley, 2014).

A liberação de energia durante o fracionamento do ATP no corpo humano é comparado como uma moeda corrente que ativa todo o trabalho biológico, na utilização e recuperação da transferência de energia dada pela quebra do ATP, funcionando como um doador de energia universal que acopla a energia fornecida na quebra dos alimentos em forma de energia útil requerida pela célula (figura 3.1), processo que ocorre pela hidrólise desta molécula, inúmeras reações bioquímicas são capazes de ocorrerem no fornecimento de energia durante o exercício e manutenção do organismo (Ide, Sarraipa e Lopes, 2010; Porwes e Howley, 2014).

Durante o exercício as células musculares liberam uma quantidade de ATP para o fornecimento de energia necessária dentre a demanda durante a contração muscular, que são solicitadas de acordo intensidade e volume prescrito no treinamento (Ide, Sarraipa e Lopes, 2010). O ATP produzido nas células musculares apresentam três vias metabólicas: (1) formação de ATP pela via

fosfocreatina, (2) formação de ATP via degradação do glicogênio e (3) formação de ATP oxidação de ATP (Powers e Howley, 2014).

Figura 3.1

Representação da hidrólise do ATP e formação do ADP, Pi, H⁺ e energia liberada.



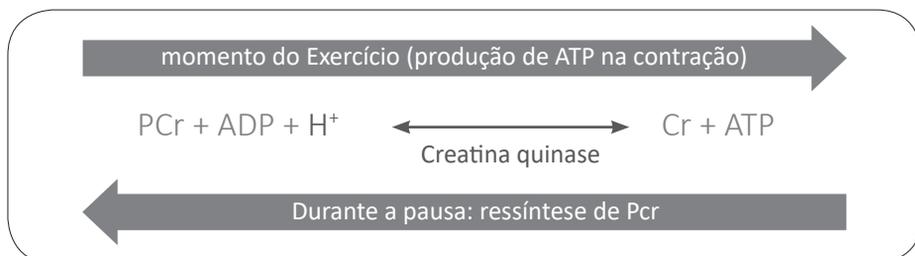
Sistema Anaeróbio Alático

Esse sistema é utilizado em exercício de alta intensidade e curta duração, seus principais substratos energéticos são a fosfocreatina (PCr) e o próprio ADP, essa reação é catalisada pela enzima creatina quinase. Exemplos de exercícios como saltos em altura, corrida de 30 metros de velocidade e treinamento de força máxima. Quando o ATP é quebrado em ADP + Pi no início do exercício, a participação, o ATP é resintetizado pela reação Pcr. Essa reação não há participação do oxigênio, seu armazenamento na própria musculatura (Powers e Howley, 2014).

Durante o exercício quando diminui as concentrações intramusculares de ATP, a enzima creatina quinase entende-se que é hora de degradar PCr para a produção de energia. Já no repouso, ou durante as pausas, as concentrações de ATP são altas, assim, a enzima compreende que a célula não precisa de ATP e as reservas de PCr podem ser estocadas (figura 3.2).

FIGURA 3.2

Reação de produção de ATP via ao uso de fosfocreatina (PCr), que pode acontecer nos sentidos, de acordo com a concentração de substrato e dos produtos da reação.



Sistema Anaeróbio Láctico

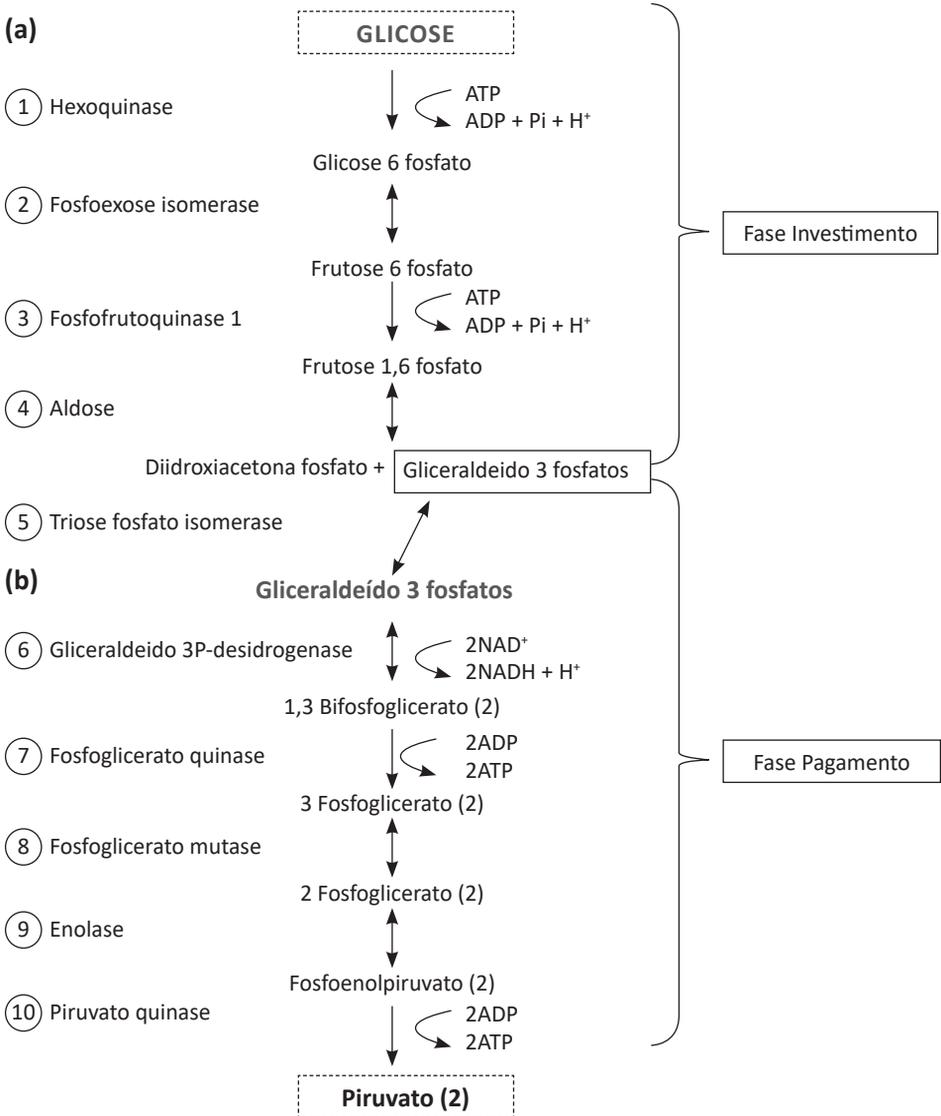
Quando o exercício submáximo dura mais de 10 segundos de duração, participação de substrato energético é a glicose/glicogênio muscular. Exemplos treino de resistência de força (3 x 15 repetições com pausa de 1 minuto) e treino de resistência com o objetivo do aumento da área da seção transversal (hipertrofia), 4 x 8 a 12 repetições com 1 minuto de pausa.

O glicogênio armazenado no músculo é quebrado em glicose que passa a ser utilizado como fonte de energia ao organismo, processo inicial chamado de glicólise (via glicolítica) que ocorre de não haver quantidades suficiente de oxigênio (Guyton e Hall, 2006). A via glicolítica pode ser dividida em duas fases: de investimento (consumo de ATP) e de pagamento (produção de ATP) que ocorrem com a sequência de 10 reações químicas, resultando no final de sua via duas moléculas de piruvato (Lehninger, Nelson e Cox, 2006). Lehninger, Nelson e Cox (2006) descrevem as reações da glicose sendo fosforilada no grupo hidroxila em seis carbonos (C), a glicose 6-fosfato e convertida em frutose 6- fosfato que é novamente fosforilada, que libera a frutose 1,6 fosfato através de 1C, que passa a ser quebrada e liberando duas moléculas com três C, a diidroxiacetona fosfato e o gliceraldeído 3-fosfato, chegando ao final da fase de investimento, duas moléculas de adenosina trifosfato (ATP) são investidas antes da molécula de glicose sofrer a quebra, dividindo-se em duas partes com 3C.

O ganho da energia advém da fase do pagamento da glicose, a molécula de gliceraldeído 3-fosfato é oxidada e fosforilada por fosfato inorgânico com a energia vinda da adenosina difosfato (ADP) e transferida em ATP, com a participação da coenzima NAD^+ no processo de oxidação, recebendo um íon hidreto (H^-) do grupo aldeído do gliceraldeído 3-fosfato que se liga a um fosfato inorgânico, se tornando a $\text{NADH}+\text{H}^+$ formando o 1,3 bifosfoglicerato, em seguida o 3 fosfoglicerato, 2 fosfoglicerato, fosfoenolpiruvato até ser convertidas em duas moléculas de piruvato (Figura 3.3).

Figura 3.3

As dez reações da glicólise: (a) fosforilação da glicose e formação do gliceraldeído 3 fosfatos, 2 ATPs são usados nessa reação; (b) conversão de gliceraldeído 3 fosfatos a piruvato e a formação acoplada de 4 ATPs (Adaptado de Lehninger, Nelson e Cox, 2006).

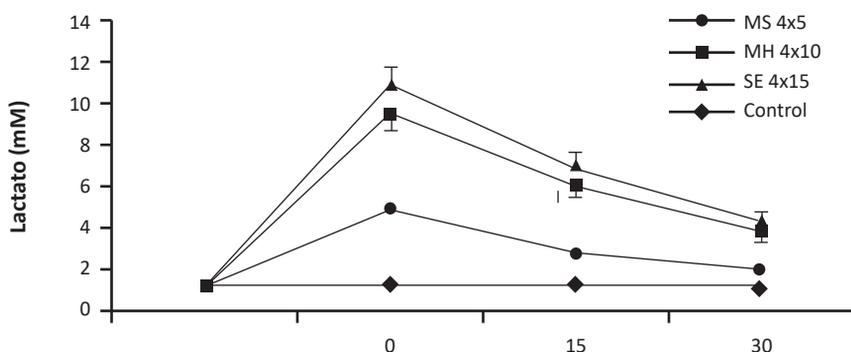


O efeito no número das séries na participação da via glicolítica, frente a diferentes protocolos de força, foram observados por Smilios et al. (2003), submeteram 11 indivíduos a três protocolos de treino: força máxima, resistência de força e resistência de força hipertrófica. Os exercícios selecionados foram que envolviam uma maior participação de massa muscular: supino reto, puxada na frente, agachamento e desenvolvimento de ombros. O grupo que realizou força máxima executou 5 repetições com 88% 1RM e 3 minutos de pausa entre as séries, o de resistência de força 15 repetições com 60% de 1RM e 1 minuto de pausa entre séries, resistência de força hipertrófica 10 repetições com 75% 1 RM e 2 minutos de pausa entre as séries. As concentrações de lactato foram analisadas nos momentos pré-exercício, logo após, 15 e 30 minutos depois.

Os resultados mostraram que o protocolo que promoveram as maiores magnitudes de respostas na participação da via glicolítica foram o de resistência de força e o de resistência de força hipertrófica (figura 3.4). Assim, o ocorrido discuti a variável de pausa entre esses dois protocolos, mostra uma insuficiência na ressíntese de PCr, proporcionando uma maior ativação do metabolismo anaeróbio láctico. O tempo de pausa maior entre as séries no protocolo de força máxima, proporcionou um caráter metabólico amparado predominantemente na via fosfagênio. Assim, as pausas entre as séries no treinamento de força é uma variável que a manipular na prescrição da sessão de treino, influencia diretamente na ressíntese de PCr.

Figura 3.4

Respostas das concentrações de lactato nos protocolos de força máxima (MS), resistência de força hipertrófica (MH) e resistência de força (SE), nos momentos pré-exercício, 0,15 e 30 minutos.

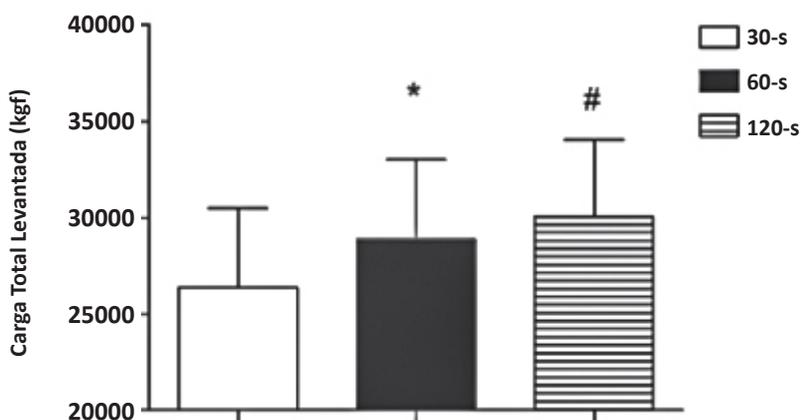


Analisando a importância da pausa no treinamento de força e capacidade da carga total levantada durante a sessão de treino, Lopes et al. (2018) submeteram 10 indivíduos aleatoriamente a 3 sessões com um protocolo de 4 séries de 10 repetições máximas, com três intervalos de descanso empregado durante as sessões de 30, 60 e 120 segundos entre as séries, no exercícios supino reto, remada baixa, desenvolvimento com barra, agachamento, leg press 45° e flexão plantar sentado. Os resultados mostraram que o intervalo de pausa de 30 segundos entre as séries resultou em uma carga total levanta menor comparado aos intervalos de 60 e 120 segundos, a resposta na via glicolítica foi a mesma entre os intervalos de pausa investigado.

A figura 3.5 abaixo mostra a carga total levantada em kilograma força (kgf) nos três intervalos de pausa empregados 30, 60 e 120 segundos entre as séries no treinamento de força.

Figura 3.5

Diferença na carga total levantada kgf, no intervalo de pausa entre as séries 30, 60 e 120 segundos.



Ainda no mesmo experimento, mas agora analisando as concentrações de lactato sanguíneo entre as séries de intervalo de descanso, podemos observar que a resposta do lactato sanguíneo não foi diferente entre as 3 condições de intervalo de repouso.

Figura 3.6

Concentrações de lactato dosadas nas três sessões de intervalo de pausa, nos momentos pré, logo após o terceiro e sexto exercício, 5 e 10 minutos pós-treino.

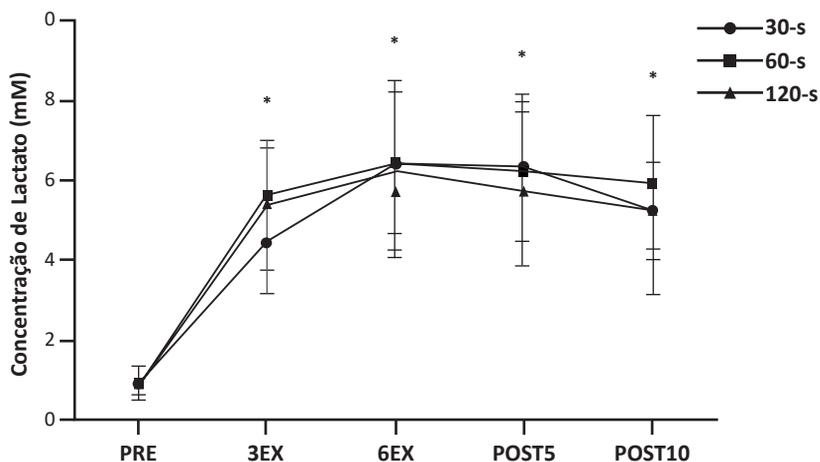
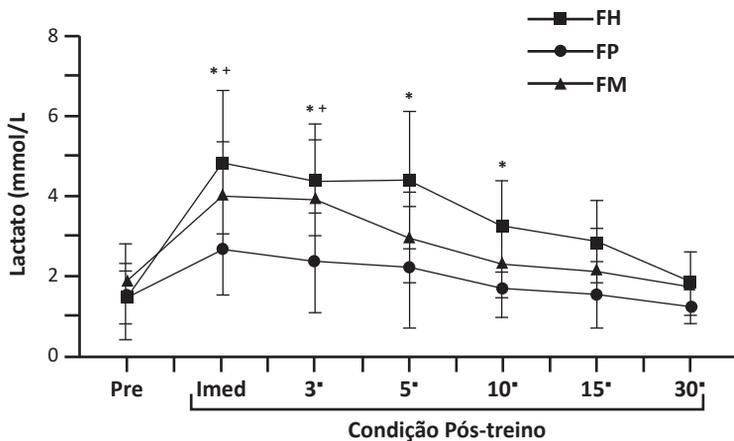


Figura 3.7

Cinética nas concentrações da resposta do lactato sanguíneo, nos momentos, pré, imediatamente após, 3, 5, 10, 15 e 30 após os protocolos: força hipertrofica (FH), força máxima (FM) e força de potência (FP).



Em comparação a cinética de remoção de lactato frente a diferentes protocolos de manifestação de força, estudo de Corrêa et al. (2018) submetem 15 indivíduos de forma aleatorizado, na prescrição das seguintes manifestações de força: força máxima 11 séries de 3 repetições a intensidade (90% de 1RM), pausa 90 segundos, força hipertrófica 4 séries de 10 repetições a intensidade (75% 1RM), pausa 5 minutos e força de potência 8 séries de 6 repetições a intensidade (30% 1RM), no exercício flexão de cotovelo unilateral. Os resultados demonstraram participação da via glicolítica nos protocolos de força hipertrófica e força máxima, com diferentes momentos na remoção do lactato sanguíneo. Assim, podemos ter como considerações sobre os resultados desse estudo, o protocolo de força máxima com um alto volume de séries teve a participação da via glicolítica, mas com o maior tempo de intervalo de pausa teve a remoção do lactato em menor tempo comparado ao protocolo de força hipertrófica (figura 3.7).

Durante a prescrição a compressão da participação da via energética são importantes no processo de elaboração de protocolos de treinamento podendo gerar repostas adaptativas crônicas específicas, uma vez que o conhecimento da via energética contribuirá na organização e controle as sessão de treino somado as variáveis de treino. Tais componentes como manifestação da força, metabolismo, repetições, pausa e tempo de fornecimento de energia pela via energética tabela 3.1.

Tabela 3.1
Protocolos de Manifestação de Força e Predomínio Energético

Protocolo	Aspectos Energéticos	Repetições	Pausa	Ressíntese ATP	Utilização Máxima
Resistência de Força 1	Glicolítico	15-20	50-90s	Moderada	= ou > 40 segundos
Resistência de Força 2	Glicolítico	6-12	60-120s	Moderada	40 segundos
Força Máxima	Fosfagênio	2-5	> 180s	Rápida	10 segundos

Taxa Metabólica de Repouso & EPOC no Treinamento de Força

O treinamento de força pode contribuir no emagrecimento e controle da massa corporal de sujeitos com sobrepeso por meio do excesso de consumo de oxigênio pós-exercício (EPOC) e aumento transitório da taxa metabólica de repouso (TMR) (Paoli et al., 2015). A prática do treinamento de força pode proporcionar aumentos transitórios na TMR em sujeitos com sobrepeso, sendo que a contribuição da oxidação das gorduras para compor a TMR também fica aumentada (Jamurtas et al., 2004; Kirk et al., 2009). A magnitude e a duração do aumento da TMR após uma sessão de treinamento de força são dependentes da manipulação das variáveis da sessão de treino, no entanto, a execução de um volume mínimo na sessão de treino (*i.e.*, uma série de 3-9 repetições máximas em 9 exercícios) pode elevar a TMR por até 24-h (Kirk et al., 2009) (Figura 3.8). Uma observação interessante de ser feita, é que sujeitos com sobrepeso não precisam necessariamente fazer sessões de treino com séries múltiplas para ter o aumento transitório da TMR, podendo assim, fazer sessões de treino com uma série por exercício (Heden et al., 2011) (Figura 3.9).

Figura 3.8

Figura adaptada do estudo de Kirk et al. (2009), onde mostra o aumento da taxa metabólica de repouso com a execução do mínimo de volume de treinamento de força. RMR: taxa metabólica de repouso; SMR: taxa metabólica do sono; EE: gasto energético; C: grupo controle; RT: grupo treinamento de força.

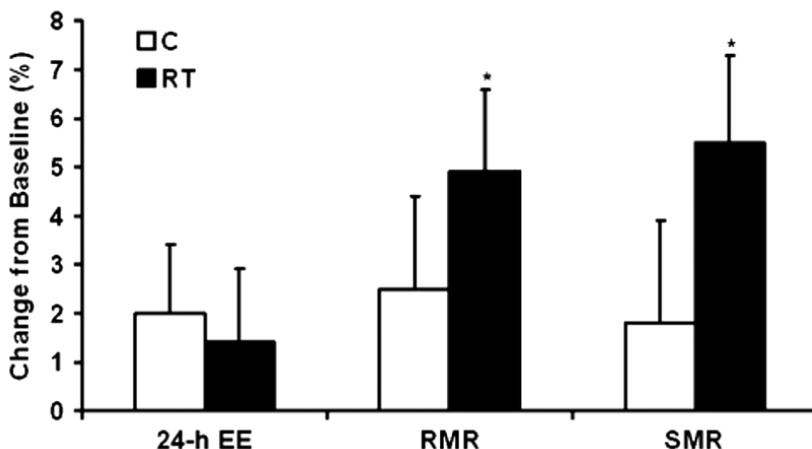
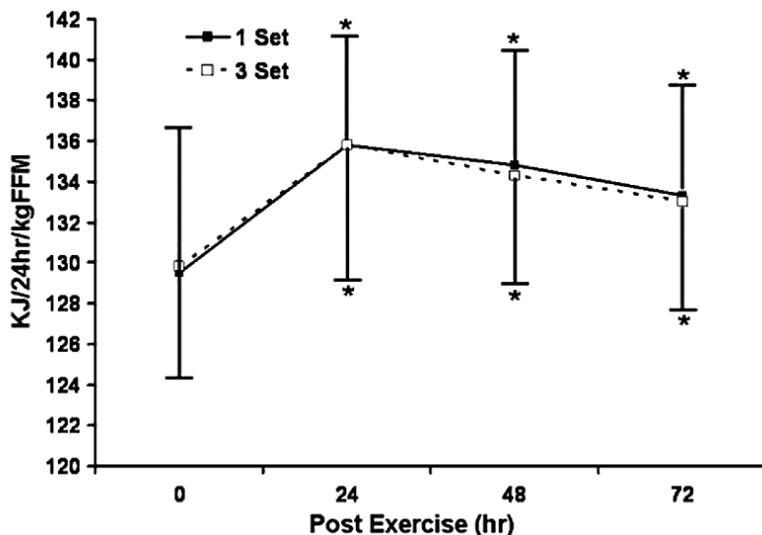


Figura 3.9

Figura adaptada do estudo de Heden et al. (2011), onde mostra o aumento similar da taxa metabólica de repouso (TMR) com a execução de sessão de treino com série única vs múltipla. Neste estudo, a TMR ficou aumentada por até três dias. SET: série; FFM: massa livre de gordura.



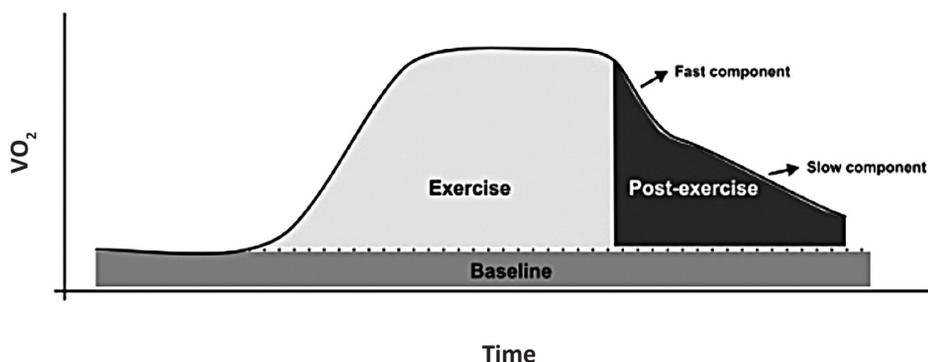
Uma das possíveis explicações para esse aumento transitório na TMR com o treinamento de força, é o dano no músculo estriado esquelético proporcionado pelo mesmo (Dolezal et al., 2000). Sabendo da relação entre dano muscular e aumento transitório da TMR, alguns estudos mostraram que a execução de exercícios excêntricos pode favorecer o aumento da TMR, em conjunto com o aumento da participação da oxidação de gorduras na produção de energia, em sujeitos fisicamente ativos e/ou com sobrepeso (Paschalis et al., 2010; Paschalis et al., 2011).

O EPOC é considerado como o excesso de consumo de oxigênio acima dos valores de repouso após a sessão de treino, e sua cinética pode ser dividida em duas partes, sendo estas a fase com o componente rápido e lento (Artioli et al., 2012) (Figura 3.10). O EPOC é um componente importante do metabolismo energético após uma sessão de treinamento de força, pois o efeito acumulado de várias sessões de treino proporciona déficit calórico significativo (Paoli et al., 2015). A magnitude e a duração do EPOC são dependentes da manipulação das variáveis da sessão de treino, sendo que protocolos de treinos com mais

volume e intensidade, tendem a terem melhores respostas de EPOC (Paoli et al., 2015). A literatura aponta que o treinamento de força proporciona melhor resposta de EPOC em comparação com o treino tradicional de *endurance*, como por exemplo uma corrida, neste sentido, aconselha-se a realização do treinamento de força para melhores respostas de EPOC (Paoli et al., 2015).

Figura 3.10

Figura adaptada do estudo de Artioli et al. (2012), onde mostra as áreas correspondentes ao consumo de oxigênio (VO_2) de repouso, do exercício e do pós-exercício que representa o EPOC. A figura também mostra os componentes rápido e lento da cinética do EPOC. EPOC: excesso de consumo de oxigênio pós-exercício.



Referências

ARTIOLI, G.G.; BERTUZZI, R.C.; ROSCHEL, H.; MENDES, S.H.; LANCHI, A.H. JR.; FRANCHINI, E. Determining the contribution of the energy systems during exercise. *J Vis Exp.*, v. 20, n. 61, p. 3413, 2012.

CORRÊA, D.A.; LOPES, C.R.; PAULODETTO, A.C.; SOARES, E.G.; GOMES, W.A.; SILVA, J.J.; BROWN, L.E.; MARCHETTI, P.H. Acute neuromuscular and metabolic responses to upper body strength, power, and hypertrophy protocols in resistance trained men. *International Journal of Sport, Exercise and Health Research*, v.1, n.2. p. 76-80, 2017.

DOLEZAL, B.A.; POTTEIGER, J.A.; JACOBSEN, D.J.; BENEDICT, S.H. Muscle damage and resting metabolic rate after acute resistance exercise with an eccentric overload. *Med Sci Sports Exerc*, v. 32, n. 7, p.1202-1207, 2000.

HEDEN, T.; LOX, C.; ROSE, P.; REID, S.; KIRK, E.P. One-set resistance training elevates energy expenditure for 72 h similar to three sets. *Eur J Appl Physiol*, v. 111, n. 3, p. 477-484, 2011.

GUYTON, A.C.; HALL, J.E. Tratado de Fisiologia Médica. 11ª ed. Rio de Janeiro, Elsevier Ed., 2006.

IDE, B.N.; LOPES, C.R.; SARRAIPA, M.F. Fisiologia do treinamento esportivo. Phorte editora, 2010.

JAMURTAS, A.Z.; KOUTEDAKIS, Y.; PASCHALIS, V.; TOFAS, T.; YFANTI, C., TSIOKANOS, A.; KOUKOULIS, G.; KOURETAS, D.; LOUPOS, D. The effects of a single bout of exercise on resting energy expenditure and respiratory exchange ratio. **Eur J Appl Physiol**, v. 92, n. 4-5, p. 393-398, 2004.

KIRK, E.P.; DONNELLY, J.E.; SMITH, B.K.; HONAS, J.; LECHEMINANT, J.D.; BAILEY, B.W.; JACOBSEN, D.J.; WASHBURN, R.A. Minimal resistance training improves daily energy expenditure and fat oxidation. **Med Sci Sports Exerc**, v. 41, n. 5, p. 1122-1129, 2009.

LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. Princípios de bioquímica Lehninger. 4.ed. São Paulo: Sarvier, 2006.

LOPES, C.R.; CRISP, A.H.; SHOENFELD, B.; RAMOS, M.; GERMANO, M.D.; VERLENGIA, R.; MOTA, G.R.; MARCHETTI, P.H.; AOKI, M.S. Effect of Rest Interval Length Between Sets on Total Load Lifted and Blood Lactate Response During Total-Body Resistance Exercise Session. **Asian Journal of Sports Medicine**, v. 9, n. 2, p. 1-7, 2018.

MCARDLE, W.; KATCH, W.; KATCH. Fisiologia do Exercício. Energia, Nutrição e Desempenho Humano. 7ª Edição. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2011.

PAOLI, A.; MORO, T.; BIANCO, A. Lift weights to fight overweight. **Clin Physiol Funct Imaging**. v. 35, n. 1, p. 1-6, 2015.

PASCHALIS, V.; NIKOLAIDIS, M.G.; GIAKAS, G.; THEODOROU, A.A.; SAKELLARIOU, G.K.; FATOUROS, I.G.; KOUTEDAKIS, Y.; JAMURTAS, A.Z. Beneficial changes in energy expenditure and lipid profile after eccentric exercise in overweight and lean women. **Scand J Med Sci Sports**, v. 20, n. 1, p. 103-1, 2010.

PASCHALIS, V.; NIKOLAIDIS, M.G.; THEODOROU, A.A.; PANAYIOTOU, G.; FATOUROS, I.G.; KOUTEDAKIS, Y.; JAMURTAS, A.Z. A weekly bout of eccentric exercise is sufficient to induce health-promoting effects. **Med Sci Sports Exerc**, v. 43, n. 1, p. 64-73, 2011.

POWERS, S.K.; HOWLEY, E.T. Fisiologia do Exercício teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho. 8ª edição. Editora Manole, 2014.

SMILIOS, I.; PILIANIDIS, T.; KARAMOUZIS, M.; TOKMAKIDIS, S.P. Hormonal Responses after Various Resistance Exercise Protocols. **Med Sci Sports Exerc**, v. 35, n.4, p. 644-654, 2003.

Capítulo 4

Biomecânica aplicada ao treinamento de força

Prof Ms. Gustavo Zorzi Fioravante
Prof Ms. Enrico Gori Soares

Biomecânica é a ciência que aplica os princípios da mecânica para compreender o movimento dos seres vivos (1). Em relação ao treinamento de força (TF), a biomecânica pode auxiliar o profissional de Educação Física a selecionar exercícios mais seguros e efetivos para seus clientes. Este capítulo irá: (i) descrever movimento humano utilizando a terminologia anatômica e mecânica apropriada; (ii) compreender os fatores que afetam a ativação e a produção de força e potência muscular; (iii) aplicar os conceitos da biomecânica na seleção dos exercícios e equipamentos do treinamento de força.

Descrição do movimento humano e conceitos fundamentais em biomecânica

A descrição do movimento sem referência às forças causadoras desse movimento é o campo de estudo da **cinemática**. A cinemática avalia o movimento a partir do deslocamento do corpo no tempo e espaço. Por exemplo, durante a realização de um agachamento, é possível descrever o **tempo** de cada ação muscular; o ângulo articular; o **deslocamento**, **velocidade** e a **aceleração** da barra em relação ao solo. Por outro lado, a descrição das forças causadoras do movimento é o campo de estudo da **cinética**. O movimento humano acontece através do controle das **forças internas** (ex. força muscular) e das forças externas ao corpo humano (ex. forças causadas pelos equipamentos do TF, gravidade, atrito). No exemplo do agachamento, é possível descrever as forças de reação do solo; as forças de cada músculo; os **torques** articulares; o **trabalho da força** e a **potência** da barra; a **pressão** intra-abdominal, etc. Cada uma dessas

grandezas possuem um significado específico que na maioria das vezes é interpretado erroneamente pelo senso comum. A tabela 4.1 apresenta as principais grandezas, suas definições e unidades de medida utilizadas na biomecânica.

Tabela 4.1

Principais grandezas utilizadas em biomecânica.

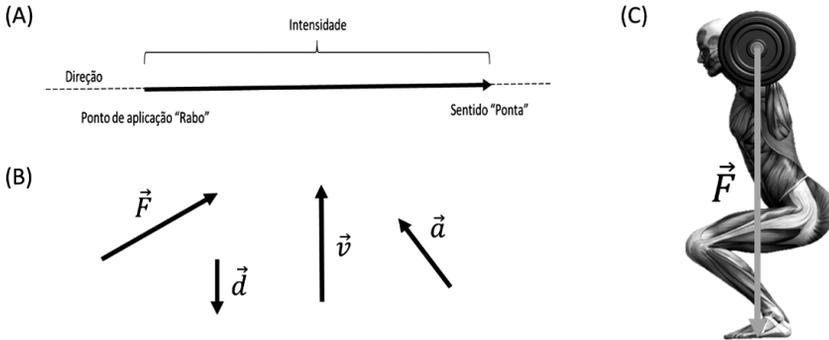
Grandeza	Unidade (SI)	Símbolo	Definição	Como é calculado
Massa	Quilograma	Kg	Propriedade inercial de um corpo. Resistência à aceleração que surge a partir de uma força.	$m = \frac{F}{a}$
Deslocamento	Metro	m	Representa a variação de posição (Δx) de um ponto material em dois momentos ($x - x_0$).	$\Delta x = x - x_0$
Velocidade	Metro/Segundo	m/s	Razão entre a variação na posição (Δx) e a variação no tempo (Δt)	$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x - x_0}{t - t_0}$
Aceleração	Metro/Segundo ²	m/s ²	Razão entre a variação da velocidade (Δv) e a variação no tempo (Δt).	$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - t_0}$
Momento	Quilograma* Metro/Segundo	kg*m/s	Quantidade de movimento (ρ).	$\rho = mv$
Força	Newton	N	Ação capaz de deformar ou modificar a velocidade de um corpo.	$F = ma$
Pressão	Pascal	Pa	Razão entre a força exercida em um corpo e a área de superfície desse corpo.	$P = \frac{F}{a}$
Torque	Newton*Metro	N*m	Tendência de giro ou rotação de um corpo em um eixo causada por uma força.	$T = Fd_{\perp}$
Trabalho de uma força	Joule	J	Produto da força e o deslocamento em que atua e o cosseno do ângulo entre a força e o deslocamento; medida da energia que essa força fornece ou consome do sistema que atua.	$\tau = F\Delta x$
Potência	Watts	W	Razão entre o trabalho de uma força e o intervalo de tempo em que ele se realiza.	$P = \frac{\tau}{\Delta t} = \frac{F * \Delta d}{\Delta t} = F * v$

Legenda: SI = Sistema Internacional de Unidades. Tabela adaptada de Gaspar, A. (2).

As grandezas podem ser classificadas em **grandezas escalares** e **grandezas vetoriais**. As grandezas escalares são perfeitamente definidas pelo valor numérico e sua respectiva unidade de medida. Por exemplo: 20 kg (massa), 30 s (tempo), 0,2 m² (área). As grandezas vetoriais necessitam também da indicação do sentido e a direção em que essas grandezas atuam. Por exemplo: 200 N (força), 20 m (deslocamento), 3 m/s (velocidade), 2 m/s² (aceleração). Essa indicação pode ser feita graficamente através do **vetor** (figura 4.1).

Figura 4.1

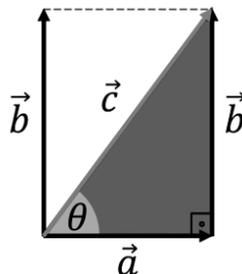
(A) representação gráfica de um vetor qualquer, (B) exemplos de vetores de força, deslocamento, velocidade e aceleração e (C) representação gráfica de um vetor de força peso aplicada à barra no exercício agachamento.



É possível somar e decompor vetores a partir de equações trigonométricas. Observe no exemplo abaixo que os vetores \vec{a} e \vec{b} formam um triângulo retângulo, em que \vec{c} é a hipotenusa e \vec{a} e \vec{b} são os catetos.

Figura 4.2

O vetor \vec{c} é a resultante ou soma vetorial do vetor \vec{a} e \vec{b} .



$$c^2 = a^2 + b^2$$

$$\cos \theta = \frac{a}{c}$$

$$\sin \theta = \frac{b}{c}$$

Forças, torques e alavancas

A força é uma grandeza física tipicamente associada a uma ação capaz de deformar ou alterar a velocidade de um corpo. No treinamento de força, as **forças externas** podem ser denominadas como aquelas que atuam fora do corpo humano (ex. força peso dos halteres, dumbbells, barras e anilhas, gravidade, atrito, resistência elástica), já as **forças internas** são aquelas que atuam dentro do corpo humano (ex. força de contração muscular, compressão nas superfícies articulares, tensão nos ligamentos)(3).

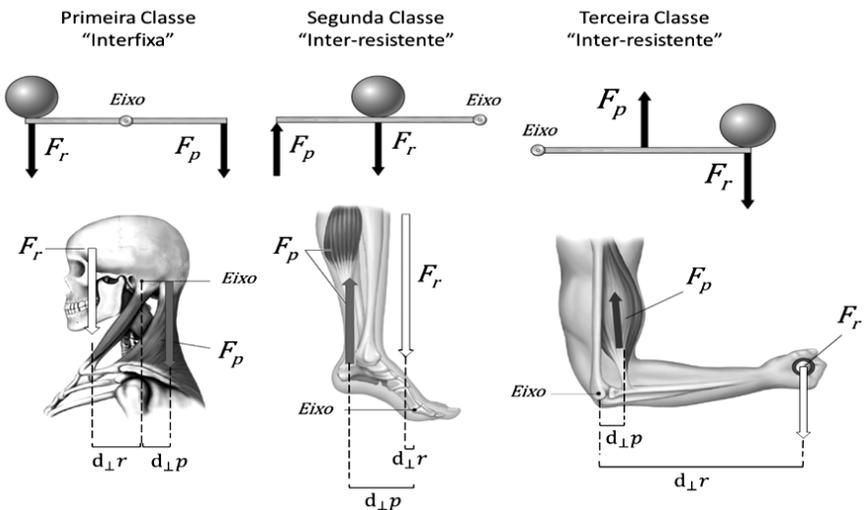
Quando as forças atuam em um sistema de **alavancas**, elas podem tender ou causar uma rotação de um corpo ao longo de um eixo. Uma alavanca é definida como uma estrutura rígida fixa em um único ponto (eixo) em que duas forças estão sendo aplicadas. A força muscular geralmente é denominada como **força potente** e a outra força é denominada **força resistente**. As alavancas podem ser configuradas de três classes diferentes. As alavancas de primeira classe, também denominadas de **interfixa**, possuem o eixo de giro entre as forças potente e resistente, os exemplos mais comuns no corpo humano são o movimento de extensão da coluna cervical, extensão do cotovelo e a extensão do quadril. As alavancas de segunda classe, também denominadas de **inter-resistentes**, possuem a força resistente entre a força potente e o eixo de giro, exemplos desse tipo de alavanca são raros no corpo humano, um deles é o movimento de flexão plantar do tornozelo quando o indivíduo se encontra sentado (ex. durante a realização do exercício “máquina solear”). Nesse tipo de alavanca sempre ocorre uma **vantagem mecânica**, porquê o braço de potência (l_p) é sempre maior que o braço de resistência (l_r). As alavancas de terceira classe, também denominadas **interpotentes**, possuem a força potente entre a força resistente e o eixo de giro, alguns exemplos são a flexão do cotovelo, os movimentos de flexão, extensão, adução do ombro. Nesse tipo de alavanca sempre ocorre uma **desvantagem mecânica**, porquê o braço de potência (l_p) é sempre menor que o braço de resistência (l_r); entretanto, um encurtamento muscular bem reduzido causa um deslocamento muito maior na extremidade dos segmentos (Figura 4.3).

O efeito de rotação causado pela força é denominado de **torque**. A magnitude do torque é calculado pela multiplicação do vetor força (F) pelo braço de alavanca, sendo o braço de alavanca igual a distância perpendicular (d) da linha de ação do vetor força até o eixo de giro da alavanca (Tabela 4.1). A forças potente, causam um torque potente e a força resistente causa um torque resistente. As ações musculares podem ser definidas baseado nas relações entre o torque potente e resistente em uma articulação. Na ação

isométrica o torque potente e resistente são iguais, na ação concêntrica o torque potente é maior que o torque resistente, por fim, na ação excêntrica o torque resistente é maior que o torque potente.

Figura 4.3

Classes de alavancas. Legenda: F_p = força potente, F_r = força resistente, $d_{\perp p}$ = distância perpendicular entre a linha de ação da força potente e o eixo de giro da alavanca, $d_{\perp r}$ = distância perpendicular entre a linha de ação da força resistente e o eixo de giro da alavanca.



Biomecânica aplicada aos equipamentos utilizados para o treinamento de força

Existe uma variedade imensa de exercícios e equipamentos que podem ser selecionados para os programas de TF. Os equipamentos servem para aplicar forças externas que podem ser constantes ou variadas dependendo da mecânica do equipamento. A escolha entre eles depende dos objetivos do cliente, seu nível de experiência e as curvas de força em cada um dos movimentos corporais. Cada um dos equipamentos abordados nessa secção possui características mecânicas únicas. Essas características são revisados na tabela 4.2.

Tabela 4.2

Características mecânicas dos equipamentos utilizados no TF.

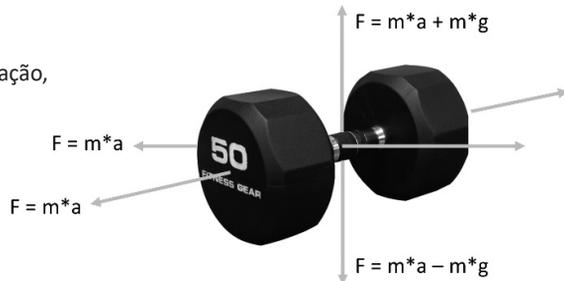
Tipo	Exemplos	Movimento	Magnitude da Força	Direção da Força
Peso livre	Halteres, dumbbells, barras, anilhas e caneleiras.	Sem restrição "livre"	Depende da massa e da aceleração aplicada ao equipamento.	Na maioria das vezes, é orientado para o centro da terra devido à aceleração da gravidade. Mas essa direção pode variar se o equipamento for acelerado em outro plano.
Máquinas com trilhos.	Leg press 45°, leg press 60°, leg press 90°, agachamento hack, todos exercícios realizados na barra guiada "Smith".	Restrito no plano inclinado do trilho.	Depende da massa utilizada no equipamento; da aceleração aplicada ao equipamento e do ângulo de inclinação do trilho em relação a vertical.	A força aplicada no praticante de TF é paralela ao plano de inclinação do trilho.
Máquinas com cabos e polias.	<i>Cross over</i> , puxadores e remadas com cabos.	Sem restrição.	Depende da massa utilizada no equipamento; da aceleração utilizada no exercício e da disposição das polias na máquina.	A força é aplicada na mesma direção que o cabo.
Máquinas com alavancas.	Remada cavalinho, remada e puxada convergente, banco solear.	Restrito ao plano de movimento do equipamento.	Depende da massa utilizada no equipamento; da aceleração utilizada no exercício; do tipo, dos braços e do ângulo de inclinação da alavanca.	A força deve ser aplicada perpendicularmente ao braço da máquina para facilitar a execução do exercício.
Máquinas com CAM.	Cadeira e mesa flexora, cadeira extensora, rosca Scott máquina.	Restrito ao plano de movimento do equipamento.	Depende da massa utilizada no equipamento; da aceleração utilizada no exercício; do raio do CAM.	A força é aplicada perpendicularmente ao braço da máquina.
Elásticos	Therabands, superbands, minibands.	Sem restrição.	Depende da deformação e do coeficiente de deformação do elástico.	A força é aplicada na mesma direção que o elástico.
Correntes	Correntes	Sem restrição.	Depende da massa dos elos da corrente e do deslocamento dos elos em relação ao solo.	Orientado ao centro da terra.

Pesos livres

Os pesos livres sem dúvida são os equipamentos mais comuns e mais versáteis encontrados nas academias. São equipamentos relativamente baratos e necessitam de pouca manutenção se comparados às máquinas. Por estarem “livres” no espaço, os exercícios que utilizam esse tipo de equipamento demandam maior ativação dos músculos sinergistas e antagonistas (co-contracção), portanto, muitas vezes são considerados mais funcionais por possibilitam replicar os movimentos encontrados nos esportes e no dia-a-dia.

A magnitude da força depende da massa e das acelerações aplicada ao equipamento ($F=ma$). Caso o movimento seja realizado em uma velocidade controlada, a principal aceleração atuante é a aceleração da gravidade, portanto, o vetor de força é orientado para o centro da terra. Em alguns exercícios balísticos que o movimento não ocorre necessariamente na vertical (ex. *kettlebell swing*, arremesso lateral de *medicine ball*) o vetor força não necessariamente será orientado para o centro da terra, e sim para a direção em que o equipamento está sendo acelerado.

Figura X: Forças aplicadas no peso livre. Legenda: F = força, a = aceleração, g = aceleração da gravidade.



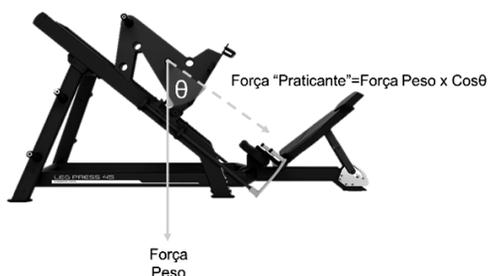
Máquinas

As máquinas também são frequentemente encontradas nas academias. Algumas das vantagens desse tipo de equipamento são: segurança, facilidade para aprender a técnica e substituir os pesos (apenas com um pino), algumas máquinas geram resistência variável em uma tentativa de se ajustarem às curvas de força dos praticantes de TF, geralmente não requerem um auxiliar, máquinas pneumáticas e hidráulicas permitem realizar o movimento em velocidades máximas, as máquinas “multiestação” permitem a realização de vários exercícios e por fim, podem ser um “atrativo” para a venda de planos nas academias. Existem uma variedade cada vez maior de marcas e modelos de máquinas. Aqui abordaremos as mais comumente encontradas nas academias.

Trilhos

Os principais exemplos de trilhos são o legpress 45° , o leg press 60° , o leg press 90° , o agachamento hack e os exercícios realizados na barra guiada "Smith". Nesses equipamentos a força aplicada pelo praticante de TF é igual ao produto da força peso (força aplicada pelas anilhas) pelo cosseno do ângulo entre a linha de ação da força peso (vertical) e o plano de inclinação do trilho do equipamento (ângulo em vermelho na figura XA). Portanto, quanto mais vertical a inclinação do trilho do equipamento mais força o praticante terá que fazer caso a força peso seja constante. Por exemplo, um praticante de TF que coloque 100kgf de anilhas no leg press 45° está realizando somente 70 kgf (Força no praticante = $100 \text{ kgf} * \cos 45^\circ = 100 \text{ kgf} * 0,7 = 70$). Caso ele opte por utilizar a mesma sobrecarga no legpress 60° , a força que o praticante de TF terá que exercer será igual a 86 kgf (Força no praticante = $100 \text{ kgf} * \cos 30^\circ = 100 \text{ kgf} * 0,86 = 86 \text{ kgf}$). Nesse exemplo, estamos desconsiderando o atrito do equipamento e o peso da plataforma em que os pés ficam apoiados.

Figura X: A força aplicada no praticante é igual a força peso multiplicada pelo cosseno do ângulo teta em vermelho.



Polias

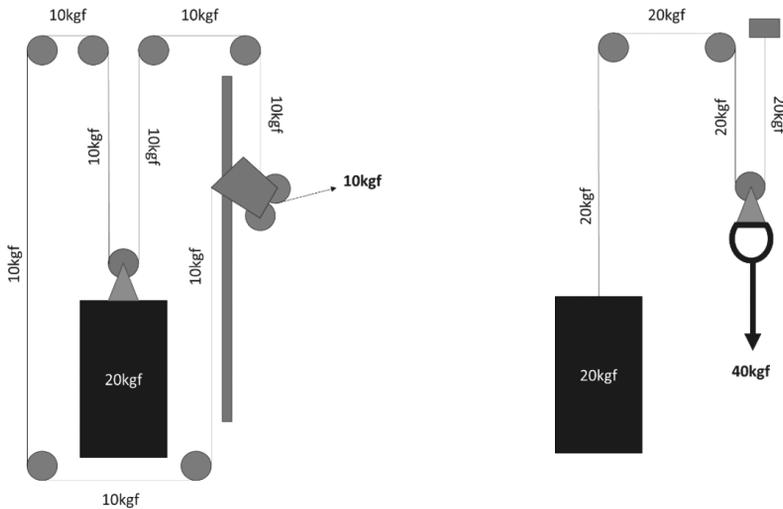
A maioria das máquinas utiliza algum sistema de polias para transmitir as forças da pilha de peso para os praticantes de TF. Por exemplo, no *cross over* a força da pilha de peso é sempre aplicada em direção ao centro da terra (força da gravidade). Através do sistema de cabos e polias, é possível que essa força seja redirecionada para qualquer direção dependendo de como a máquina é ajustada. Isso permite que uma grande variedade de exercícios seja realizada nesse equipamento. Além dessa vantagem, os exercícios realizados com cabos também demandam uma maior ativação dos músculos sinergistas e antagonistas (similar aos pesos livres).

Muitas vezes o senso comum diz que "quanto mais polias, mais leve a máquina", entretanto, essa afirmação é incorreta. O que pode afetar a força aplicada nesses tipos de equipamentos é o tipo e a disposição das polias na máquina. As polias podem ser fixas ou móveis. As polias fixas alteram a direção da força aplicada sem

alterar a sua intensidade. As polias móveis podem dividir ou multiplicar a força da pilha de peso por dois, dependendo da sua disposição na máquina. Por exemplo, o *cross over* geralmente possui uma polia que se movimenta junto da pilha de pesos (polia móvel), que divide a força da pilha de peso. As demais polias “giram”, porém, permanecem presas à máquina (polias fixas). Portanto, a força aplicada no praticante de TF será igual a metade da força selecionada na pilha de pesos.

Figura 4.4

A figura da esquerda representa o modelo de *cross over* mais comumente encontrado nas academias. Nele, a força aplicada no praticante é igual a metade da força selecionada na pilha de pesos. Na figura da direita, o praticante tem que sustentar a pilha de peso segurando em um manete preso à polia móvel. Nesse caso a força aplicada no praticante é igual ao dobro da força selecionada na pilha de pesos.

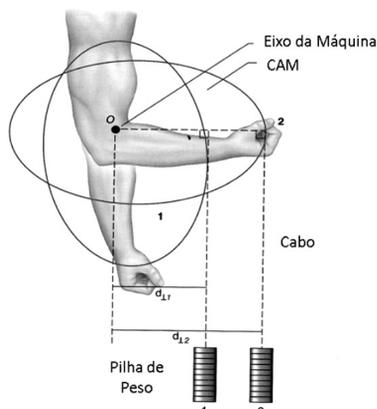


CAMs

CAMs são discos de raio variado (similares às elipses) por onde passam os cabos que estão ligados à pilha de pesos. A principal função desses equipamentos é gerar uma resistência variável ao longo de toda a amplitude de movimento para se aproximar da curva de produção de força em uma série de movimentos. Os principais exemplos de máquinas que utilizam CAMs são a cadeira extensora, a cadeira e mesa flexora, a rosca Scott máquina. A figura 4.5 apresenta o funcionamento de uma das máquinas baseados em CAMs.

Figura 4.5

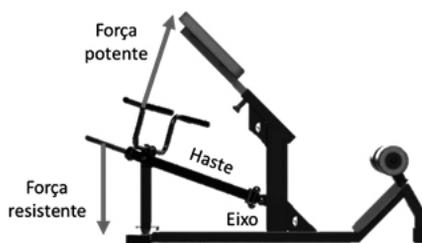
Nas máquinas que utilizam CAM o braço de alavanca (l) muda durante a realização do movimento. Quanto maior a distância entre o eixo de giro da máquina e a linha de atuação de força do cabo, maior o torque transmitido para o praticante de TF.



Alavancas

Os equipamentos baseados em alavancas possuem um eixo de giro, uma haste rígida, uma força resistente (força peso das anilhas) e uma força potente (força exercida pelo praticante de TF). Alguns exemplos são a remada cavalinho, a remada convergente, e as puxadas convergentes. Nesses equipamentos a maior resistência externa acontece quando a haste está paralela ao solo (maior braço de resistência). Na remada cavalinho por exemplo, a resistência reduz progressivamente ao longo da fase concêntrica do movimento. Portanto, esse equipamento exerce uma curva de força descendente.

Figura 4.6: Exemplo de máquina baseada em uma alavanca. Nesse caso, a maior resistência acontece quando a haste está paralela ao solo (maior braço de resistência).

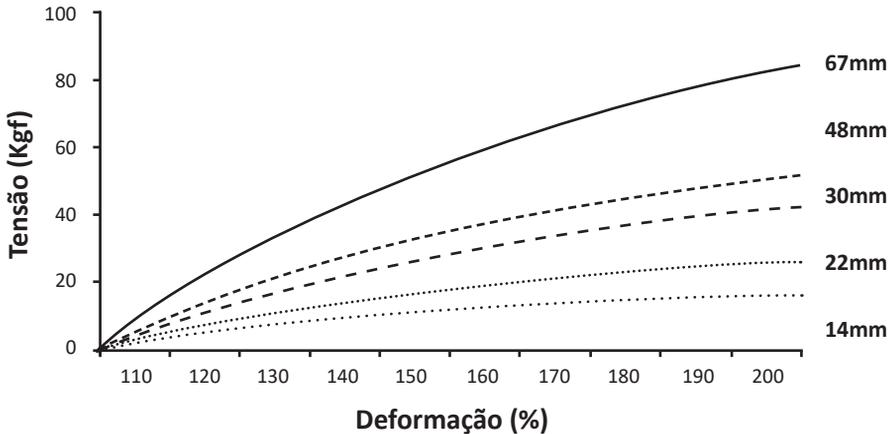


Elásticos

Elásticos são uma modalidade de resistência baseado na deformação dos materiais. A força exercida por tubos, faixas e cintos elásticos é regida pela Lei de Hooke ($F = k \cdot \Delta l$). Sendo F = a força exercida pelo elástico (N), k = a constante da mola (N/m) e Δl = a variação do comprimento do elástico (m). Portanto, quanto maior a variação no comprimento (mais esticado o elástico) e maior a constante de mola (medida da rigidez do material ou a sua resistência contra o alongamento) maior a força aplicada no praticante de TF (Figura 4.7).

Figura 4.7

Relação tensão x deformação de vários calibres de elásticos.
Adaptado de McMaster et al., (4).



É possível determinar o k a partir da Lei de Hooke. Primeiro, temos que mensurar o comprimento em repouso do elástico; então, devemos aplicar uma força constante no elástico (isso pode ser realizado pendurando um peso livre “anilha” no elástico) e mensurar novamente o comprimento do elástico agora alongado. Supondo que um elástico de 1m foi deformado 0,1m após a aplicação de uma força de 50N, o coeficiente da mola será de:

$$F = k \cdot \Delta l \rightarrow k = F / \Delta l \rightarrow k = 50N / 0,1m \rightarrow k = 500N/m$$

Como a resistência aumenta à medida que o elástico é alongado, muitos praticantes de TF utilizam elásticos junto dos pesos livres em exercícios que apresentam a curva de força ascendente (ex. variações de supino, agachamento e levantamento terra). A revisão de literatura de Soria-Gila et al., (5) demonstrou que essa estratégia promove ganhos em uma série de medidas de força máxima superiores ao treinamento com somente pesos livres. Além da utilização em conjunto com os pesos livres, os elásticos são equipamentos versáteis e fáceis de transportar.

Por fim, saber os conceitos básicos da biomecânica é essencial para a prescrição do treinamento de força. Esse conhecimento auxilia o profissional de Educação Física a selecionar exercícios mais seguros e efetivos para seus clientes.

Referências

ZATSIORSKY, V. Biomechanics in sport: Performance enhancement and injury prevention: John Wiley & Sons; 2008.

GASPAR, A. Física. São Paulo: Ática; 2005.

COBURN, J.W.; MALEK, M.H. NSCA's Essentials of Personal Training. United States: Human Kinetics; 2012.

McMASTER, D.T.; CRONIN, J.; McGUIGAN, M.R. Quantification of rubber and chain-based resistance modes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 8, p. 2056-64, 2010.

SORIA-GILA, M.A.; CHIROSA, I.J.; BAUTISTA, I.J.; BAENA, S.; CHIROSA, L.J. Effects of variable resistance training on maximal strength: A meta-analysis. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 11, p. 3260-70, 2015.

Capítulo 5

Métodos de avaliação da força motora

Prof Dr. Charles Ricardo Lopes
Prof. Danilo Rodrigues Batista
Prof. Wellington Gonçalves Dias

É de suma importância avaliar e interpretar as distintas manifestações de força, principalmente quando se busca a individualização e adequação dos programas de treinamento para melhora da qualidade de vida, estética e *performance*. Tais avaliações devem ser realizadas por meio de testes e re-testes, que por sua vez, fornecem subsídios para a progressão dos programas de treinamento. No entanto, apesar da grande importância, muitos profissionais não avaliam seus alunos com frequência.

Objetiva-se neste capítulo, fornecer informações aos professores de educação física avaliar e acompanharem a evolução de seus alunos (clientes) na prescrição das rotinas de treinamento apresentando testes físicos de fácil aplicação prática. O intuito desta obra será apresentar protocolos validados pela literatura científica e de fácil aplicação prática para o professor de educação física, não tendo como objetivo discutir todos os testes possíveis (para tal, recomendam-se livros específicos na referida área de estudo).

Periodicidade das avaliações físicas: O momento adequado para realizar novas avaliações não é determinado como se fosse uma “receita de bolo”, pois depende de inúmeras variáveis encontradas pelo professor de treinamento personalizado. Segue abaixo os principais fatores na determinação na próxima avaliação, tais como:

1. Frequência do aluno na realização da planilha de treinamento;
2. Duração da planilha de treinamento e da dieta elaborados pelo professor de educação física e nutricionista;
3. As respostas apresentadas pelo aluno na última planilha de treinamento.

Teste de 1RM concêntrico (1RMcon) ou Ação Muscular Voluntária Máxima concêntrica [119]:

É o teste mais utilizado para medir a força, sendo simples, barato e rápido na sua mensuração. Embora possa proporcionar somente informações parciais sobre valores de força máxima. O teste de 1RM consiste em avaliar a força máxima dinâmica de membros superiores e inferiores com a máxima carga que o aluno pode realizar em uma única repetição com a técnica adequada do movimento. Após um aquecimento de três a cinco minutos, o atleta irá realizar uma repetição correta do movimento. O protocolo para determinar o 1RMcon consiste de 3-5 tentativas para levantar a maior carga possível nas ações concêntricas. Pausas de 3 a 5 minutos são empregadas entre as tentativas, assim como incrementos ou decréscimos progressivos das cargas até que uma ação muscular completa seja configurada (BROWN et al., 2003).

Dados fornecidos pelo teste: O teste fornece informações da força máxima bilateral e unilateral dos membros avaliados.

Aplicação pratica da avaliação: Permite verificar a eficiência do treinamento de força comparando o pré e pós-intervenção, bem como estimar o % da carga de treino.

Teste de 60%1RM:

O teste consiste em avaliar a resistência de força dinâmica de membros superiores e inferiores. Uma vez determinada a carga de 1RMcon, 60% desse valor será calculado para o teste. Após um suficiente período de recuperação (4 a 5 min), os alunos realizarão o máximo de repetições possíveis com tal carga até a fadência voluntária.

Dados fornecidos pelo teste: São fornecidos níveis de resistência de força dos membros analisados, no qual podem ser avaliados de forma unilateral.

Aplicação pratica da avaliação: Permite verificar a eficiência do treinamento de força.

Teste de Repetições máximas (Zona de Repetições):

O teste de repetições máximas consiste no professor estabelecer um número de repetições que o aluno deverá executar. Se durante o exercício o aluno realizar mais movimentos do que o estabelecido, significa que a carga estipulada está leve, porém caso sejam realizadas menos repetições, a carga está muito alta. Por exemplo, para o treinamento de resistência de força o *personal training* estabelece de 12 a 15 repetições máximas, logo o aluno deverá trabalhar com uma carga que permita realizar o estabelecido pelo professor, se sair abaixo de 12 repetições será necessário abaixar a carga, mas se sair acima de 15 repetições significa que a carga

estabelecida está leve. Porém para o dia-a-dia do treinamento, o trabalho com repetições máximas pode ser mais indicado em relação ao teste de 1RM, pois tanto o aluno como o professor ao estabelecerem as repetições a serem executadas e poderão perceber facilmente se a carga está leve ou pesada para cada cliente. Sabendo que o teste de 1RM possui grande influência neural (recrutamento de fibras, velocidade de condução do sinal, recrutamento das unidades motoras), os resultados do teste poderão sofrer alterações toda semana, e com isso a carga de treino estabelecida na primeira avaliação pode ser alterada nas semanas seguintes. Logo seria necessário realizar o teste de carga máxima toda semana para se trabalhar com a carga correta, o que seria impossível na rotina de treinamento estabelecida pelo professor, por isso recomenda-se o uso do teste de repetições máximas, no qual durante o próprio treinamento, pode-se ajustar a carga de treinamento.

Controle da carga interna:

Reorganizar o planejamento e diminuir os riscos de lesões e monotonia é um fator primordial para que os alunos possam alcançar o estado ótimo da forma física. É importante ressaltar que a magnitude da carga interna (nível de estresse do organismo) será determinada pelo treino realizado (carga externa) (KENTTA, HASSMÉN, 1998). Muitas vezes, durante as aulas de treinamento personalizado, a carga e o volume do treino podem exceder ou não atingir o que estava planejado anteriormente. Além disso, a recuperação dos alunos que frequentam várias aulas na semana pode não acontecer como o esperado, e assim se faz necessária uma mudança no volume e ou na intensidade do treinamento para a evolução dos alunos. Afinal, para entender a carga interna do organismo e suas adaptações ao treinamento, é preciso conhecer a carga externa que foi aplicada.

Percepção subjetiva de esforço (PSE):

A PSE é explicada, segundo Borg et al. (1982), como a integração de sinais periféricos (articulações e músculos) e centrais (ventilação) que ao serem interpretados pelo córtex-sensorial produzem a percepção geral ou localizadas do empenho para a realização de uma determinada tarefa, por meio do mecanismo de retroalimentação (*feedback*). Segundo Aguiar et al. (2012), ela possui uma interferência psicológica que pode causar uma variabilidade na intensidade de cada treino. Porém diversos estudos apontam que é possível utilizá-la no controle do treinamento, inclusive apresenta uma correlação significativa com a frequência cardíaca e o lactato (IMPELLIZZERI, et al. 2004). A utilização da PSE para o controle de treinamento inicia-se com uma pergunta para cada aluno: como foi a sua sessão de treino? A questão deve ser realizada de 10 a 30 minutos após o término da aula, para que a avaliação da aula seja global e

não apenas dos últimos estímulos da aula. A resposta deve ser realizada com referência na escala de CR10 de Borg (1982) modificada por Foster et al. (2001). A escala pode ser visualizada no Quadro 5.1. É importante que o aluno escolha primeiramente o descritor para depois mencionar um número de 0 a 10, sendo que este número poderá ser fracionado, por exemplo, 6,5.

Quadro 5.1

Escala de CR10 de Borg (1982) modificada por Foster et al. (2001)

Classificação	Descritor
0	Repouso
1	Muito, muito fácil
2	Fácil
3	Moderado
4	Um pouco difícil
5	Difícil
6	---
7	Muito difícil
8	---
9	---
10	Máximo

O cálculo da carga de treino por meio da PSE consiste na multiplicação do escore escolhido pelo aluno (intensidade), pelo tempo total da aula em minutos (volume), inclusive intervalos e aquecimentos, o resultado será expresso em unidades arbitrárias (UA). Como exemplo, considere que o aluno na quarta-feira classificou a intensidade do treino segundo a PSE como sete e o tempo total da aula foi de 60 minutos, logo a carga interna de treinamento foi de 420 UA.

A PSE também pode ser utilizada para controlar a CIT de força. Após a aula, o professor pergunta: como foi sua sessão de treino ou aula? Logo após ele multiplica o valor da escala relatado pelo aluno, pela quantidade total de repetições que o aluno realizou em toda sessão do treinamento de força. Para encontrar a unidade arbitrária de cada aula, basta encontrar o número total de repetições realizadas na aula e multiplicar pelo valor da escala da PSE fornecida pelo aluno. Por exemplo, o aluno realizou quatro séries de 10 repetições no agachamento, supino, panturrilha sentada e remada alta; logo nota-se que foram realizadas 40 repetições em cada aparelho, e sendo quatro aparelhos utilizados,

tem-se um total de 160 repetições na aula. Considerando que na escala da PSE ele classificou a aula como 7 (muito difícil). Com isso basta multiplicar as 160 repetições pela escala 7, resultando em uma unidade arbitrária de 1120UA.

Teste de qualidade total de recuperação (TQR):

Somado ao controle por meio da PSE, o questionário de recuperação TQR pode ser utilizado para o controle e elaboração de cada aula no treinamento personalizado. Ao aplicar um determinado teste para monitorar as cargas de treino, é interessante combiná-lo com um ou mais métodos para aumentar a confiabilidade dos resultados. O teste TQR foi proposto por Kentta e Hassmen (1998) como uma ferramenta simples e não invasiva, que apresenta a comissão técnica o nível de recuperação de cada atleta. O questionário é baseado na escala de Borg (1982) e possui uma tabela de referência semelhante ao da PSE. No Quadro 5.2, é possível visualizar a escala de recuperação TQR. Antes das aulas de treinamento personalizado, o professor deve perguntar ao aluno: como você se sente em relação a sua recuperação? O aluno deverá escolher primeiramente o descritor e na sequência o índice correspondente.

Quadro 5.2.

Escala de recuperação TQR (KENTTA, HASSMÉN, 1998).

Como você se sente em relação à sua recuperação?	
Índice	Descritor
6	Em nada recuperado
7	Extremamente mal recuperado
8	---
9	Muito mal recuperado
10	---
11	Mal recuperado
12	---
13	Razoavelmente recuperado
14	---
15	Bem recuperado
16	---
17	Muito bem recuperado
18	---
19	Extremamente bem recuperado
20	Totalmente bem recuperado

Os autores da avaliação TQR afirmam que os testes que possuem fatores psicológicos podem revelar sintomas de *overtraining* mais precocemente em relação aos marcadores imunológicos e fisiológicos. O estudo de Victor e Bara Filho (2011) utilizou a PSE, TQR e CK (creatinaquinase) após exercícios físicos de alta intensidade, concluíram que os métodos não invasivos podem ser utilizados para o controle da carga de treinamento. Neste sentido, se ao responder o teste de TQR o aluno relatar valores abaixo do índice 13 (razoavelmente recuperado), sendo este o valor mínimo para uma boa aula, é importante conhecer o aluno e seu ritmo de vida, conversar com o mesmo e diminuir o volume do trabalho para a aula no sentido de minimizar os riscos de lesões e futuramente doenças infecciosas e nos piores casos o *overtraining*. Porém, se o trabalho elaborado pelo professor de treinamento personalizado foi de alta demanda e mesmo assim o aluno relatou níveis altos ou máximos, é interessante após a aula dialogar com o aluno sobre como esta seu sono, alimentação, hidratação, suplementação, entre outros fatores que podem estar prejudicando o seu rendimento.

Métodos de avaliação da arquitetura muscular

No século XIX, Nicholas et al. (1976) considerou a fita métrica uma forma prática e rápida de realizar a medida de espessura muscular (EM), com isso, esse método de medição passou a ser utilizado para executar tal tarefa. No entanto, 4 anos mais tarde, Young et al. (1980) verificou que a imagem de ultrassom (US) modo-B em escala de cinza seria uma forma mais precisa de aferir a EM quando houvesse perda de massa muscular do quadríceps. Do mesmo modo, 3 anos depois, Young et al. (1983) percebeu que a imagem de US também serviria para verificar o aumento da EM induzida pelo treinamento de força (TF) e que seria uma forma mais direta para compreender essa função devido a exclusão da camada superficial de gordura.

No entanto, a EM é apenas uma das partes que integra a arquitetura muscular (AM), assim como a rigidez muscular, ângulo de penação (AP) e comprimento das fibras musculares (ANGLERI et al., 2017). Todos esses componentes da AM, são considerados parâmetros importantes para performance humana (AAGAARD et al., 2001) e em função disso, atualmente muitos pesquisadores da área da Educação física têm utilizado esse método para avaliar as mudanças na AM induzida pelo exercício.

Hodiernamente, existe uma maneira mais eficaz para realizar medidas da AM, algumas pesquisas (EMA et al., 2013; FINK et al., 2018; FINK et al., 2018; KUCHARSKA e SZPALA, 2018), tem utilizado a ressonância magnética (RM) — considerada padrão ouro — como um meio extremamente preciso para estimar

os componentes que integram a AM, porém, a RM tem um custo efetivamente alto em relação ao US, além disso, o US tem alta confiabilidade (IC >0,99) quando comparado com a RM (MARINHO e OLIVEIRA, 2013; REEVES et al., 2004). Portanto, para maior praticidade e aplicabilidade, o US parece ser a melhor opção quando se trata de avaliar algum item da AM.

A medida da AM por meio do US é uma técnica bastante confiável, já foi bastante debatida na literatura e atualmente é validada (GOMES et al., 2010; LIXANDRÃO et al., 2014; SCOTT et al., 2017). Contudo, é imprescindível que profissionais de educação física levem em consideração essa técnica, ou seja, utilização do US quando o objetivo for avaliar a EM, rigidez muscular, AP e/ou tamanho da fibra muscular, pois, o US tem se demonstrado uma ferramenta acessível e eficiente de avaliação.

Espessura muscular

A literatura classifica a medida da espessura muscular (EM) como a distância entre a ¹aponeurose superficial e profunda do musculo avaliado, essa distância pode ser observada em diferentes disposições, sendo essas disposições dependente do posicionamento do ²transdutor linear no momento de aquisição da imagem. O avaliador pode utilizar a posição do transdutor de forma perpendicular ao tecido no plano longitudinal (figura 5.1) e transversal (figura 5.2), (LEITE, 2010; ATO et al., 2018).

Figura 5.1
Plano Longitudinal

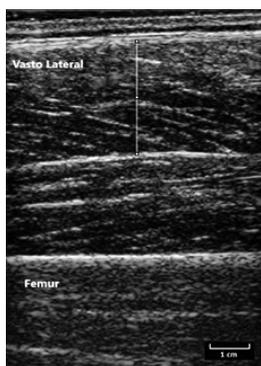


Figura 5.2
Plano Transversal



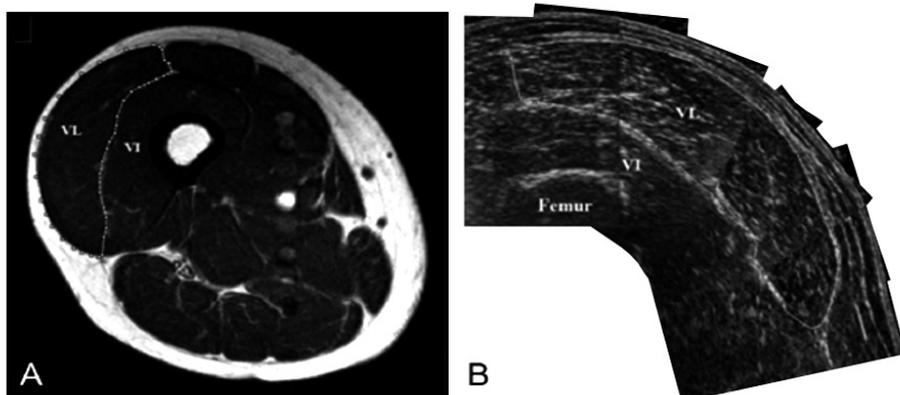
¹ Aponeurose – Membrana que envolve o musculo esquelético;

² Transdutor linear (Equipamento de condução manual). O som com uma frequência de 12MHz é emitido, passa por seus componentes e atinge o tecido alvo, em seguida retorna e os “cristais” localizados em sua membrana possibilita interpreta-lo em forma de imagem nas escalas de cinza através no monitor.

Outra forma de avaliar a espessura muscular é através das “imagens ajustadas” (figura 5.3), esse método utiliza da combinação de imagens sequenciais afim de estruturar uma única imagem com as características de uma imagem adquirida por ressonância magnética. Nesse método a medida é representada pela área (cm²) do musculo avaliado (REEVES, MAGANARIS, & NARICI, 2004; LIXANDRÃO et al., 2014; DAMAS et al., 2016).

Figura 5.3 A

Ressonância magnética; B= Ultrassonografia.(LIXANDRÃO et al., 2014).

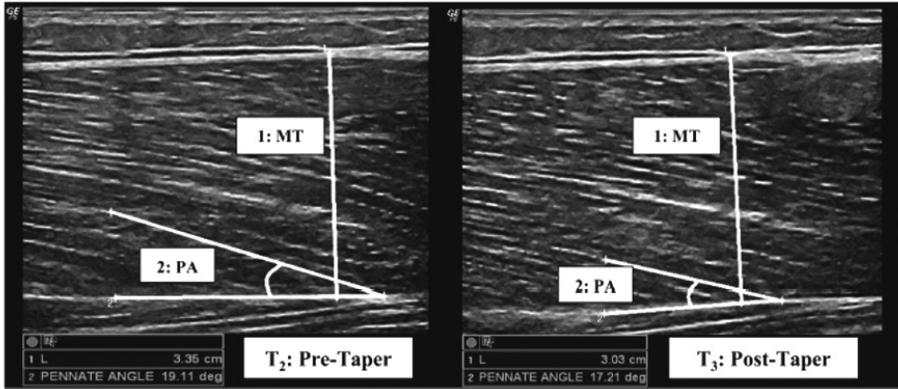


Ângulo de penação

O ângulo de penação (AP) se refere a uma característica da arquitetura muscular, ele é determinado pelo angulo da fibra muscular em relação a aponeurose profunda do musculo avaliado. Para identificar esse é ângulo é necessário que a imagem seja adquirida com o transdutor na posição longitudinal (figura 5.4). A mudança nesse ângulo é descrita como uma adaptação frente a intervenção realizada. (KAWAKAMI & FUKUNAGA, 1993; BLAZEVIICH & CANNAVAN, 2009; ATO et al., 2018).

Figura 5.4

Ângulo de penação e espessura muscular pré e pós intervenção (REZENDE et al., 2018) metabolic equivalent of tasks-minute/week – MET-min/week; ATO et al., 2018).



Comprimento da fibra muscular

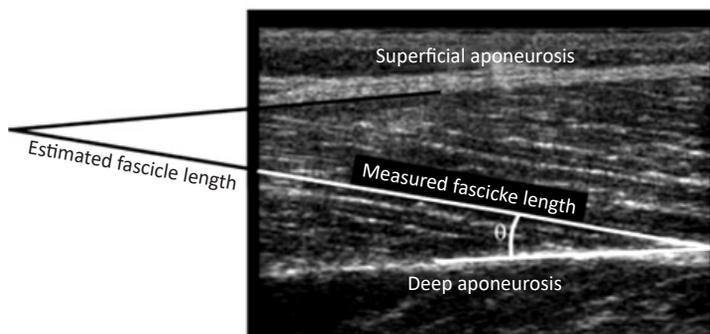
Outro parâmetro relacionado a arquitetura muscular é o comprimento da fibra (CF) muscular, a identificação dessa medida também é possível a partir de uma imagem adquirida com o transdutor na posição longitudinal (figura 5.5), no entanto devido a imagem ser apenas de uma parcela do músculo avaliado é necessário aplicar uma equação para determinar essa medida, assim como estimar a o comprimento total (REEVES & NARICI, 2003; KELLIS, GALANIS, NATSIS, & KAPETANOS, 2009; BLAZEVIICH e CANNAVAN, 2009; TIMMINS et al., 2016).

$$\text{Equação: } FL = \sin(AA + 90^\circ) \cdot MT / \sin(180^\circ - AA) \text{ (} AA + 180^\circ - PA \text{)}$$

Legenda: FL= fascicle length (comprimento da fibra), AA = aponeurosis angle (ângulo da aponeurose), MT = muscle thickness (espessura muscular) e PA = pennation angle (ângulo de penação).

Figura 5.5

Comprimento da fibra muscular (BLAZEVICH e CANNAVAN, 2009).

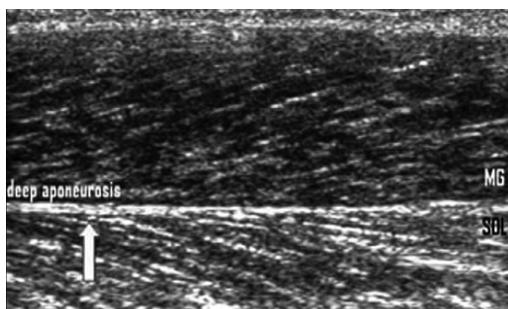


Rigidez muscular

Existe a possibilidade de identificar a rigidez muscular a partir da imagem de ultrassom modo-B, no entanto é necessário a utilização de um ³Dinamômetro isocinético. Para se obter essa medida o músculo deve ser estimulado a uma contração voluntária máxima (CVM). Essa medida se refere a diminuição no ângulo de penação durante a CVM, *ex*: aproximação das fibras musculares do músculo sóleo e gastrocnêmio medial a aponeurose profunda (figura 5.6) (KUBO et al., 2000; MACINTOSH, 2010).

Figura 5.6

Rigidez muscular. (MACINTOSH, 2010).



³ Dinamômetro isocinético - equipamento computadorizado utilizado para avaliação funcional do sistema musculoesquelético.

Referências

- AAGAARD, P.; et al.. A mechanism for increased contractile strength of human pennate muscle in response to strength training: changes in muscle architecture. **J Physiol**, v. 534, n. 2, p. 613-623, 2001.
- ANGLERI, V.; UGRINOWITTSCH, 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 welltrained men. **Eur J Appl Physiol**, v. 117, n. 2, p. 359-369, 2017.
- ATO, K.; et al. Jumping performance is preserved but not muscle thickness in collegiate volleyball players after a taper. p. 1020-1028, 2018.
- BLAZEVIČH, A.J.; CANNAPAN, D. Anatomical predictors of maximum isometric and concentric knee extensor moment, 2009.
- BROWN, L.E.; et al. Recomendação de procedimentos da Sociedade Americana de Fisiologia do Exercício (ASEP) I: avaliação precisa da força e potência muscular. **Rev bras ciênc mov**, v. 11, p. 95-110, 2003.
- DAMAS, F.; et al. Early resistance training induced increases in muscle cross sectional area are concomitant with edema induced muscle swelling. **European Journal of Applied Physiology**, v. 116, n. 1, p. 49-56, 2016.
- EMA, R.; et al. Inhomogeneous architectural changes of the quadriceps femoris induced by resistance training. **Eur J App Physiol**, v. 113, n. 11, p. 2691-2703, 2013.
- FINK, J.; KIKUCHI, N.; NAKAZATO, K. Effects of rest intervals and training loads on metabolic stress and muscle hypertrophy. **Clin Physiol Funct Imaging**, v. 38, n. 2, p. 261-268, 2018.
- FINK, J.; et al. Effects of drop set resistance training on acute stress indicators and long-term muscle hypertrophy and strength. **J Sports Med Phys Fitness**, v. 58, n. 5, p. 597-650, 2018.
- GOMES, P.S.C.; et al. Confiabilidade da medida de espessuras musculares pela ultrasonografia. **Rev Bras Med Esporte**, v. 16, n. 1, p. 41-45, 2010
- IMPELLIZZERI, F.M.; et al. Use of RPE-based training load in soccer. **Med Sci Sports Exerc**, v. 36, p.1042-1047, 2004.
- KAWAKAMI, Y.; FUKUNAGA, T. Muscle-fiber pennation angles are greater in hypertrophied than in normal muscles. 1993.
- KELLIS, E.; et al. Validity of architectural properties of the hamstring muscles: Correlation of ultrasound findings with cadaveric dissection. **Journal of Biomechanics**, v. 42, n. 15, p. 2549-2554, 2009.
- KENTTA, G.; HASSMÉN, P. Overtraining and recovery: a conceptual model. **Sports Med**, v. 26, p. 1-16,1998.
- KUBO, K.; et al. Elastic properties of muscle-tendon complex in long-distance runners. **European Journal of Applied Physiology**, v. 81, n. 3, p. 181-187, 1 Jan 2000.

- KURCHARSKA, R.; SZPALA, A.. The use of electromyography and magnetic resonance imaging to evaluate a core strengthening exercise programme. **Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation**, v. 31, n. 2, p. 355-362, 2018.
- LEITE, S.P. Confiabilidade da Medida de Espessuras Musculares Pela Ultrassonografia. v. 16, n. 7, p. 41-45, 2010.
- LIXANDRÃO, M.; et al. Vastus Lateralis Muscle Cross-sectional Area Ultrasonography Validity for Image Fitting in Humans. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2014.
- MACINTOSH, B.R. Changes in tendon stiffness and running economy in highly trained distance runners. 2010.
- MARINHO, K.M.; OLIVEIRA, F. Confiabilidade das medidas de arquitetura do músculo vasto lateral pela ultrassonografia. **Motriz Rio Claro**, v. 19, n. 1, p. 217-223, 2013.
- NICHOLAS, J.J.; TAYLOR, F.H.; BUCKINGHAM, R.B.; OTTONELLO, D. Measurement of circumference of the knee with ordinary tape measure. **Ann Rheum Dis**, v. 35, n. 3, p. 282-284, 1976.
- REEVES, N.D.; MAGANARIS, C.N.; NARICI, M.V. Ultrasonographic assessment of human skeletal muscle size. **European Journal of Applied Physiology**, v. 91, n. 1, p. 116-118, 1 Jan 2004.
- REEVES, N.D.; NARICI, M.V. Behavior of human muscle fascicles during shortening and lengthening contractions in vivo. **Journal of Applied Physiology**, v. 95, n. 3, p. 1090-1096, 2003.
- REZENDE, L.F.M.; et al. Preventable fractions of colon and breast cancers by increasing physical activity in Brazil: perspectives from plausible counterfactual scenarios. **Cancer Epidemiology**, v. 56, n. June, p. 38-45, 2018.
- SCOTT, J. et al. Panoramic ultrasound: a novel and valid tool for monitoring change in muscle mass. **J Caquexia Sarcopenia Muscle**, v. 8, n. 3, p. 475-481, jun, 2017.
- TIMMINS, R.G.; et al. Architectural Changes of the Biceps Femoris Long Head after Concentric or Eccentric Training. v. 1, p. 499-508, 2016.
- VICTOR, M.C.; BARA FILHO, G.M. Estado de recuperação avaliado através de dois métodos após teste de aptidão física. **Brazilian Journal of Biomotricity**, v. 5, p. 186-199, 2011.
- YOUNG, A.; et al. Measurement of quadriceps muscle wasting by ultrasonography. **Rheumatol Reahabil**, v. 19, n. 3, p. 141-148, ago, 1980.
- YOUNG, A.; STOKES, M.; RODADA, J.M; EDWARDS, R.H. The effect of high-resistance training on the strength and cross-sectional area of the human quadriceps. **Eur J Clin Invest**, v. 13, n. 5, p. 411-417, 1983.

Capítulo 6

Variáveis práticas do treinamento de força

Prof Ms. Júlio Benvenuto Bueno de Camargo

Prof Ms. Felipe Alves Brigatto

Prof Ms. Leonardo Emmanuel de Medeiros Lima

O treinamento de força (TF) é o principal modo de exercício que induz aumentos na força e hipertrofia. Tais aumentos podem impactar positivamente na habilidade de realização de atividades diárias bem como na saúde e bem-estar (FitzGerald et al.,2004; Rantanen et al., 2002). Além disso, o TF tem se mostrado uma estratégia interessante no incremento da performance esportiva em atletas (Markovic, Jukic, Milanovic, & Metikos, 2007; Pareja-Blanco, Rodríguez-Rosell, Sánchez-Medina, Gorostiaga, & González-Badillo, 2014). Resumidamente, a prática regular do TF intermedia de maneira positiva a sinalização anabólica celular, agudamente, aumentando a síntese em relação a degradação proteica. Com o decorrer do programa de TF, a somatória de tais respostas anabólicas resulta no acréscimo de proteínas contráteis, levando ao aumento da célula muscular através da adição de sarcômeros em paralelo (Schoenfeld,2010). As adaptações induzidas pelo TF parecem ser maximizadas pela correta manipulação das variáveis em um programa de treinamento (Kraemer e Ratamess,2004). O objetivo do presente capítulo é revisar e descrever, resumidamente, como diferentes organizações das variáveis do TF podem alterar as respostas agudas e crônicas induzidas pelo mesmo. Serão descritas, sob essa ordem, as seguintes variáveis: volume, intensidade, pausas, ordem dos exercícios, cadência, tipo de exercício. No final do capítulo, o leitor encontrará uma tabela resumida com recomendações práticas acerca das variáveis acima citadas (tabela 6.1).

A - Volume do treinamento de força

O volume de treinamento é uma variável relevante em programas cujo objetivo seja aumento da força e massa muscular. O volume relativo refere-se ao produto das séries e repetições (expressa por meio do número total de repetições). Já o volume absoluto (carga total levantada) leva em consideração a intensidade utilizada, referindo-se ao produto do número de séries pelo número de repetições e carga utilizada (expressa em quilogramas, quilogramas força ou newtons) (ZATSIORSKY, V.M. e KRAEMER, 2008; TAN, B.,1993; ZOURDOS, M.C., et al., 2015).

O aumento do volume de treinamento em uma sessão de TF pode ser alcançado por meio do aumento do número de repetições, aumento do número de séries, adição de exercícios, aumento da frequência semanal, ou quando todos estes forem mantidos constantes e a carga total levantada for aumentada. Logo, um dos componentes que podemos modificar para alcançar adaptações morfológicas almeçadas, de acordo com a direção da carga, é o número de séries por grupamento muscular em uma sessão ou semana de TF.

Estudos em que o volume total é equalizado (séries X repetições x carga) acarretam em respostas similares na hipertrofia muscular, independentemente da manipulação de outras variáveis, como intervalo de descanso entre séries, escolha de exercício, ordem, intensidade, frequência de treinamento e técnicas avançadas (SCHOENFELD et al. 2014; FIGUEIREDO, SALLES, TRAJANO, 2017). Portanto, protocolos de TF de maior volume total induzir maiores respostas hipertróficas (SCHOENFELD et al., 2016).

Schoenfeld e Grigc (2017) forneceram diretrizes sobre a manipulação dessa variável e adaptações morfofuncionais. Os autores afirmam que o volume de treinamento é uma das variáveis que mais têm chamado atenção sobre sua relação com a hipertrofia muscular e a manipulação do número de séries por grupamento muscular é a maneira mais comum de alterar o volume de treinamento.

Schoenfeld et al. (2016), em meta-análise recente, descrevem ganhos percentuais de 5,4%, 6,6% e 9,8% em protocolos envolvendo <5, 5-9 e 10 séries por semana/grupo muscular, respectivamente. Para cada série adicional foi associado um aumento no tamanho do efeito (TE) de 0,023 correspondendo a um aumento no ganho percentual em 0,37% sobre a hipertrofia muscular.

Enquanto doses mínimas para potencializar as respostas adaptativas parecem estar próximas a 10 séries/grupo/semana, o limite superior ainda permanece desconhecido. Schoenfeld et al. (2018) verificaram recentemente maiores incrementos na espessura muscular do vasto lateral em protocolo de 45 séries comparado a 9 e 27 séries/semana. Entretanto, tais achados não foram reproduzidos nas respostas de força máxima e na espessura muscular dos extensores do cotovelo.

Concluindo, a manipulação do volume de treino a fim de potencializar as respostas adaptativas deve: (i) levar em conta objetivos individuais, nível de treinamento e grupo muscular envolvido; (ii) considerar a utilização de mínimas 10 séries/grupo/semana; (iii) progredir gradualmente e oferecer períodos de redução a fim de evitar possíveis decréscimos na performance e promover recuperação ótima

B - Intensidade do treinamento de força

A intensidade do treinamento de força pode ser prescrita, basicamente, por duas formas distintas: (i) intensidade relativa ou %1RM, se referindo a um determinado percentual de carga máxima, obtido através de teste de uma repetição máxima (1RM); (ii) intensidade por zonas de repetição máxima (zonas de RM).

As recomendações tradicionais do TF ditam que intensidades entre 65 e 85%1RM devem ser utilizadas a fim de maximizar as adaptações de força e hipertrofia induzidas pelo TF (ACSM). O chamado “continuum” de repetições máximas propõe que ganhos de força muscular e hipertrofia são otimizados com cargas correspondentes a 1 a 5RM e 6 a 12 RM, respectivamente (Campos,2002). Tais recomendações parecem se basear no fato de que cargas altas sejam necessárias para recrutar unidades motoras (UM's) de alto limiar, as quais parecem exercer maior influência nas adaptações do TF comparado às de menor limiar. Apesar de todas as fibras musculares apresentarem potencial hipertrófico, fibras do tipo II parecem possuir uma capacidade de hipertrofiar próxima a 50% mais que fibras do tipo I (Schoenfeld,2015).

O uso de cargas leves com o intuito de maximizar a ativação de UM's durante uma determinada série é fruto de recorrente questionamento. O princípio do tamanho baseia-se no limiar de excitabilidade das UM's, sendo que as do tipo I apresentam um baixo limiar de excitabilidade, demandando, portanto, baixas intensidades para ativação. Já UM's do tipo II (IIa e IIx) possuem alto limiar de excitabilidade, sendo ativadas preferencialmente em tarefas de alta intensidade e/ou esforço. Apesar de tal afirmação parecer ser uma justificativa viável para o uso de altas intensidades, alguns pesquisadores têm proposto que protocolos de treinamento com cargas leves (próximas a 30%1RM) resultam no recrutamento completo de UM's quando as séries são executadas até o ponto de falha muscular concêntrica (Burd et al,2012; Capinelli et al,2008).

Um dos fatores de maior influência nas adaptações hipertróficas parece ser o recrutamento máximo de UM's supracitado que, por sua vez, induziria a uma maior sinalização anabólica e consequente acréscimo de proteínas musculares

(Adams,2010). Diversos estudos objetivaram avaliar diretamente a magnitude de respostas hipertróficas dentro do citado “*continuum*” de repetições. O trabalho de Campos et al (2002) foi pioneiro em investigar tal fenômeno de maneira controlada. Resumidamente, 32 homens destreinados foram alocados em um dos seguintes protocolos de treino (8 semanas) para membros inferiores: um grupo de baixa repetição (n=9) que realizou 3 a 5RM por quatro séries de cada exercício; um grupo de repetições intermediárias (n=11) que realizou 9-11RM por três séries; ou um grupo de altas repetições (n=7) que realizou 20-28RM por duas séries. Ao final do período experimental, apenas os grupos de baixa e intermediária repetições apresentaram incrementos significantes na área de secção transversa (biópsia muscular) do músculo vasto lateral nas fibras tipo I, IIa e IIx, indicando que baixas intensidades parecem ser insuficientes para a promoção da hipertrofia muscular.

Schoenfeld et al (2015), por sua vez, não verificaram diferenças na magnitude de aumento na espessura muscular de membros superiores e inferiores sob a realização de protocolos diferindo quanto à intensidade (25-35RM vs 8-12RM). Entretanto, maiores aumentos na força muscular foram observados sob a condição de intensidade elevada.

Resultados similares foram observados por Ogasawara et al. (2013). Num estudo intra-sujeitos, 9 homens destreinados apresentaram incrementos similares na área de secção transversa do peitoral maior e tríceps braquial sob dois protocolos diferindo quanto à intensidade adotada (75%1RM vs 30%1RM).

Recentemente, Lascevicus et al (2018), também em uma análise intra-sujeito, verificaram que indivíduos sem experiência com o TF apresentam aumentos similares na área de secção transversa dos músculos flexores do cotovelo e do vasto lateral sob intensidades variando entre 40 e 80% de 1RM, e que cargas correspondentes a 20%1RM parecem não oferecer estímulo suficiente. Além disso, maiores magnitudes de aumento na força máxima foram observadas em faixas de intensidade entre 60 e 80%1RM. Vale ressaltar a equalização do volume empregado pelos autores sob as diferentes condições analisadas, fator este de grande importância nas respostas adaptativas ao TF.

Por fim, em recente meta-análise envolvendo 21 estudos, Schoenfeld et al. (2017) descrevem maiores incrementos na força máxima induzidos por protocolos de alta (>60%1RM) vs baixa (<60%1RM) intensidade e aumentos similares na hipertrofia entre os mesmos.

Do ponto de vista prático, os achados acima citados trazem questionamentos relevantes quanto às recomendações clássicas sobre o emprego de altas intensidades na promoção de adaptações morfofuncionais em um programa de TF. Quanto ao desenvolvimento máximo da força muscular, o uso de intensidades

elevadas parece ainda se sobrepor a protocolos de baixa carga. Entretanto, quanto às respostas hipertróficas, um amplo espectro de intensidades parece induzir respostas positivas. Portanto, a utilização de cargas relativamente baixas (30-40%), levantadas até o ponto de falha concêntrica, pode ser uma ferramenta útil na prescrição do treinamento de força visando o desenvolvimento da massa muscular. Por fim, a intensidade do exercício parece ser uma variável de menor relevância quando protocolos equalizados pelo volume total são adotados.

C - Pausas no treinamento de força

Recomendações baseadas em evidências acerca do intervalo de descanso no TF ainda são escassas. Resumidamente, tal intervalo se refere ao tempo despendido à recuperação entre séries e exercícios (Baechle & Earle,200). Tal variável é de grande relevância na prescrição e controle do TF, uma vez que pode influenciar consideravelmente a fadiga, duração, volume e via metabólica a ser utilizada durante as sessões (Willardson,2008). Basicamente, as pausas podem assumir caráter completo (duração entre 3 a 8 minutos) ou incompleto (menor que 3 minutos). A principal diferença entre as mesmas reside na magnitude de ressíntese da fosfocreatina, ocorrendo de maneira integral na primeira condição e de maneira parcial na segunda. Tradicionalmente, intervalos curtos (aproximadamente 60 segundos) e longos (3 minutos ou mais) eram recomendados a fim de maximizar adaptações de hipertrofia e força, respectivamente, induzidas pelo TF (Willardson,2008). Tal fato era justificado pela maior elevação aguda de hormônios anabólicos (testosterona, GH) induzida por protocolos cujo intervalo entre séries limitava-se a 60 segundos (Kraemer et al.,1990). Entretanto, a relevância de tal evento na indução de adaptações crônicas vem sendo frequentemente questionada. West et al. (2010), por exemplo, não observaram associação entre a elevação anabólica aguda seguinte a uma sessão de TF e a hipertrofia muscular.

Intervalos de descanso curtos, por não permitirem a ressíntese completa dos estoques de fosfocreatina e apresentar alta demanda metabólica, podem trazer prejuízos na performance de exercícios de força, especialmente no volume total realizado na sessão (De Salles et al.,2009). O uso de intervalos longos, por sua vez, apesar de demandarem um maior tempo da sessão, permitem a mobilização de maiores sobrecargas/volumes (Ratamess et al,2007), influenciada pela possibilidade de ressíntese completa dos estoques de fosfocreatina. Além disso, maiores intervalos (5 min) parecem induzir maiores elevações na síntese proteica miofibrilar pós exercício de força comparado a intervalos menores (1min) (McKendry et al.,2016).

A influência de diferentes intervalos na hipertrofia muscular ainda parece pouco clara. Resultados distintos acerca do tema têm sido relatados. Por exemplo, enquanto os estudos de Schoenfeld et al. (2016) e Fink et al. (2017) apontam vantagens no uso de intervalos longos, Villanueva et al. (2015) e Fink et al. (2016) relatam maiores incrementos com protocolo de intervalo curto. Diferenças quanto ao nível de treinamento dos participantes, duração e instrumentação utilizadas podem justificar tais discrepâncias nos resultados, dificultando, portanto, recomendações práticas quanto a utilização dessa variável.

Programas de TF com altos volumes tem se mostrado de grande relevância na promoção de adaptações de caráter agudo e crônico (Burd et al., 2010; Schoenfeld, 2017). Portanto, o uso de intervalos curtos pode não ser ótimo quando o objetivo é incrementar a força e /ou hipertrofia muscular, embora tal hipótese ainda requeira maiores investigações. Novamente, a limitação em recomendar intervalos de descanso ideais para tais objetivos é justificada pela escassez de estudos utilizando medidas diretas de hipertrofia muscular.

Do ponto de vista prático, o uso de intervalos relativamente longos (2-3 minutos) deve ser priorizado quando o objetivo da sessão/programa for a mobilização de grandes sobrecargas e/ou utilização de altos volumes. Entretanto, a quantidade de esforço demandada (máxima ou submáxima) e o tipo de exercício utilizado (multi ou monoarticular) podem ser duas variáveis a serem consideradas quanto à decisão de qual intervalo adotar durante a prescrição de programas de TF.

D - Ordem dos exercícios no treinamento de força

A ordem dos exercícios é uma variável que pode ser determinante na performance do treino e conseqüentemente influenciar os efeitos resultantes na força e hipertrofia muscular. Fleck e Kraemer (2006) mencionam duas tendências sobre a ordem dos exercícios: ordem alternada de grupos musculares e ordem de exercícios cumulativa, respectivamente. A primeira possibilita alternar os grupos musculares solicitados por segmentos locais / regionais, como agonista / antagonista ou por membros (superior / inferior) e a que impõe estímulos sucessivos a um determinado grupo muscular entre os exercícios (ex: leg-press / agachamento / extensão de joelhos).

A recomendação do *American College of Sport Medicine* (2002) dita que exercícios multiarticulares devem ser realizados previamente a exercícios monoarticulares. Tais justificativas se pautam na lógica de que a solicitação

prioritária dos grandes grupos musculares antes dos pequenos proporciona maior rendimento no volume total de trabalho (ACSM, 2002; GENTIL, 2005; SFORZO & TOUEY, 1996). Segundo Marchetti (2013), porém, independentemente do tamanho da massa muscular envolvida e do tipo do exercício, grupos musculares treinados ao final da sessão têm uma tendência à diminuição na sua produção de força em relação aos grupos treinados no início.

Novaes et al. (2007) investigaram o efeito de diferentes ordens de execução de exercícios para os músculos peitoral maior e tríceps braquial no número total de repetições realizado. Não foram observadas diferenças no número total de RMs entre as sequências. No entanto, valores médios de repetições significativamente maiores nos exercícios realizados no início da sessão foram relatados

Simão et al. (2005) investigaram o número de repetições realizado em duas sessões diferindo quanto à ordem dos exercícios de membros superiores (multiarticulares seguido de monoarticulares e ordem inversa). Em ambas as condições, um maior número de repetições era realizado quando os exercícios utilizados eram alocados no início da sessão. Salles et al., (2008) investigaram os efeitos na ordem de realização dos exercícios comparando o método da pré-exaustão com a ordem inversa nos exercícios leg press 45° e cadeira extensora. Os resultados mostraram que o volume total de RMs, assim como o número de RM no exercício cadeira extensora foi significativamente maior na situação de pré-exaustão em comparação com a rotina. Gentil et al., (2007) investigaram a atividade mioelétrica do peitoral maior, deltóide anterior e tríceps braquial em duas ordens de execução: pré-exaustão (*peck-deck* antes do supino) e sistema prioritário (*peck-deck* depois do supino). Não foram observadas diferenças estatísticas na atividade muscular dos exercícios *peck-deck* e supino reto em nenhuma das condições. O número total de repetições no exercício *peck-deck* foi maior na sequência pré-exaustão, assim como o número de repetições no supino reto foi maior no sistema prioritário.

Embora a grande maioria dos estudos tenha analisado respostas agudas frente a diferentes ordens de TF, algumas recomendações de caráter prático podem ser feitas no contexto da manipulação de tal variável. Para indivíduos iniciantes no TF, iniciar as sessões com exercícios envolvendo uma grande quantidade de massa muscular parece ser interessante. Com o aumento do nível de treinamento do praticante, alocar exercícios/grupos musculares prioritários e/ou deficitários no início da sessão pode induzir maior trabalho mecânico e maiores respostas adaptativas crônicas. Deve-se ainda, obviamente, levar em conta preferências individuais no processo de prescrição.

E - Cadência no treinamento de força

A cadência do treinamento de força pode ser definida como o tempo/duração (em segundos) demandados para a execução de cada fase (excêntrica/concêntrica e isométrica em alguns casos) de um determinado exercício. Normalmente, tal variável é expressa através de três dígitos sequenciais, onde o primeiro número se refere à duração da fase concêntrica, o segundo à fase isométrica de transição entre ações concêntricas/excêntricas (quando houver), e o terceiro à fase excêntrica do movimento. Por exemplo, uma cadência de 2-0-4 denota uma fase concêntrica de 2 segundos, fase isométrica inexistente, e fase excêntrica de 4 segundos.

A intensidade (%1RM) pode ser um fator determinante na cadência utilizada. Sobrecargas acima de 85%1RM induzem menores cadências na fase concêntrica, mesmo que sob esforços máximos do praticante ao tentar realizar o movimento de maneira explosiva. Cargas abaixo de 85%1RM parecem ser mais passíveis de controle da cadência pelos praticantes (Schoenfeld et al.,2015). Entretanto, o uso de cadências pré-fixadas parece, agudamente, induzir a menor ativação eletromiográfica e reduzido volume de repetições comparado à condição de cadência auto selecionada (Nobrega et al,2018).

O uso de cadências mais lentas é, normalmente, justificado pela capacidade de se realizar as repetições sem o uso excessivo de impulso, acarretando em maior tensão no grupo muscular exercitado e induzir maior stress metabólico (Wescot et al.,2007). Portanto, hipoteticamente, tal aumento de tensão/metabólitos acarretaria em maior sinalização anabólica e, cronicamente, maiores respostas hipertróficas. Entretanto, o uso de cadências específicas que promovam adaptações ao TF de maior magnitude ainda permanece em escassez de investigações. A maior parte dos estudos acerca dessa variável utilizaram sujeitos sem experiência/destreinados em força. Além disso, diferenças quanto à instrumentação utilizada (DEXA, ultrassonografia, biompedância, biópsia) para avaliar mudanças na massa muscular tornam limitadas possíveis inferências quanto ao tema.

De maneira generalizada, a literatura parece apontar para uma vantagem no uso de cadências mais curtas em detrimento de cadências mais longas nas respostas adaptativas (Schuenke et al., 2012; Tanimoto et al., 2006; Shepstone et al.,2005). Tais achados parecem ser justificados, inicialmente, pelo inadequado (ou sub-ótimo) recrutamento de UM's em execuções lentas (Keogh et al.,1999) que, por sua vez, parece justificar-se pela necessidade de redução da intensidade e/ou volume durante tal prática. Os resultados desses estudos, no entanto, devem ser analisados com cautela, já que não houve a equalização do volume total realizado entre as diferentes condições (Cadência curta vs longa), ou seja, não isolando a variável de interesse.

Por fim, em recente meta-análise, Schoenfeld et al. (2015) descrevem que o uso de cadências na faixa de 0,5 a 8 segundos por repetição deve ser priorizado em programas de TF a fim de maximizar a hipertrofia muscular.

Quanto a recomendações práticas acerca do tema, deve-se levar em conta preferências individuais dos praticantes, objetivos do programa e nível de treinamento. Dentro do conceito de periodização da modalidade, a cadência dos exercícios mostra-se mais uma variável passível de manipulação/alteração a fim de quebrar possíveis platôs motivacionais/fisiológicos. Aqueles cujo objetivo seja maximizar a hipertrofia muscular devem, preferencialmente, evitar cadências excessivamente lentas, ou ainda, utilizar cadências auto selecionadas, evitando assim decréscimos significativos no volume total de treino e, por conseguinte, respostas morfológicas de menor magnitude.

F - Exercícios do treinamento de força

O tipo de exercício é uma das variáveis de constante manipulação por parte de treinadores na prescrição de programas de TF. Resumidamente, de acordo com o número de articulações envolvidas em um determinado movimento, os exercícios de força podem ser classificados como multiarticulares (MULTI) ou uniarticulares (UNI) (Gentil et al., 2015).

A quantidade de estudos analisando as influências de diferentes manipulações dessa variável se mostra ainda escassa, especialmente em uma população experiente no TF. Gentil et al. (2015) observaram incrementos similares na força de homens destreinados dos flexores do cotovelo sob protocolos exclusivamente MULTI ou UNI. Resultados similares foram descritos pelo mesmo grupo de pesquisa (Gentil et al., 2013), ao observarem que a adição de exercícios UNI a um protocolo exclusivamente composto por exercícios MULTI não trouxe incrementos adicionais nas adaptações neuromusculares.

Os estudos de Barbalho et al. (2018a) e Barbalho et al. (2018b) mostraram respostas similares aos de Gentil et al (2015a) quanto à força muscular. Porém, os grupos que realizaram protocolos de exercícios MULTI adicionado de exercícios UNI apresentaram incrementos de maior magnitude na circunferência do braço.

É importante ressaltar que, além da escassez de trabalhos acerca do tema, diferenças entre características dos sujeitos (sexo, nível de treinamento) tornam difícil a generalização de recomendações quanto à correta manipulação dessa variável, especialmente no tocante a respostas morfológicas. Além disso, a instrumentação utilizada nos estudos pode dificultar possíveis inferências a partir dos resultados descritos.

Por fim, quanto a recomendações práticas, deve-se levar em conta o nível de treinamento do praticante. Para indivíduos iniciantes no TF, programas contendo exclusivamente exercícios MULTI podem promover incrementos neuromusculares significativos, além de causarem menor fadiga e dor muscular de início tardio comparado a exercícios UNI (Gentil et al.,2017). Com o avançar do programa e do nível de treinamento, a adição de exercícios UNI pode auxiliar na quebra de platôs fisiológicos e indução de adaptações crônicas positivas, além de oferecer vantagens no aspecto motivacional.

Tabela 6.1
Recomendações de prescrição das variáveis do TF.

VARIÁVEL	RECOMENDAÇÕES PRÁTICAS
VOLUME	Mínimo de 10 séries/grupo/semana Progredir gradualmente o número de séries Até 45 séries/semana para membros inferiores
INTENSIDADE	Acima de 30%1RM (até ou próxima a falha concêntrica)
PAUSAS	Mínimo de 1-3 min entre séries
CADÊNCIA	0,5 a 8 segundos/série; auto-selecionada
TIPO DE EXERCÍCIO	Multiarticular (fase inicial); Multi+Uniarticular (progressão)
ORDEM DOS EXERCÍCIOS	Iniciar as sessões por exercícios/grupos prioritários

Referências

ADAMS, G.; BAMMAN, M.M. Characterization and regulation of mechanical loading-induced compensatory muscle hypertrophy. **Compr Physiol**, v. 2, n. 2829–70, 2012.

ADAMS, G. The molecular response of skeletal muscle to resistance training. **Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin**, v. 61, n. 3, p. 61–7, 2010.

American College of Sports Medicine. Position stand on progression models in resistance training for healthy adults. **Med Sci Sports Exerc**, v. 34, p. 364-80, 2002.

American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 41, n. 3, p. 687–708, 2009.

Baechele, T.R.; Earle, R.W. Essentials of strength and conditioning (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics, 2000.

BARBALHO, M.; COSWIG, V.S.; RAIOL, R.; STEELE, J.; FISHER, J.P.; PAOLI, A.; BIANCO A.; GENTIL, P. Does the addition of single joint exercises to a resistance training program improve changes in performance and anthropometric measures in untrained men?. **Eur J Transl Myol**, v. 28, n. 4, p. 7827, 2018a.

BARBALHO, M.; GENTIL, P.; RAIOL, R.; FISHER, J.; STEELE, J.; COSWIG, V. Influence of Adding Single-Joint Exercise to a Multijoint Resistance Training Program in Untrained Young Women. **J Strength Cond Res**. 2018b.

BURD, N.; HOLWERDA, A.M.; SELBY, K.C.; WEST, D.W.D.; STAPLES, A.W.; CAIN, N.E.; PHILLIPS, S.M. Resistance exercise volume affects myofibrillar protein synthesis and anabolic signalling molecule phosphorylation in young men. **The Journal of Physiology**, v. 588, n. 16, p. 3119–3130, 2010.

BURD, N.A.; MITCHELL, C.J.; CHURCHWARD-VENNE, T.A.; PHILLIPS, S.M. Bigger weights may not beget bigger muscles: Evidence from acute muscle protein synthetic responses after resistance exercise. **Appl Physiol Nutr Metab**, v. 37, p. 551–554, 2012

CAMPOS, G.E.R.; LUECKE, T.J.; WENDELN, H.K.; et al. Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. **Eur J Appl Physiol**, v. 88, n. 1–2, p. 50–60, 2002.

CARPINELLI, RN. The size principle and a critical analysis of the unsubstantiated heavier-is-better recommendation for resistance training. **J Exerc Sci Fit**, v. 6, p. 67–86, 2008.

DE SALLES, B.F.; SIMAO, R.; MIRANDA, F.; DA SILVA NOVAES, J.; LEMOS, A.; WILLARDSON, J.M. Rest interval between sets in strength training. **Sports Medicine**, v. 39, n. 9, p. 765–777, 2009.

FINK, J.E.; KIKUCHI, N.; NAKAZATO, K. Effects of rest intervals and training loads on metabolic stress and muscle hypertrophy. **Clinical Physiology and Functional Imaging**. 2016.

FLECK, S.J.; KRAEMER, W.J. Fundamentos do Treinamento de Força Muscular. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

FINK, J.E.; SCHOENFELD, B.J.; KIKUCHI, N.; NAKAZATO, K. Acute and long-term responses to different rest intervals in lowload resistance training. **International Journal of Sports Medicine**, v. 38, n. 2, p. 118–124, 2017.

FITZGERALD, S. J.; BARLOW, C.E.; KAMPERT, J.B.; MORROW, J.R.; JACKSON, A.W.; BLAIR, S.N. Muscular fitness and all-cause mortality: Prospective observations. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 1, n. 1, p. 7–18, 2004.

GENTIL, P.; SOARES, S.R.; PEREIRA, M.C.; et al. Effect of adding single-joint exercises to a multi-joint exercise resistance-training program on strength and hypertrophy in untrained subjects. **Appl Physiol Nutr Metab**, v. 38, n. 3, p. 341–4, 2013.

GENTIL, P.; OLIVEIRA, E.; ROCHA JR. V.A.; CARMO, J.; BOTTARO, M. Effects of exercise order on upper-body muscle activation and exercise performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 21, n. 4, p. 1082–6, 2007.

GENTIL, P.; SOARES, S.; BOTTARO, M. Single vs. multi-joint resistance exercises: effects on muscle strength and hypertrophy. **Asian J Sports Med**, v. 6, n. 2, p. e24057, 2015.

GENTIL, P.; FISHER, J.; STEELE, J. A Review of the Acute Effects and Long-Term Adaptations of Single- and Multi-Joint Exercises during Resistance Training. **Sports Med**, v. 47, n. 5, p. 843–855, 2017.

- KEOGH, J.W.L.; WILSON, G.J.; WEATHERBY, R.P. A cross-sectional comparison of different resistance training techniques in the bench press. **J Strength Cond Res**, v. 13, p. 247–58, 1999.
- KOSEK, D.J.; KIM, J.S.; PETRELLA, J.K.; CROSS, J.M.; BAMMAN, M.M. Efficacy of 3 days/wk resistance training on myofiber hypertrophy and myogenic mechanisms in young vs. older adults. **J Appl Physiol**, v. 101, n. 2, p. 531–44, 2006.
- KRAEMER, W.J.; MARCHITELLI, L.; GORDON, S.E.; HARMAN, E.; DZIADOS, J.E.; MELLO, R.; FLECK, S.J. Hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise protocols. **Journal of Applied Physiology**, v. 69, n. 4, p. 1442–1450, 1990.
- KRAEMER, W.J.; DUNCAN N.D.; VOLEK J.S. Resistance training and elite athletes: Adaptations and program considerations. **J. Orthop Sports Phys Ther**, v. 28, p. 110–119, 1998.
- KRAEMER, W.J.; RATAMESS, N.A. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. **Med Sci Sports Exerc**, v. 36, n. 4, p. 674–88, 2004.
- MARCHETTI, P.; SOARES, E. Efeito da ordem dos exercícios no treinamento de força. **Revista CPAQV**. 2013.
- MARKOVIC, G.; JUKIC, I.; MILANOVIC, D.; METIKOS, D. Effects of sprint and plyometric training on muscle function and athletic performance. **Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 21, n. 2, p. 543–549, 2007.
- McKENDRY, J.; PÉREZ-LÓPEZ, A.; MCLEOD, M.; LUO, D.; DENT, R.; SMEUNINX, B.; BREEN, L. Short inter-set rest blunts resistance exercise-induced increases in myofibrillar protein synthesis and intracellular signaling in young males. **Experimental Physiology**, v. 101, n. 7, p. 866–882, 2016.
- NÓBREGA, S.R.; BARROSO, R.; UGRINOWITSCH C.; da COSTA, J.L.F.; ALVAREZ, I.F.; BARCELOS, C.; LIBARDI, C.A. Self-selected vs. Fixed Repetition Duration: Effects on Number of Repetitions and Muscle Activation in Resistance-Trained Men. **Journal Strength Condition Research**, v. 32, n. 9, p. 2419-2424, 2018.
- NOVAES, J.S.; SALLES, B.F.; NOVAES, G.S.; MONTEIRO, M.D.; MONTEIRO, G.S.; MONTEIRO, M.V. Influência aguda da ordem dos exercícios resistidos em uma sessão de treinamento para peitorais e tríceps. **Motricidade**. v. 3, n. 4, p. 38-45, 2007.
- OGASAWARA, R.; LOENNEKE, J.P.; THIEBAUD, R.S.; ABE, T. Low-load bench press training to fatigue results in muscle hypertrophy similar to high-load bench press training. **Int J Clin Med**, v. 4, p. 114–21, 2013.
- PAREJA-BLANCO, F.; RODRÍGUEZ-ROSELL, D.; SÁNCHEZ-MEDINA, L.; GOROSTIAGA, E.M.; GONZÁLEZ-BADILLO, J.J. Effect of movement velocity during resistance training on neuromuscular performance. **International Journal of Sports Medicine**, v. 35, n. 11, p. 916–924, 2014.
- PETERSON, M.D.; RHEA, M.R.; ALVAR, B.A. Maximizing Strength Development in Athletes: A Meta-Analysis to Determine the Dose-Response Relationship. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 18, n. 2, p. 377-382, 2004.
- 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**, v. 19, n. 4, p. 950-958, 2005.

- PETERSON, M.D.; SEN, A.; GORDON, P.M. Influence of Resistance Exercise on Lean Body Mass in Aging Adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 43, n. 2, p. 249–258, 2011.
- RADAELLI, R. et al. Time course of low- and high-volume strength training on neuromuscular adaptations and muscle quality in older women. **AGE (Dordr)**, v. 36, n. 2, p. 881–892, 2014.
- RADAELLI, R. et al. Effects of single vs. multiple-set short-term strength training in elderly women. **AGE (Dordr)**, v. 36, n. 6, p. 9720, 2014.
- 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**, v. 29, n. 5, p. 1349–1358, 2015.
- RANTANEN, T.; AVLUND, K.; SUOMINEN, H.; SCHROLL, M.; FRÄNDIN, K.; PERTTI, E. Muscle strength as a predictor of onset of ADL dependence in people aged 75 years. **Aging Clinical and Experimental Research**, v. 14, Suppl. 3, p. 10–15, 2002.
- RATAMESS, N.A.; FALVO, M.J.; MANGINE, G.T.; HOFFMAN, J.R.; FAIGENBAUM, A.D.; KANG, J. The effect of rest interval length on metabolic responses to the bench press exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v. 100, n. 1, 1–17, 2007.
- RHEA, M. R. et al. Three sets of weight training superior to 1 set with equal intensity for eliciting strength. **Journal of strength and conditioning research**, v. 16, n. 4, p. 525–529, 2002.
- RHEA, M.R.; ALVAR, B.A.; BURKETT, L.N. Single versus multiple sets for strength: a meta-analysis to address the controversy. **Res. Q. Exerc. Sport**, v. 73, p. 485-488, 2002
- SHEPSTONE, T.N.; TANG, J.E.; DALLAIRE, S.; et al. Short-term high- vs. low-velocity isokinetic lengthening training results in greater hypertrophy of the elbow flexors in young men. **J Appl Physiol**, v. 98, n. 5, p. 1768–76, 2005.
- SCHOENFELD, B.J. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. **J Strength Cond Res**, v. 24, n. 10, p. 2857–72, 2010.
- SCHOENFELD, B.J.; PETERSON, M.D.; OGBORN, D.; CONTRERAS, B.; SONMEZ, G.T. Effects of Low- vs. High-Load Resistance Training on Muscle Strength and Hypertrophy in Well-Trained Men. **J Strength Cond Res**, v. 29, n. 10, p. 2954-63, 2015.
- 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 Med**, v. 45, n. 4, p. 577-85, 2015.
- SCHOENFELD, B.; GRGIC, J. Evidence-based guidelines for resistance training volume to maximize muscle hypertrophy. **Strength & Conditioning Journal**, p. 107-112, 2018.
- SCHOENFELD, B.; et al. Resistance Training Volume Enhances Muscle Hypertrophy. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, p. 1, 2018.
- SCHOENFELD, B. Potential Mechanisms for a Role of Metabolic Stress in Hypertrophic Adaptations to Resistance Training. **Sports Medicine**, v. 43, n. 3, p. 179–194, 2013.
- SCHOENFELD, B.; et al. Effects of Different Volume-Equated Resistance Training Loading Strategies on Muscular Adaptations in Well-Trained Men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 10, p. 2909–2918, 2014.
- SCHOENFELD, B.; et al. Influence of Resistance Training Frequency on Muscular Adaptations in Well-Trained Men. **Journal Strength Conditioning Research**, 2015.

SCHOENFELD, B.; OGBORN, D.; KRIEGER, J.W. Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. **Journal of Sports Sciences**, v. 35, n. 11, p. 1073–1082, 2016.

SCHOENFELD, B.; et al. Differential Effects of Heavy versus Moderate Loads on Measures of Strength and Hypertrophy in Resistance-Trained Men. **Journal Of Sports Science & Medicine**, p. 715-722, 2016b.

SCHOENFELD, B.; CONTRERAS, B.; VIGOTSKY, A.D.; PETERSON, M. Differential Effects of Heavy Versus Moderate Loads on Measures of Strength and Hypertrophy in Resistance-Trained Men. **J Sports Sci Med**, v. 15, n. 4, p. 715-722, 2016.

SCHOENFELD, B.; POPE, Z.K.; BENIK, F.M.; HESTER, G.M.; SELLERS, J.; NOONER, J.; KRIEGER, J.W. Longer inter-set rest periods enhance muscle strength and hypertrophy in resistance-trained men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 7, p. 1805–1812, 2016.

SCHOENFELD, B.J.; OGBORN, D.; KRIEGER, J.W. Doseresponse relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. **Journal of Sports Sciences**, v. 35, n. 11, p. 1073–1082, 2017.

SCHUENKE, M.D.; HERMAN, J.R.; GLIDERS, R.M.; et al. Early-phase muscular adaptations in response to slow-speed versus traditional resistance-training regimens. **Eur J Appl Physiol**, v. 112, n. 10, p. 3585–95, 2012.

SFORZO, G.A.; TOUEY, P.R. Manipulating exercise order affects muscular performance during a resistance training session. **Journal of Strength and conditioning research**, v. 10, n. 1, p. 20-4, 1996.

SIMÃO, R.; FARINATTI, P.T.V.; POLITO, M.D.; VIVEIROS, L.; FLECK, S.J. Influence of exercise order on the number of repetitions performed and perceived exertion during resistance exercise in women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 21, n. 1, p. 23-8, 2007.

SPINETI, J.; SALLES, B.F.; RHEA, M.R.; LAVIGNE, D.; MATTA, T.; MIRANDA, F.; et al. Influence of exercise order on maximum strength and muscle volume in nonlinear periodized resistance training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 11, p. 2962-9, 2010.

SPREUWENBERG, L.P.B.; KRAEMER, W.J.; SPIERING, B.A.; VOLEK, J.S.; HATTFIELD, D.L.; SILVESTRE, R.; et al. Influence of exercise order in a resistance-training exercise session. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 20, n. 1, p. 141-4, 2006.

TAN, B. Manipulating resistance training program variables to optimize maximum strength in men: A review. **J. Strength Cond. Res**, v. 13, p. 289–304, 1999.

TANIMOTO, M.; ISHII, N. Effects of low-intensity resistance exercise with slow movement and tonic force generation on muscular function in young men. **J Appl Physiol**, v. 100, n. 4, p. 1150–7, 2006.

VILLANUEVA, M.G.; LANE, C.J.; SCHROEDER, E.T. Short rest interval lengths between sets optimally enhance body composition and performance with 8 weeks of strength resistance training in older men. **European Journal of Applied Physiology**, v. 115, n. 2, p. 295–308, 2015.

ZATSORSKY, V.M.; KRAEMER, W.J. *Ciência e prática do treinamento de força*. 2. ed. São Paulo: Phorte Editora, 2008.

ZOURDOS, M.C.; et al. Modified Daily Undulating Periodization Model Produces Greater Performance Than a Traditional Configuration in Powerlifters. **Journal of Strength and Conditioning Research**, p. 784–791, 2016.

ZOURDOS, M.C.; et al. Novel Resistance Training–Specific Rating of Perceived Exertion Scale Measuring Repetitions in Reserve. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 1, p. 267–275, 2016.

WEST, D.W.; BURD, N.A.; TANG, J.E.; MOORE, D.R.; STAPLES, A.W.; HOLWERDA, A.; PHILLIPS, S.M. Elevations in ostensibly anabolic hormones with resistance exercise enhance neither training-induced muscle hypertrophy nor strength of the elbow flexors. **Journal of Applied Physiology**, v. 108, n. 1, p. 60–67, 2010.

WESTCOTT, W.L.; WINETT, R.A.; ANDERSON, E.S.; et al. Effects of regular and slow speed resistance training on muscle strength. **J Sports Med Phys Fitness**, v. 41, n. 2, p. 154–8, 2001.

WILLARDSON, J. M. A brief review: How much rest between sets? **Strength and Conditioning Journal**, v. 30, n. 3, p. 44–50, 2008.

Capítulo 7

Frequência semanal no treinamento de força

Prof Ms. Felipe Alves Brigatto
Prof Ms. Yuri Benhur Machado
Prof Ms. Rafael Zaroni Sakai

Já se passaram 71 anos desde que DeLorme e Watkins (1948) utilizaram o termo em inglês “*progressive resistance exercise*” pela primeira vez em uma publicação científica. Esse foi o primeiro artigo que utilizou uma nomenclatura específica para o que conhecemos hoje como Treinamento de Força (TF) (Todd, Shurley e Todd, 2012; Kraemer, 2016).

Desde então, o TF consolidou-se como procedimento primordial para gerar incrementos na força, potência, resistência de força e hipertrofia muscular (Kraemer et al., 2009; Garber et al., 2011). Essas respostas adaptativas estão relacionadas a melhoras na saúde, composição corporal, qualidade de vida e desempenho esportivo (Kraemer, Ratamess e French, 2002). Nesse contexto, o TF é uma intervenção recomendada por diversos de autores e organizações relacionadas à saúde (Gordon et al., 2009; Kraemer et al., 2009; Phillips e Winet, 2010; Garber et al., 2011; Cornelissen et al., 2011; Magyari e Churilla, 2012).

As adaptações neuromusculares descritas anteriormente são maximizadas por meio da manipulação das variáveis do TF. Grande parcela das pesquisas atuais está centrada na determinação de estratégias ideais para manipulação do volume e intensidade, variáveis consideradas primordiais para ganhos de força e hipertrofia (Kraemer e Ratamess, 2004). No entanto, outras variáveis também desempenham um papel importante na resposta fenotípica ao TF, são elas: frequência de treinamento, escolha e ordem dos exercícios, pausa entre séries e exercícios, velocidade de execução; amplitude de movimento e ações musculares.

Dentre essas variáveis, a frequência de treinamento apresenta-se como uma importante ferramenta a ser manipulada, uma vez que, o manuseio desta variável determina um novo estímulo ao longo do tempo, fator essencial para a continuidade e maximização de ganhos progressivos nas adaptações

neuromusculares. Além disso, quantificar as relações de dose-resposta entre variáveis do treinamento (nesse caso, frequência) e diferentes desfechos como força, potência e hipertrofia é fundamental para a prescrição adequada do TF (Rhea et al., 2003; Wernbom, Augustsson e Thomee, 2007).

A frequência de treinamento refere-se ao número de sessões realizadas durante um período de tempo específico, geralmente descrito em uma base semanal. Mais especificamente, é caracterizada pelo número de sessões por semana em que um mesmo grupo muscular é estimulado (Kraemer e Ratamess, 2004). A frequência ótima (número ideal de sessões por semana) depende de sua relação com outros fatores como volume, intensidade, seleção de exercícios, nível de treinamento, capacidade de recuperação entre treinos e quantidade de grupos musculares priorizados por sessão (Fleck e Kraemer, 2006; Kraemer e Fleck, 2007; Kraemer et al., 2009).

Grande parcela dos indivíduos engajados em um programa de TF com ênfase em hipertrofia e força muscular realizam um número relativamente baixo de sessões semanais para cada grupamento muscular, porém, altos volumes são aplicados aos músculos enfatizados em cada sessão (Schoenfeld et al., 2015). Pensando especificamente na montagem de treinos que objetivem maximizar a hipertrofia muscular, a utilização de elevados volumes associados a intensidades relativamente altas são necessários a fim de exaurir os músculos alvos e conseqüentemente promover as adaptações desejadas (Bloomer e Ives, 2000; Zatsiorsky e Kraemer, 2008; Lin e Chen, 2012). Esse modelo de montagem da sessão de treino é conhecido como direcionado por grupo muscular (Marchetti e Lopes, 2014) ou ainda rotina parcelada/dividida (do inglês *split routine*).

Comparado com rotinas que englobam todos os grupos musculares em uma única sessão, acredita-se que o modelo direcionado por grupo muscular produza uma carga total levantada (CTL, calculada pelo produto do número de séries, repetições e sobrecarga externa utilizada em cada exercício [kg]) maior, conseqüentemente aumentando a CTL para cada grupo muscular, além de proporcionar maior recuperação entre sessões (Kerksick et al., 2009). Isso possivelmente ocorre devido ao fato desse tipo de rotina consistir na divisão dos grupos musculares ao longo da semana, onde não mais do que três grupos são treinados por sessão e, normalmente, são utilizados de dois a cinco exercícios por grupamento (Fleck e Kraemer, 2014). Em indivíduos treinados, existem relatos de programas de treinamento que envolvam a realização de 16 séries por grupo muscular em uma única sessão (Hackett, Johnson e Chow, 2013). Segundo Zatsiorsky e Kraemer (2008), determinados métodos de treinamento podem acarretar na realização de até 20-25 séries para cada grupo muscular.

Nesse contexto, distribuições semanais de treino que produzam maiores incrementos na CTL ao longo da periodização, podem ter implicações importantes na maximização das respostas neuromusculares (Schoenfeld et al., 2016a). Essa hipótese está embasada na clara relação de dose-resposta entre CLT – força muscular (Krieger, 2009) e CLT – hipertrofia (Krieger, 2010; Schoenfeld, Ogborn e Krieger 2016b). Ademais, cargas mais altas induzem maior tensão mecânica, fator que supostamente exerce função primordial nas adaptações musculares (Schoenfeld, 2010).

Além disso, estimular determinado músculo utilizando um volume de treino maior dentro de uma sessão promove aumento do estresse metabólico intramuscular (Gotshalk et al., 1997), fator que pode elevar a resposta hipertrófica ao treino (Schoenfeld, 2013).

Em recente levantamento realizado com 127 fisiculturistas competitivos, 69% dos avaliados reportaram treinar cada grupo muscular apenas uma vez por semana, enquanto que os 31% restantes declararam treinar cada grupo muscular duas vezes por semana (Hackett, Johnson e Chow, 2013). Todos os entrevistados reportaram utilizar sessões direcionadas por grupo muscular. Essa distribuição de treinamento resulta em 5-6 sessões por semana (Hackett, Johnson e Chow, 2013).

Atletas de *powerlifting* (levantamento básico) também costumam utilizar 5-6 dias de treino por semana (Fleck e Kraemer, 1997), enquanto que levantadores de peso olímpico chegam a realizar até 18 sessões de treinamento por semana (Zatsiorsky e Kraemer, 2008). Contrariamente aos hábitos de treinamento dos fisiculturistas, *powerlifters* e *weightlifters* realizam um número maior de sessões para cada grupo muscular, para tal, utilizam rotinas que englobam todos os grupos musculares em uma ou até duas sessões de treino no mesmo dia (Fleck e Kraemer, 1997; Fry et al., 2003).

Embora a literatura científica apresente estudos que investigaram esse tópico em diferentes populações, algumas dúvidas persistem, uma vez que a comparação entre os achados das pesquisas é dificultada devido as diferentes características dos desenhos experimentais. Por exemplo, alguns trabalhos apresentam volume de treino semanal equalizado entre os grupos analisados (Hunter, 1985; McLester et al., 2000; Candow & Burke, 2007, Gentil et al., 2015; Ribeiro et al., 2015; Schoenfeld et al., 2015).

Nos estudos com volume semanal equalizado, o número de sessões por grupamento muscular difere entre grupos experimentais (exemplo: um grupo realiza uma sessão por semana para cada grupamento muscular e o outro grupo realiza duas sessões por semana para cada grupamento muscular), entretanto, o número de séries por semana para cada grupamento muscular é o

mesmo nos dois grupos (exemplo: um grupo realiza uma sessão com oito séries por músculo e o outro grupo duas sessões de quatro séries por músculo). Esse desenho experimental aumenta a validade interna da pesquisa para examinar especificamente a influência da frequência semanal nas respostas analisadas.

No entanto, outros estudos (Gilliam, 1981; Braith et al., 1989; Graves et al., 1990; Tucci et al., 1992; DeRenne et al., 1996; Taffe et al., 1999; Faigenbaum et al., 2002; Burt et al., 2007; DiFrancisco-Donogue et al., 2007; Nakamura et al., 2007; Murlasits et al., 2012; Farinatti et al., 2013; Serra et al., 2015) não equalizaram o volume semanal entre os grupos. Portanto, os grupos engajados em maiores frequências de TF apresentaram um maior volume de treinamento ao longo das semanas (realizam mais séries para cada grupamento muscular). Essa análise pode responder se o desempenho de maiores volumes de treinamento semanal apresenta resultados superiores em comparação com menores volumes e frequências. Em contrapartida, estudos com volume não equalizado apresentam uma validade interna menor em comparação aos equalizados. Ao não equalizar o volume de treino, o número total de séries semanais para cada grupamento muscular é maior nos grupos experimentais com maiores frequências, assim sendo, os resultados obtidos podem ser influenciados pelo número de séries adicionais, impossibilitando inferir que as eventuais diferenças observadas sejam exclusivamente advindas da manipulação da variável frequência.

Além das diferenças metodológicas, os estudos que abordam a temática frequência apresentam heterogeneidade no que diz respeito ao nível de condicionamento físico, gênero e faixa-etária das amostras analisadas. Os próximos tópicos descrevem os estudos que analisaram o efeito da manipulação da frequência semanal nos desfechos força e hipertrofia muscular em adolescentes, idosos e idosas, mulheres adultas e homens adultos destreinados, treinados e atletas.

Frequência de treinamento em diferentes populações

A literatura científica apresenta estudos que investigaram a influência da frequência do TF em diferentes populações, dentre elas: crianças e adolescentes do gênero masculino e feminino (Loyd et al., 2014); idosos e idosas (Steib, Schoene e Pfeifer, 2010; Silva et al., 2014; Borde, Hortobágyi e Granacher, 2015); mulheres adultas destreinadas, treinadas e atletas (Hunter, 1985; Calder et al., 1994; Häkkinen e Kallinen., 1994; McLester, Bishop e Guilliams, 2000; Candow e Burke, 2007; Benton et al., 2011).

Dois estudos analisaram o efeito dessa variável em crianças (Faigenbaum et al., 2002) e adolescentes (DeRenne et al., 1996). Entretanto, a meta-análise de Behringer et al. (2010) sobre o efeito do TF em crianças e adolescentes e posicionamentos de associações sobre o tema (Behm et al., 2008; Faigenbaum et al., 2009; Loyd et al., 2014;) recomendam entre duas/três sessões semanais, em dias não consecutivos.

Com relação aos idosos, revisões sistemáticas com meta-análise que abordam o tema dose-resposta do TF nessa população demonstram que os ensaios aleatorizados conduzidos nessa população utilizam frequências entre uma/três sessões por semana, com a maioria dos estudos optando por três sessões semanais (Steib, Schoene e Pfeifer, 2010; Silva et al., 2013; Borde, Hortobágyi e Granacher, 2015). Nesse contexto, Borde, Hortobágyi e Granacher (2015) concluem que frequências de duas/três sessões por semana produzem maiores efeitos nas adaptações em força e hipertrofia muscular. Os autores justificam essa conclusão com base na realização de uma meta-regressão entre diversas variáveis utilizadas nos estudos elegíveis (dentre elas frequência) e os desfechos analisados (Borde, Hortobágyi e Granacher, 2015)

Borde, Hortobágyi e Granacher (2015) salientam que os resultados obtidos pela meta-regressão são corroborados por ensaios aleatorizados que compararam diferentes frequências em idosos do gênero masculino e feminino (Henwood e Taaffe, 2006; DiFrancisco, Werner e Douris, 2007). Por fim, finalizam destacando que os resultados obtidos confirmam as recomendações inclusas no posicionamento do Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM, do inglês *American College of Sports Medicine*) que sugerem frequências de pelo menos duas sessões semanais para idosos (Chodzko-Zajko et al., 2009).

Além disso, ensaios aleatorizados não presentes na revisão citada anteriormente (Nakamura et al., 2007; Farinatti et al., 2013; Orsatti et al., 2014; Carneiro et al., 2015; Padilha et al., 2015), corroboram com os achados obtidos pela mesma.

Considerando os resultados das revisões sistemáticas e ensaios aleatorizados citados anteriormente, uma frequência entre 2-3 sessões por semana possivelmente representa a dose ótima de TF para ganhos em força e hipertrofia muscular em idosos.

Até a presente data, seis estudos comparando diferentes frequências foram conduzidos em mulheres adultas. As pesquisas de Calder et al., (1994); Candow e Burke (2007) e Benton et al., (2011) analisaram o efeito dessa variável em mulheres destreinadas. Os três estudos equalizaram o volume semanal e as frequências comparadas foram: quatro versus duas sessões por semana (Calder et al., 1994); três versus duas sessões por semana (Candow

e Burke, 2007) e quatro versus três sessões por semana (Benton et al., 2011). Não foram encontradas diferenças significantes entre grupos em nenhum dos três trabalhos, tanto para ganhos de força quanto para incrementos na massa livre de gordura.

Portanto, o aumento na frequência do TF em mulheres destreinadas parece não ser necessário para maximizar os ganhos de força muscular e massa livre de gordura, uma vez que, duas sessões por semana possivelmente resultam nos mesmos ganhos obtidos com frequências de três e quatro sessões.

Em mulheres treinadas, maiores frequências parecem resultar em maiores ganhos de força. No estudo de Hunter (1985), homens e mulheres foram divididos em dois grupos: um grupo treinou três vezes por semana em dias alternados e o outro grupo quatro vezes por semana em dias consecutivos. O volume semanal de séries foi equalizado e o grupo que treinou quatro vezes foi mais efetivo no desenvolvimento da força máxima e resistência de força no exercício supino reto.

McLester, Bishop e Guilliams (2000) compararam uma versus três sessões por semana em sujeitos treinados do gênero masculino e feminino, o volume semanal de séries foi equalizado. Após 12 semanas, incrementos no teste de uma repetição máxima (1RM) e massa livre de gordura foram maiores para o grupo que treinou três vezes por semana, indicando que maiores frequências de treinamento promovem adaptações musculares superiores. Entretanto, o estudo limitou-se a utilização de técnicas duplamente indiretas de mensuração da composição corporal (dobras cutâneas). Além disso, os incrementos no grupo com maior frequência apresentaram tendência não significativa a serem maiores em comparação ao grupo que treinou uma vez na semana.

Por fim, foi encontrado um único estudo original com mulheres atletas. Häkkinen e Kallinen (1994) equalizaram o volume semanal, porém, o volume diário foi distribuído em uma ou duas sessões de treino por dia. Após três semanas, o grupo que realizou duas sessões diárias apresentou aumentos significativos na contração voluntária máxima isométrica (CVMI) e área de secção transversa (AST) do quadríceps femoral, em comparação ao grupo que realizou uma sessão diária.

Frequência de treinamento e força muscular

Alguns dos estudos que analisaram o efeito desta variável em sujeitos destreinados focaram suas análises em músculos estabilizadores e posturais, utilizando avaliações isométricas para quantificar os ganhos de força (Graves et al.,

1990; Carpenter et al., 1991; Pollock et al., 1993; DeMichele et al., 1997). Pollock et al. (1993) reportaram maiores ganhos na força isométrica de extensão cervical no grupo que treinou duas vezes na semana em comparação ao grupo que treinou apenas uma vez. Resultados similares foram encontrados por Graves et al. (1990) e Carpenter et al. (1991) na extensão lombar e por DeMichele et al. (1997) na rotação de tronco.

Nesse contexto, duas sessões de TF por semana parecem ser mais eficientes do que uma sessão por semana para ganhos de força dos músculos extensores e rotadores de tronco em homens destreinados.

Gilliam (1981) verificou os ganhos de força no exercício supino em homens destreinados que executaram um treinamento de 18 séries de 1RM do mesmo exercício (supino), ao longo de nove semanas. Os indivíduos foram distribuídos em grupos de uma, duas, três, quatro ou cinco sessões semanais (volume equalizado) e os resultados indicaram que o grupo que treinou cinco vezes na semana apresentou maiores ganhos de força em relação aos outros grupos.

Braith et al. (1989) e Graves et al. (1989) ao compararem duas versus três sessões semanais em sujeitos destreinados, também reportaram incrementos significativamente superiores na CVMI de extensores do joelho nos grupos com maiores frequências, em ambos os estudos o volume semanal não foi equalizado.

Recentemente, Serra et al. (2015) analisaram se maiores frequências (volume não equalizado) promovem maiores ganhos no teste de 10RM em sujeitos destreinados. Os exercícios utilizados nos testes foram supino reto, leg press e puxada pela frente. Os sujeitos foram distribuídos aleatoriamente em grupos de duas, três e quatro sessões semanais envolvendo todos os grupos musculares. Após oito meses de treinamento os resultados mostraram que todas as frequências impostas foram efetivas em produzir ganhos significantes de força. Porém, o grupo que treino quatro vezes na semana apresentou maiores ganhos percentuais, o que levou os autores a concluir que maiores frequências de treino podem ser úteis para maximizar os ganhos de força.

Os achados de Gilliam (1981) e Serra et al. (2015) sugerem que maiores volumes semanais, obtidos através de maiores frequências de treino, podem maximizar os ganhos de força em sujeitos destreinados.

Em contrapartida, Gentil et al. (2015) não encontraram diferenças significativas nos ganhos de força em sujeitos destreinados. Ambos os grupos experimentais treinaram com volume de 12 séries semanais para os músculos flexores do cotovelo, porém, um grupo executou as 12 séries em sessão única e

o outro grupo dividiu o mesmo volume em duas sessões com seis séries. Após dez semanas de intervenção, ambos os grupos obtiveram ganhos significantes no pico de torque (avaliado na flexão de cotovelo em dinamômetro isocinético), sem diferença entre grupos. Candow e Burke (2007) e Arazi e Asadi (2011) também equalizaram o volume semanal e não observaram diferenças significativas nos ganhos de força (1RM) entre grupos que treinaram com diferentes frequências (duas versus três sessões).

Em suma, dos sete estudos que avaliaram sujeitos destreinados, quatro foram conduzidos com volume semanal equalizado (Gilliam, 1981; Candow e Burke, 2007; Arazi e Asadi, 2011; Gentil et al., 2015) e três com volume não equalizado (Braith et al., 1989; Graves et al., 1989; Serra et al., 2015). No geral, quatro dos sete estudos observaram maiores ganhos de força com o aumento da frequência (Gilliam, 1981; Braith et al., 1989; Graves et al., 1989; Serra et al., 2015). Entretanto, apenas um desses estudos (Gilliam, 1981) equalizou o volume semanal, o que impossibilita inferir que os resultados observados nos estudos não equalizados foram exclusivamente advindos da manipulação da variável frequência.

Hunter (1985) distribuiu homens e mulheres em dois grupos: um grupo treinou três vezes por semana em dias alternados e o outro grupo quatro vezes por semana em dias consecutivos. O volume semanal de séries foi equalizado (9 séries para cada grupamento muscular) e, após sete semanas, o grupo que treinou quatro vezes foi mais efetivo no desenvolvimento da força máxima e resistência de força no exercício supino reto (Hunter, 1985).

McLester, Bishop e Guilliams (2000) compararam uma versus três sessões por semana em sujeitos treinados do gênero masculino e feminino, o volume semanal de séries foi equalizado. Após 12 semanas, incrementos no teste de 1RM foram maiores para o grupo que treinou três vezes por semana (McLester, Bishop e Guilliams, 2000).

Schoenfeld et al. (2015) aleatorizaram 20 homens treinados em dois grupos experimentais: uma versus três sessões semanais para cada grupo muscular. O volume semanal foi equalizado (nove séries para cada grupamento muscular) e após oito semanas de intervenção, os ganhos de força no teste de 1RM nos exercícios supino reto e agachamento foram significantes nos dois grupos, sem diferenças entre ambos.

Considerando os resultados desses estudos (Hunter, 1985; McLester, Bishop e Guilliams; Schoenfeld et al., 2015), parece que maiores frequências de TF podem maximizar os ganhos de força muscular em sujeitos treinados.

Quanto as pesquisas que avaliaram atletas, Hoffman et al. (1990) observaram que, em atletas de futebol americano, quatro e cinco sessões

semanais de TF geram ganhos significativamente maiores do que três e seis sessões no teste de 1RM nos exercícios supino reto e agachamento (Hoffman et al., 1990). Entretanto, esse estudo possui validade interna limitada, uma vez que coube aos próprios atletas escolherem qual frequência de TF praticar, ou seja, não foram distribuídos de maneira aleatorizada nos grupos experimentais.

Outros estudos de curta duração (três/quatro semanas) foram conduzidos em levantadores de peso olímpico (Häkkinen e Pakarinen, 1991; Hartman et al., 2007) e fisiculturistas (Ribeiro et al., 2015). Ambos os estudos realizados com levantadores de peso olímpico empregaram volumes semanais equalizados, distribuídos em uma ou duas sessões de treino por dia. Häkkinen e Pakarinen (1991) observaram incrementos na CVMI de extensão de joelhos substancialmente maiores no grupo que distribuiu o volume de treino em duas sessões diárias. Opostamente, Hartman et al. (2007) não encontraram diferenças significativas entre grupos para a mesma variável analisada.

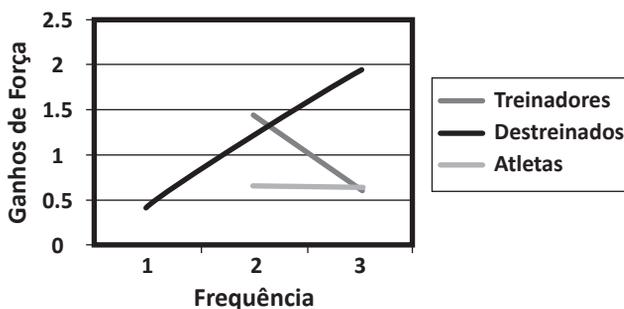
Ribeiro et al. (2015) analisaram se o mesmo volume de treino distribuído em quatro ou seis sessões semanais produz incrementos na força de dez fisiculturistas. Cada grupo muscular foi estimulado duas vezes por semana e, após quatro semanas de intervenção, ambos os grupos apresentaram incrementos substanciais no teste de 1RM no exercício supino reto, sem diferença significativa entre os mesmos.

Para ganhos ótimos em força, o ACSM recomenda: duas a três sessões (englobando todos os grupos musculares) por semana para indivíduos destreinados; 4-6 sessões para sujeitos treinados, utilizando rotinas direcionadas por grupo muscular, culminando em dois treinos semanais para cada músculo; 4-5 dias de treino para fisiculturistas, powerlifters e levantadores de peso olímpico, com cada dia podendo conter até duas sessões, totalizando 2-3 treinos semanais para cada músculo (Kraemer et al., 2009). Os trabalhos de Rhea et al. (2003) e Peterson, Rhea e Alvar (2004) corroboram com essas recomendações. Esses autores conduziram meta-análises que quantificaram o efeito da intensidade, volume e frequência do TF nos ganhos de força em sujeitos destreinados e treinados em força (Rhea et al., 2003), e atletas (Peterson, Rhea e Alvar, 2004). Em 2005, os dados das duas meta-análises foram apresentados conjuntamente em um artigo que objetivou demonstrar a relação dose-resposta no TF (Peterson, Rhea e Alvar, 2005). O gráfico da Figura 7.1, extraído desse artigo, demonstra o efeito da variável frequência nos ganhos de força. A magnitude dos ganhos (eixo y do gráfico) representa a combinação estatística do tamanho do efeito (d) de todos os estudos utilizados na meta-análise.

Figura 7.1

Relação entre o número de sessões realizadas por semana para cada grupo muscular e a magnitude dos ganhos de força.

Adaptado de: Peterson, Rhea e Alvar (2005).



De acordo com o gráfico da Figura 1, indivíduos destreinados maximizam os ganhos de força conforme a frequência de treino aumenta, com a dose-resposta ótima ficando em três sessões para cada grupamento muscular por semana (Peterson, Rhea e Alvar, 2005). Para indivíduos treinados, duas sessões por semana para cada grupamento muscular maximizam os ganhos em força, sendo que o aumento da frequência para três sessões semanais é acompanhado de um decréscimo no incremento da força muscular (Peterson, Rhea e Alvar, 2005). Em atletas, a dose-resposta ótima é obtida com duas e três sessões semanais (sem diferenças entre ambas as frequências) para cada grupamento muscular (Peterson, Rhea e Alvar, 2005).

Recentemente, Grgic et al. (2018) conduziram revisão sistemática com meta-análise para analisar o efeito da frequência semanal nos ganhos de força. Os resultados indicam um efeito significativo da frequência do TF sobre os ganhos de força muscular. Entretanto, tais resultados são válidos apenas para as condições em que frequências semanais altas resultam em aumento do volume de treinamento semanal (maior número de séries por grupamento muscular na semana), ou seja, quando analisados apenas estudos com volume equalizado, não foram observadas diferenças significantes sobre os ganhos de força muscular (Grgic et al., 2018).

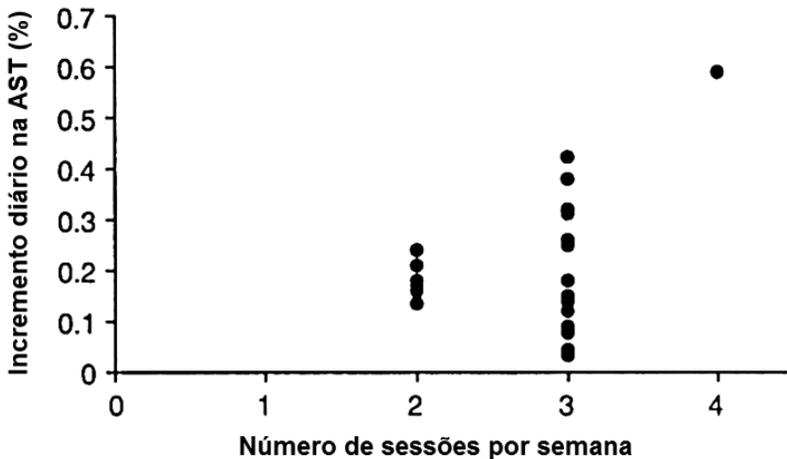
Frequência de treinamento, composição corporal e hipertrofia muscular

Para maximizar a hipertrofia muscular, o ACSM recomenda o mesmo número de sessões utilizado para os ganhos em força, ou seja, duas a três sessões envolvendo todos os grupos musculares para destreinados e 4-6 sessões para sujeitos treinados, utilizando rotinas direcionadas por grupo muscular, culminando em dois treinos semanais para cada músculo (Kraemer et al., 2009). Entretanto, a maioria dos estudos que compararam diferentes frequências limitou-se a mensurações da capacidade física força, portanto, um ponto que ainda precisa ser esclarecido é quanto ao efeito de diferentes frequências de treinamento na hipertrofia muscular.

A revisão de literatura conduzida por Wernbom, Augustsson e Thomee (2007) quantificou o aumento diário na área de secção transversa muscular (AST) advindo de todos os estudos relevantes sobre o tema. Os autores calcularam os valores médios para diferentes frequências de treinamento. Com relação aos músculos flexores do cotovelo, observaram-se ganhos de 0,18% por dia independentemente dos sujeitos treinarem dois ou três dias por semana (Figura 7.2). Quatro treinos por semana produziram um incremento diário de 0,59% na AST, porém, esses resultados são referentes a um único estudo com um tamanho amostral de apenas cinco sujeitos (Narici e Kayser, 1995).

Figura 7.2

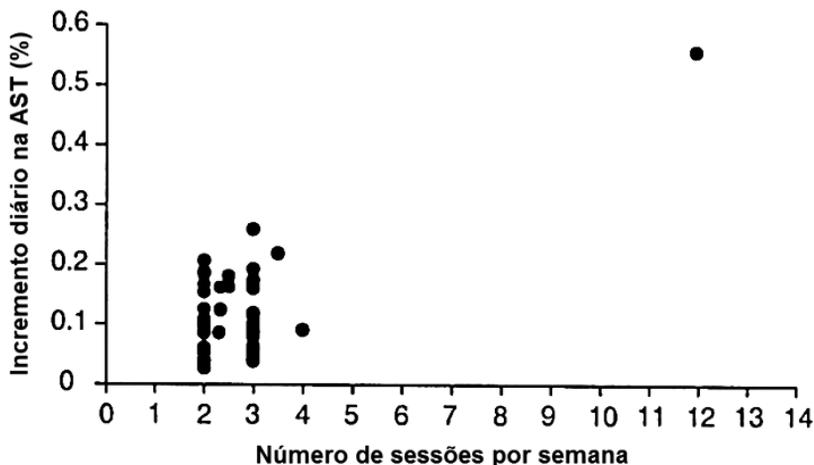
Frequência de treinamento versus percentual de incremento diário na área de secção transversa (AST) dos músculos flexores do cotovelo. Adaptado de: Wernbom, Augustsson e Thomee (2007).



Quanto ao músculo quadríceps femoral, observaram-se ganhos de 0,11% por dia independentemente dos sujeitos treinarem dois ou três dias por semana (Figura 7.3). Um único estudo utilizou quatro treinos semanais e obteve um incremento diário na AST de 0,10% (Wernbom, Augustsson e Thomee, 2007). A maior taxa de aumento (0,55% por dia) foi reportada por apenas um estudo utilizando 12 sessões semanais (Abe et al., 2005). Entretanto, deve-se salientar que no estudo de Abe et al. (2005) o programa de treinamento durou apenas duas semanas; a intensidade utilizada foi de 20% de 1RM; o TF foi realizado em combinação com oclusão vascular parcial. Como os próprios autores da revisão pontuam, considerando a aplicação prática de frequências extremamente altas utilizando modelos de TF convencionais, os resultados observados por Abe et al. (2005) devem ser interpretados com cautela (Wernbom, Augustsson e Thomee, 2007).

Figura 7.3

Frequência de treinamento versus percentual de incremento diário na área de secção transversa (AST) do músculo quadríceps femoral. Adaptado de: Wernbom, Augustsson e Thomee (2007).



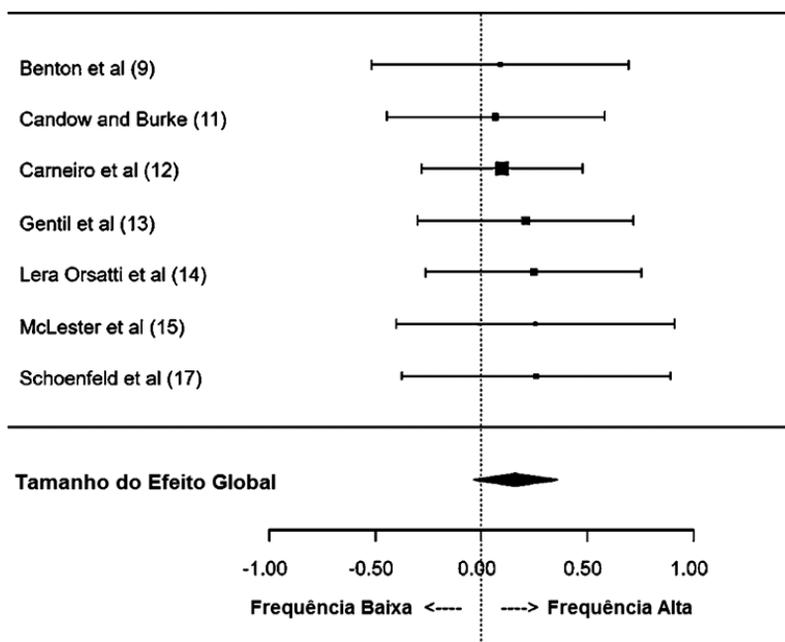
Embora a revisão de Wernbom, Augustsson e Thomee (2007) tenha providenciado informações relevantes com relação aos efeitos de diferentes frequências de treino nas adaptações musculares, as implicações desses achados não são claras, uma vez que essa revisão não foi projetada para examinar exclusivamente a relevância da frequência semanal, pois todas as outras variáveis agudas não eram constantes.

Em revisão sistemática com meta-análise que analisou exclusivamente a variável frequência, Schoenfeld, Ogborn e Krieger (2016a) concluem que maiores frequências semanais (duas a três sessões de treinamento para cada grupo muscular) são consistentemente superiores a menores frequências (uma sessão para cada grupo muscular) para incrementos na massa muscular (Figura 7.4). A quantidade limitada de dados impossibilitou a comparação entre dois e três treinos semanais.

Figura 7.4

Gráfico de floresta contendo os estudos que compararam os efeitos hipertróficos de diferentes frequências de treino por grupo muscular. Os dados estão apresentados pelo Tamanho do Efeito \pm intervalo de confiança (IC) de 95%.

Adaptado de: Schoenfeld, Ogborn e Krieger (2016a).



Ainda que os resultados apresentados por Schoenfeld, Ogborn e Krieger (2016a) forneçam informações importantes quanto à relação dose-resposta entre frequência semanal e hipertrofia muscular, alguns fatores limitantes devem ser pontuados e ponderados na interpretação e aplicação prática desses achados em sujeitos treinados: dos sete estudos utilizados na meta-análise,

(i) dois foram conduzidos em mulheres idosas destreinadas (Orsatti et al., 2014; Carneiro et al., 2015); (ii) somente três foram conduzidos em sujeitos treinados em força (McLester, Bishop e Williams, 2000; Ribeiro et al., 2015; Schoenfeld et al., 2015); (iii) apenas dois estudos utilizaram métodos validados de diagnóstico por imagem (ultrassom) para analisar alterações na espessura muscular (Gentil et al., 2015; Schoenfeld et al., 2015); (iv) o estudo com maior peso estatístico analisou uma amostra de 53 mulheres idosas destreinadas (Carneiro et al., 2015).

Tais apontamentos refletem fatores que impossibilitaram aos autores da revisão conduzir análises que determinassem a magnitude da influência de diferentes frequências em sujeitos com diferentes níveis de aptidão física (destreinados e treinados), gêneros e faixa-etárias.

Recentemente, foi proposto que a utilização de altas frequências de treinamento por grupamento muscular (até 6 sessões semanais por grupo muscular) acompanhada de redução do número de séries por sessão poderia fornecer um estímulo anabólico superior em comparação com treinos menos frequentes utilizando maiores volumes por sessão (Dankel et al., 2017). Tal hipótese é baseada em evidências de que o curso temporal da síntese proteica miofibrilar (SPM) é atenuado em indivíduos treinados em força (Damas et al., 2015). Combinado com a suposição de que existe um limiar para a quantidade de volume realizado dentro de uma sessão que é convertido em estímulo para o crescimento muscular (Dankel et al., 2017), especula-se que a dispersão do volume do TF ao longo de uma semana (exemplo, distribuir 18 séries semanais por grupo muscular em 6 sessões com 3 séries em comparação a realizar duas sessões com 9 séries) otimizaria a área sob a curva da SPM e, portanto, aumentaria o acréscimo de proteína muscular ao longo do tempo (Dankel et al., 2017).

Embora plausível, tal hipótese não foi baseada em ensaios controlados e aleatorizados comparando altas e baixas frequências semanais em sujeitos treinados. Quando a hipótese de Dankel et al. (2017) foi publicada, existia apenas um estudo publicado utilizando métodos de diagnóstico por imagem para avaliar alterações na espessura muscular advindas de diferentes frequências de treinamento em homens treinados (Schoenfeld et al., 2015).

Schoenfeld et al. (2015) aleatorizaram 20 homens treinados em dois grupos experimentais: uma versus três sessões semanais para cada grupo muscular. O volume semanal foi equalizado (nove séries para cada grupamento muscular) e após oito semanas de intervenção, ambos os grupos apresentaram incrementos significativos na espessura muscular dos músculos flexores do cotovelo, tríceps braquial e vasto lateral, sem diferenças entre grupos, exceto para os

flexores do cotovelo que apresentaram ganhos significativamente maiores no grupo que treinou utilizando três sessões semanais em comparação ao que treinou uma vez por semana.

Desde então, diversos estudos com homens treinados foram publicados analisando a influência de diferentes frequências nos ganhos de hipertrofia muscular (Brigatto et al., 2019; Colquhoun et al., 2018; Gentil et al., 2018; Gomes et al., 2019; Saric et al., 2019; Tavares et al., 2017; Yue et al., 2018; Zaroni et al., 2019). Desses trabalhos, apenas o de Zaroni et al. (2019) observou ganhos superiores de hipertrofia muscular com a utilização de altas frequências (5 versus 1 sessão semanal por grupo muscular para membros inferiores e 5 versus 2 sessões semanais por grupo muscular para membros superiores). Nos demais estudos, embora diferentes frequências semanais por grupamento muscular tenham sido comparadas (1 vs 2 [Brigatto et al., 2019; Gentil et al., 2018; Tavares et al., 2017; Yue et al., 2018], 2 vs 4 [Yue et al., 2018], 3 vs 6 [Colquhoun et al., 2018; Saric et al., 2019] e 1 vs 5 [Gomes et al., 2019]), todas as distribuições resultaram em ganhos similares de força e hipertrofia muscular.

Na mais recente revisão sistemática com meta-análise sobre o tema (Schoenfeld, Grgic e Krieger, 2018) não foram observadas diferenças significantes entre altas e baixas frequências com volume equalizado. Além disso, os resultados foram os mesmos quando as análises foram realizadas em categorias específicas: apenas indivíduos destreinados, apenas indivíduos treinados, apenas análises utilizando métodos de diagnóstico por imagem, etc (Schoenfeld, Grgic e Krieger, 2018).

Em conclusão, as mais relevantes a atuais evidências apontam que a frequência do TF não exerce influência significativamente nos ganhos de hipertrofia muscular quando o volume é equalizado. Portanto, treinadores e praticantes do TF que tenham como objetivo maximizar os ganhos de força e hipertrofia muscular, podem se beneficiar de mesociclos que envolvam tanto frequências baixas (1 sessão por grupo muscular por semana) quanto frequências altas (2-6 sessões por grupo muscular por semana).

Nesse contexto, periodizações que contemplem a manipulação da variável frequência semanal ao longo dos mesociclos, podem contribuir para a variabilidade do treinamento de força, proporcionando alternância de estímulos e promovendo ganhos contínuos ao longo do tempo.

Referências

- ABE, T. et al. Skeletal muscle size and circulating IGF-1 are increased after two weeks of twice daily “KAATSU” resistance training. **International Journal Of Kaatsu Training Research**, v. 1, n. 1, p. 6-12, 2005.
- ARAZI, H.; ASADI, A. Effects of 8 weeks equal-volume resistance training with different workout frequency on maximal strength, endurance and body composition. **International Journal Of Sports Science And Engineering**, v. 5, n. 2, p.112-118, 2011.
- BEHM, D. et al. Canadian Society for Exercise Physiology position paper: resistance training in children and adolescents. **Applied Physiology Nutrition And Metabolism**, v. 33, n. 3, p. 547-561, 2008.
- BEHRINGER, M. et al. Effects of Resistance Training in Children and Adolescents: A Meta-analysis. **Pediatrics**, v. 126, n. 5, p.1199-1210, 25 out. 2010.
- BENTON, M.J. et al. Short-Term Effects of Resistance Training Frequency on Body Composition and Strength in Middle-Aged Women. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, v. 25, n. 11, p. 3142-3149, 2011.
- BLOOMER, R.J.; IVES, J.C. Varying neural and hypertrophic influences in a strength program. **Strength And Conditioning Journal**, v. 22, n. 2, p. 30-35, abr. 2000.
- BORDE, R.; HORTOBÁGYI, T.; GRANACHER, U. Dose-Response Relationships of Resistance Training in Healthy Old Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 45, n. 12, p. 1693-1720, 2015.
- BRAITH, R.; et al. Comparison of 2 vs 3 Days/Week of Variable Resistance Training During 10- and 18-Week Programs. **International Journal Of Sports Medicine**, v. 10, n. 06, p.450-454, dez. 1989.
- BRIGATTO, F.A.; et al. Effect of Resistance Training Frequency on Neuromuscular Performance and Muscle Morphology After 8 Weeks in Trained Men. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, v. 33, n. 8, p. 2104-2116, 2019.
- BURT, J.; WILSON, R.; WILLARDSON, J. A comparison of once versus twice per week training on leg press strength in women. **The Journal Of Sports Medicine And Physical Fitness**, v. 47, n. 1, p. 13-17, 2007.
- CALDER, A.W. et al. Comparison of whole and split weight training routines in young women. **Canadian Journal Of Applied Physiology**, v. 19, n. 2, p. 185-199, 1994.
- CANDOW, D.G.; BURKE, D.G. Effect of short-term equal-volume resistance training with different workout frequency on muscle mass and strength in untrained men and women. **The Journal Of Strength And Conditioning Research**, v. 21, n. 1, p. 204-207, 2007.
- CARNEIRO, N.H. et al. Effects of different resistance training frequencies on flexibility in older women. **Clinical Interventions In Aging**, p. 531-538. 2015.
- CARPENTER, D.M. et al. Effect of 12 and 20 Weeks of Resistance Training on Lumbar Extension Torque Production. **Physical Therapy**, v. 71, n. 8, p.580-588, 1991.
- CHODZKO-ZAJKO, W. J. et al. Exercise and Physical Activity for Older Adults. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, v. 41, n. 7, p. 1510-1530, 2009.

- COLQUHOUN, R. J. et al. Training volume, not frequency, indicative of maximal strength adaptations to resistance training. **The Journal Of Strength And Conditioning Research**, v. 32, n. 5, p. 1207-1213, 2018.
- CORNELISSEN, V. A. et al. Impact of Resistance Training on Blood Pressure and Other Cardiovascular Risk Factors: A Meta-Analysis of Randomized, Controlled Trials. **Hypertension**, v. 58, n. 5, p. 950-958, 2011.
- DAMAS, F. et al. A Review of Resistance Training-Induced Changes in Skeletal Muscle Protein Synthesis and Their Contribution to Hypertrophy. **Sports Medicine**, v. 45, n. 6, p. 801-807, 2015a.
- DANKEL, S.J. et al. Frequency: The Overlooked Resistance Training Variable for Inducing Muscle Hypertrophy? **Sports Medicine**, Epub ahead of print, 17 out. 2016.
- DELORME, T. L.; WATKINS, A.L. Technics of progressive resistance exercise. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 29, n. 5, p.263-273, 1948.
- DeRENNE, C. et al. Effects of Training Frequency on Strength Maintenance in Pubescent Baseball Players. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, [s.l.], v. 10, n. 1, p.8-14, fev. 1996.
- DeMICHELE, P.L. et al. Isometric torso rotation strength: effect of training frequency on its development. **Archives Of Physical Medicine And Rehabilitation**, v. 78, n. 1, p. 64-69, 1997.
- DiFRANCISCO-DONOGHUE, J. et al. Comparison of once-weekly and twice-weekly strength training in older adults. **British Journal Of Sports Medicine**, v. 41, n. 1, p. 19-22, 2006.
- FAIGENBAUM, A.D. et al. Comparison of 1 and 2 Days per Week of Strength Training in Children. **Research Quarterly For Exercise And Sport**, v. 73, n. 4, p. 416-424, 2002.
- FAIGENBAUM, A.D. et al. Youth Resistance Training: Updated Position Statement Paper From the National Strength and Conditioning Association. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, v. 23, p.60-79, 2009.
- FAIGENBAUM, A.D. et al. Comparison of 1 and 2 Days per Week of Strength Training in Children. **Research Quarterly For Exercise And Sport**, v. 73, n. 4, p. 416-424, 2002.
- FARINATTI, P.T.V. et al. Effects of Different Resistance Training Frequencies on the Muscle Strength and Functional Performance of Active Women Older Than 60 Years. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, v. 27, n. 8, p. 2225-2234, 2013.
- FLECK, S.J.; KRAEMER, W.J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 376p.
- FRY, A.C. et al. Muscle fiber characteristics and performance correlates of male Olympic-style weightlifters. **The Journal Of Strength And Conditioning Research**, v. 17, n. 4, p. 746-754, 2003.
- GARBER, C.E. et al. Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, v. 43, n. 7, p.1334-1359, jul. 2011.
- GENTIL, P. et al. Effects of equal-volume resistance training performed one or two times a week in upper body muscle size and strength of untrained young men. **The Journal Of Sports Medicine And Physical Fitness**, v. 55, n. 3, p. 144-149, 2015.

- GENTIL, P. et al. Effects of equal-volume resistance training with different training frequencies in muscle size and strength in trained men. **Peer-Reviewed Journal**, v. 6, n. e5020, p. 1-12, 2018.
- GILLAM, G.M. Effects of frequency of weight training on muscle strength enhancement. **The Journal Of Sports Medicine And Physical Fitness**, v. 21, n. 4, p.432-436, 1981.
- GOMES, G. K. et al. High frequency resistance training is not more effective than low-frequency resistance training in increasing muscle mass and strength in well-trained men. **The Journal Of Strength And Conditioning Research**, v. 33, n. 1, p. 130-139, 2019.
- GORDON, B.A. et al. Resistance training improves metabolic health in type 2 diabetes: A systematic review. **Diabetes Research And Clinical Practice**, v. 83, n. 2, p.157-175, 2009.
- GOTSHALK, L.A. et al. Hormonal responses of multiset versus single-set heavy-resistance exercise protocols. **Canadian Journal Of Applied Physiology**, v. 22, n. 3, p. 244-255, 1997.
- GRAVES, J.E. et al. Effect of training frequency and specificity on isometric lumbar extension strength. **Spine**, v. 15, n. 6, p. 504-509, 1990.
- GRAVES, J.E. et al. Specificity of limited range of motion variable resistance training. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, v. 21, n. 1, p.84-89, 1989.
- GRGIC, et al. Effect of resistance training frequency on gains in muscular strength: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 48, n. 5, p. 1207-1220, 2018.
- GOMES, G.K.; et al. High-Frequency Resistance Training Is Not More Effective Than Low-Frequency Resistance Training in Increasing Muscle Mass and Strength in Well-Trained Men. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, p. 130-139, 2018.
- HACKETT, D.A.; JOHNSON, N.A.; CHOW, C. Training Practices and Ergogenic Aids Used by Male Bodybuilders. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, v. 27, n. 6, p. 1609-1617, 2013.
- HÄRTMAN, M.J. et al. Comparisons Between Twice-Daily and Once-Daily Training Sessions in Male Weight Lifters. **International Journal Of Sports Physiology And Performance**, v. 2, n. 2, p. 159-169, 2007.
- HAKKINEN, K.; KALLINEN, M. Distribution of strength training volume into one or two daily sessions and neuromuscular adaptations in female athletes. **Electromyography Clinical Neurophysiology**, v. 34, n. 2, p. 117-124, 1994.
- HÄKKINEN, K.; PAKARINEN, A. Serum hormones in male strength athletes during intensive short term strength training. **European Journal Of Applied Physiology And Occupational Physiology**, v. 63, n. 3-4, p. 194-199, 1991.
- HENWOOD, T.R.; TAAFFE, D.R. Short-term resistance training and the older adult: the effect of varied programmes for the enhancement of muscle strength and functional performance. **Clinical Physiology And Functional Imaging**, v. 26, n. 5, p. 305-313, 2006.
- HOFFMAN, J.R. et al. The effect of self-selection for frequency of training in a winter conditioning program for football. **The Journal Of Strength And Conditioning Research**, v. 4, n. 3, p. 76-82, 1990.

HUNTER, G.R. Changes in body composition, body build, and performance associated with different weight training frequencies in males and females. **National Strength & Conditioning Association Journal**, v. 7, n. 1, p. 26-28, 1985.

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

KRAEMER, W.J.; FLECK, S.J. **Optimizing Strength Training: Designing Nonlinear Periodization Workouts**. 2nd ed. Champaign (IL): Human Kinetics Books; 2007. 256p.

KRAEMER, W.J. et al. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, v. 41, n. 3, p. 687-708, 2009.

KRAEMER, W.J. THE EVOLUTION OF THE SCIENCE OF RESISTANCE TRAINING: The Early Pionners of Progress. **ACSM's Health & Fitness Journal**, p.10-14, 2016.

KRIEGER, J.W. et al. Single Versus Multiple Sets of Resistance Exercise: A Meta-Regression. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, v. 23, n. 6, p. 1890-1901, 2009.

KRIEGER, J.W. Single vs. Multiple Sets of Resistance Exercise for Muscle Hypertrophy: A Meta-Analysis. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, v. 24, n. 4, p. 1150-1159, 2010.

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

LLOYD, R.S. et al. Position statement on youth resistance training: the 2014 International Consensus. **British Journal Of Sports Medicine**, v. 48, n. 7, p. 498-505, 2013.

MAGYARI, P.M.; CHURILLA, J.R. Association Between Lifting Weights and Metabolic Syndrome among U.S. Adults. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, v. 26, n. 11, p. 3113-3117, 2012.

MARCHETTI, Paulo H; LOPES, Charles R. **PLANEJAMENTO E PRESCRIÇÃO DO TREINAMENTO PERSONALIZADO: do iniciante ao avançado**. Volume 1, 2014; 155p.

McLESTER, J.R.Jr.; BISHOP, E.; GUILLIAMS, M.E. Comparison of 1 day and 3 days per week of equal-volume resistance training in experienced subjects. **The Journal Of Strength And Conditioning Research**. p. 273-281. 2000.

MURLASITS, Z.; REED, J.P.; WELLS, K. Effect of resistance training frequency on physiological adaptations in older adults. **Journal Of Exercise Science And Fitness**, v. 10, n. 1, p. 28-32, 2012.

NARICI, M.V.; KAYSER, B. Hypertrophic response of human skeletal muscle to strength training in hypoxia and normoxia. **European Journal Of Applied Physiology And Occupational Physiology**, v. 70, n. 3, p. 213-219, 1995.

NAKAMURA, Y. et al. Effects of exercise frequency on functional fitness in older adult women. **Archives Of Gerontology And Geriatrics**, v. 44, n. 2, p. 163-173, 2007.

ORSATTI, F.L. et al. Effects of resistance training frequency on body composition and metabolics and inflammatory markers in overweight postmenopausal women. **J Sports Med Phys Fitness**, v. 54, n. 3, p. 317-325, 2014.

PADILHA, C.S. et al. Effect of resistance training with different frequencies and detraining on muscular strength and oxidative stress biomarkers in older women. **Age**, v. 5, n. 37, p. 517-526, 2015.

PETERSON, M.D.; RHEA, M.R.; ALVAR, B.A.. Maximizing Strength Development in Athletes: A Meta-Analysis to Determine the Dose-Response Relationship. **The Journal Of Strength And Conditioning Research**, v. 18, n. 2, p. 377-382, 2004.

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. **The Journal Of Strength And Conditioning Research**, v. 19, n. 4, p. 950-958, 2005.

PHILLIPS, S.M.; WINETT, R.A. Uncomplicated Resistance Training and Health-Related Outcomes. **Current Sports Medicine Reports**, v. 9, n. 4, p. 208-213, 2010.

POLLOCK, M.L. et al. Frequency and volume of resistance training: effect on cervical extension strength. **Archives Of Physical Medicine And Rehabilitation**, v. 74, n. 10, p. 1080-1086, 1993.

RIBEIRO, Alex S. et al. Effect of Two- versus Three-Way Split Resistance Training Routines on Body Composition and Muscular Strength in Bodybuilders: A Pilot Study. **International Journal Of Sport Nutrition And Exercise Metabolism**, v. 25, n. 6, p. 559-565, 2015.

RHEA, M.R. et al. A Meta-analysis to Determine the Dose Response for Strength Development. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, v. 35, n. 3, p. 456-464, 2003.

SARIC, J.; et al. Resistance Training Frequencies of 3 and 6 Times Per Week Produce Similar Muscular Adaptations in Resistance-Trained Men. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, v. 33, p. 122-129, 2019.

SCHOENFELD, B.J. The Mechanisms of Muscle Hypertrophy and Their Application to Resistance Training. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, v. 24, n. 10, p. 2857-2872, 2010.

SCHOENFELD, B.J. Potential Mechanisms for a Role of Metabolic Stress in Hypertrophic Adaptations to Resistance Training. **Sports Medicine**, v. 43, n. 3, p.179-194, 2013.

SCHOENFELD, B.J.; et al. Influence of Resistance Training Frequency on Muscular Adaptations in Well-Trained Men. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, v. 29, n. 7, p. 1821-1829, 2015.

SCHOENFELD, B.J.; OGBORN, D.; KRIEGER, J.W. Effects of Resistance Training Frequency on Measures of Muscle Hypertrophy: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 46, n. 11, p. 1689-1697, 2016a.

SCHOENFELD, B.J.; OGBORN, D.; KRIEGER, J.W. Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. **Journal Of Sports Sciences**, p.1-10, 2016b.

SCHOENFELD, B.J.; GRGIC, J.; KRIEGER, J. How many times per week should a muscle be trained to maximize muscle hypertrophy? A systematic review and meta-analysis of studies examining the effects of resistance training frequency. **Journal Of Sports Science**, v. 37, n. 11, p. 1286-1295, 2018.

SERRA, R. et al. The Effects of Resistance Training Frequency on Strength Gains. **Journal Of Exercise Physiology Online**, v. 18, p. 37-45, 2015.

SILVA, N.L. et al. Influence of strength training variables on strength gains in adults over 55 years-old: A meta-analysis of dose-response relationships. **Journal Of Science And Medicine In Sport**, v. 17, n. 3, p. 337-344, 2014.

STEIB, S.; SCHOENE, D.; PFEIFER, K. Dose-response relationship of resistance training in older adults: a meta-analysis. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, v. 42, n. 5, p. 906-914, 2010.

TAAFFE, D. et al. Once-Weekly Resistance Exercise Improves Muscle Strength and Neuromuscular Performance in Older Adults. **Journal Of The American Geriatrics Society**, v. 47, n. 10, p. 1208-1214, 1999.

TAVERES, L.D.; et al. Effect of different strength training frequencies during reduced training period on strength and muscle cross-sectional area. **European Journal Sports Science**, v. 17, n. 6, p. 665-672, 2017.

TODD, J.S.; SHURLEY, J.P.; TODD, T.C. Thomas L. DeLorme and the Science of Progressive Resistance Exercise. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, v. 26, n. 11, p. 2913-2923, 2012.

WERNBOM, M.; AUGUSTSSON, J.; THOMEÉ, R. The influence of frequency, intensity, volume and mode of strength training on whole muscle cross-sectional area in humans. **Sports Medicine**, v. 37, n. 3, p. 225-264, 2007.

YUE, F.L.; et al. Comparison of 2 weekly-equalized volume resistance-training routines using different frequencies on body composition and performance in trained males. **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**, v. 43, n. 5, p. 475-481, 2018.

ZARONI, R.S.; et al. High resistance-training frequency enhances muscle thickness in resistance-trained men. **The Journal Of Strength And Conditioning Research**, v. 33, p. 140-151, 2019.

ZATSIORSKY, V.M.; KRAEMER, W.J. **Ciência e Prática do Treinamento de Força**. Segunda edição. São Paulo: Phorte; 2008.

Capítulo 8

Treinamento de força em populações especiais

Profa Dra. Marlene Aparecida Moreno
Prof Ms. Felipe de Ornelas

Com o crescente aumento da população, torna-se inevitável o aparecimento de um número maior de pessoas com doenças ou com características estruturais e fisiológicas limitantes, ou ainda em fases da vida que demandam cuidados e atenção especial, as quais constituem as denominadas “populações especiais ou grupos especiais”. Para facilitar o entendimento dos indivíduos que compõem essa população, em relação à capacidade funcional, pode-se dizer que de modo geral trata-se de alguém que apresenta algum problema que interfira diretamente na realização de atividades físicas regulares, ou ainda que necessita de cuidados específicos para participar de um programa de exercícios físicos e/ou reabilitação. Como exemplo de populações especiais encontram-se pessoas idosas, grávidas, crianças, pessoas com diabetes, hipertensão, obesidade, cardiopatias, síndrome metabólica, fatores de risco para doenças cardiovasculares, entre outras condições.

Considerando a diversidade dos grupos especiais, este capítulo se propõe a discutir especificamente o treinamento de força relacionado a pessoas com fatores de risco para doenças cardiovasculares e/ou com síndrome metabólica, uma vez que a mesma é definida como um transtorno representado por um conjunto de fatores de risco cardiovasculares usualmente relacionados à deposição central de gordura e à resistência a insulina, que apresenta ainda associação com doenças cardiovasculares, e que tem o exercício físico entre as terapias não medicamentosas de primeira escolha, segundo a I Diretriz Brasileira de Diagnóstico e Tratamento da Síndrome Metabólica (2005).

A prática de exercícios físicos reduz o risco de doenças crônicas como cardiopatias, Diabetes tipo 2, hipertensão e obesidade, portanto a inatividade física se torna o principal problema de saúde pública do século XXI (BLAIR, 2009), sendo predominantemente os indivíduos adultos de meia idade e idosos os

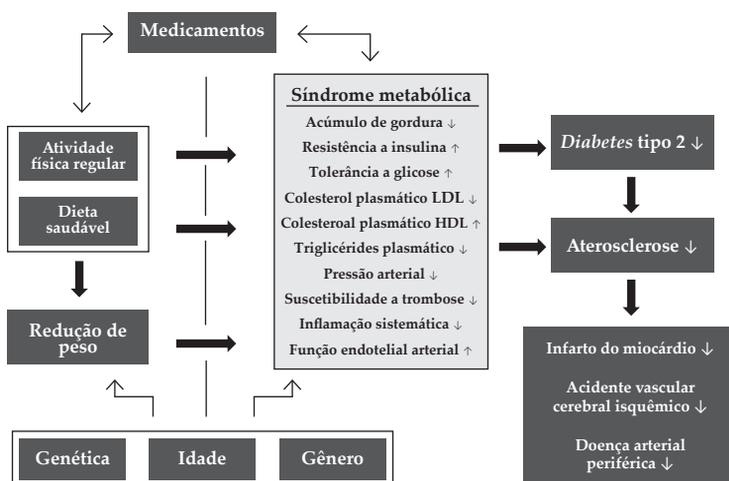
mais afetados. Barreiras como desconforto, desprazer, dor e alta percepção de esforço limitam a participação e estão associadas à baixa adesão à atividades físicas regulares nessas populações (EKKEKAKIS, 2009).

A inatividade física encontra-se entre os fatores comportamentais nas principais categorias de risco para doenças degenerativas, e tende a elevar a concentração de lipídeos na corrente sanguínea, o que pode aumentar o risco para síndrome metabólica, desencadeando doenças como aterosclerose, Diabetes tipo 2 e hipertensão (ROCKETS, 1994). No entanto, a prática de exercícios físicos tem sido recomendada para a prevenção e reabilitação de doenças cardiovasculares e outras doenças crônicas por diferentes associações de saúde no mundo, como *American College of Sports Medicine, Centers for Disease Control and Prevention, American Heart Association, National Institutes of Health, US Surgeon General, Sociedade Brasileira de Cardiologia*, entre outras.

Os efeitos do treinamento físico regular implicam em melhora do sistema nervoso autônomo, sistemas neuro-humoral, muscular e vascular, além de melhora das respostas inflamatórias (CRIMI et al., 2009). Fatores genéticos, idade, gênero e uso de medicamentos podem alterar os efeitos do treinamento físico, no entanto, o exercício físico regular tem apresentado resultados favoráveis para a maioria dos fatores de risco cardiovascular e metabólicos, como resistência a insulina, intolerância a glicose, Diabetes tipo 2, dislipidemia e pressão arterial sistêmica elevada, e são potencializados se associados com a perda de peso (Figura 8.1).

Figura 8.1

Atividade física na etiologia da síndrome metabólica, Diabetes tipo 2 e doenças cardiovasculares. Adaptado de Lakka e Laaksonen (2007).



Benefícios do treinamento de força para populações especiais

O treinamento de força promove melhora da capacidade oxidativa, capacidade mitocondrial, consumo de oxigênio pós-exercício, controle glicêmico, aumento da massa muscular e da taxa metabólica em repouso, além da redução da adiposidade, oxidação de glicose e degradação de proteína (PESTA et al., 2017). Quando comparado a programas de intervenção que utilizam somente exercícios aeróbios, o treinamento de força promove melhora similar na aptidão cardiopulmonar, sem necessariamente aumentar o risco de eventos cardiovasculares durante as sessões de treinamento (HOLLINGS et al., 2017), bem como redução da pressão arterial sistólica e diastólica (De SOUZA et al., 2017). Além dos benefícios metabólicos e das capacidades funcionais, a utilização do treinamento de força como intervenção primária para reduzir potenciais fatores de risco tem sido preferido devido ao aumento da massa e força muscular (SDB, 2017).

O Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM – *American College Sports Medicine*) recomenda exercícios de intensidade moderada a vigorosa com frequência mínima de 2 vezes por semana, para manter ou aumentar a força e massa muscular (ACSM, 2011). Principalmente em indivíduos com multimorbidade, a frequência semanal tem implicado em maior benefício para o controle glicêmico (HARMER, 2015), com conseqüente redução dos malefícios relacionados a síndrome metabólica.

As diretrizes da Associação Americana do Coração (AHA – *American Heart Association*), Associação Americana de Reabilitação Cardiovascular e Pulmonar (AACVPR – *American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation*), Associação Canadense de Reabilitação Cardíaca (CACR – *Canadian Association of Cardiac Rehabilitation*) e Associação Europeia de prevenção cardiovascular e reabilitação (EACPR – *European Association Cardiovascular Prevention e Rehabilitation*) também recomendam a utilização do treinamento de força durante o processo de reabilitação (PRICE et al., 2016), além da Sociedade Brasileira de Diabetes (SDB) e Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC). No entanto, vale ressaltar que a fase inicial do treinamento necessita de maior atenção, como exemplificado na Tabela 8.1:

Tabela 8.1

Sintomas iniciais a serem observados na fase inicial do treinamento de força.

Sintoma	Efeito
Fadiga concêntrica / falha muscular voluntária	Elevada acidose muscular
Manobra de Valsalva	Aumento da pressão arterial, frequência cardíaca e duplo produto
Contrações isométricas > 6 segundos	Aumento exacerbado da descarga simpática
Transição rápida (< 3 segundos) da posição corporal	Maior variação hemodinâmica devido a modificação repentina do volume sistólico
Ações musculares excêntricas < 1 segundo	Aumento do dano tecidual no músculo esquelético e aumento do estado inflamatório pós treinamento
Tontura e/ou visão escurecida	Hipoglicemia

Fontes: Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes (2017-2018) e 7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial (2016).

Sistematização do programa de exercícios

As intervenções iniciais em indivíduos que apresentam fatores de risco metabólicos e cardiovasculares baseiam-se em diagnósticos clínicos, os quais irão fornecer informações para que se possa prescrever adequadamente um programa de intervenção com ênfase em exercícios de força, sendo de extrema importância a observações de sinais e sintomas durante as sessões de treinamento (TAYLOR et al., 2014), nas quais poderão aparecer fadiga excessiva, edema dos pés e tornozelos, palidez, entre outros.

O processo adaptativo para melhora das capacidades de força (força, hipertrofia, resistência e potência) necessita da progressão de carga de treinamento, sendo conhecido pelo aumento gradual do estresse imposto sobre o corpo durante o exercício, evitando assim o platô fisiológico (ACSM, 2002). No entanto, para que possa ocorrer aumento gradual das magnitudes de cargas é necessário observar se os indivíduos estão respondendo adequadamente ao treinamento imposto, e tais observações podem ser analisadas a partir de sinais e sintomas e também das capacidades funcionais (TAYLOR et al., 2014).

A sistematização de um programa de exercício físico por profissionais da área da saúde, responsáveis pela prescrição do treinamento físico, necessita de

requisitos básicos para que possa ser realizado com qualidade e segurança, respeitando as características biológicas dos indivíduos, conforme descrito abaixo:

Avaliações iniciais:

- Estado clínico atual
- Diagnóstico clínico (Eletrocardiograma, hemograma, pressão arterial sistêmica, entre outros)
- Anamnese
- Terapêutica farmacológica
- Comorbidades que afetam a prática do exercícios
- Questionários de atividades físicas (PAR-Q – Questionário de prontidão para atividade física; IPAQ – Questionário internacional de atividade física)
- Antropometria (IMC – índice de massa corporal, RCQ – relação cintura-quadril)
- Testes de capacidade funcional (capacidade aeróbia e força)

Monitoramento (pré, durante e pós sessão):

- Metabólico (limiar glicêmico)
- Cardíaco (pressão arterial sistêmica; frequência cardíaca; variabilidade da frequência cardíaca e duplo produto)
- Carga da sessão (CTL – carga total levantada)
- Escalas subjetivas (QTR – qualidade total de recuperação; PSE – percepção subjetiva de esforço)

Recomendações e aplicações práticas

Os programas de treinamento de força podem ser executados em diferentes locais (academias de clubes e condomínios, parques, praça de esportes etc), utilizando-se diversos equipamentos (máquinas, halteres, equipamentos pneumáticos etc) e até mesmo com o próprio peso corporal, no entanto, sempre com a presença e acompanhamento de profissionais responsáveis pela prescrição e prática sistematizada do exercício físico. A duração de um programa sistemático tem sido recomendada por volta de 12 semanas e com continua progressão de carga linear, baseando-se nos sinais e sintomas e avaliações de capacidade funcionais (RÖHLING et al., 2016; De SOUZA et al., 2017).

Tabela 8.2

Recomendações para a prescrição de programas de treinamento de força com objetivo de minimizar fatores de risco metabólicos e cardiovasculares.

Variáveis do treinamento de força	
Frequência semanal (dias)	2 – 3
Exercícios (quantidade)	Grande grupamento muscular
Volume (séries / repetições)	2 – 4 / 2 – 30
Intensidade (% 1 RM)	0 (massa corporal) – 70
Pausa (minutos)	1 – 3
Velocidade de execução	Moderada
Ordem dos exercícios	Maior volume de carga → menor volume de carga
Ação muscular	Dinâmica (concêntrica e excêntrica)
Intervalo entre sessões	Mínimo de 48 horas

Fontes: Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes (2017-2018) e 7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial (2016).

Referências

American College Sports Medicine. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 43, n. 7, p. 1334–1359, 2011.

American College of Sports Medicine. Position Stand on Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. **Medicine Science Sports Exercise**, v. 34, n. 2, p. 364–380, 2002.

BLAIR, S. N. Physical inactivity: the biggest public health problem of the 21st Century. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 10, p. 29, 2009.

CRIMI, E.; IGNARRO, L. J.; CACCIATORE, F.; NAPOLI, C. Mechanisms by which exercise training benefits patients with heart failure. **Nature Reviews Cardiology**, v. 6, n. 4, p. 292–300, 2009.

DE SOUSA, E. C. et al. Resistance training alone reduces systolic and diastolic blood pressure in prehypertensive and hypertensive individuals: Meta-analysis. **Hypertension Research**, v. 40, n. 11, p. 927–931, 2017.

Diretriz brasileira de diagnóstico e tratamento da síndrome metabólica. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 84, Suplemento I, p. 1-28, 2005.

Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2017-2018. São Paulo, editora **Clannad**, 2017.

EKKEKAKIS, P. Let them roam free?: Physiological and psychological evidence for the potential of self-selected exercise intensity in public health. **Sports Medicine**, v. 39, n.10, p. 857-888, 2009.

HARMER, A. R.; ELKINS, M. R. Amount and frequency of exercise affect glycaemic control more than exercise mode or intensity. **British Journal of Sports Medicine**, v. 49, n. 15, p. 1012–1014, 2015.

HOLLINGS, M.; MAVROS, Y.; FREESTON, J.; et al. The effect of progressive resistance training on aerobic fitness and strength in adults with coronary heart disease: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. **European Journal of Preventive Cardiology**, v. 24, n. 12, p. 1242–1259, 2017.

LAKKA, T. A.; LAAKSONEN, D. E. Physical activity in prevention and treatment of the metabolic syndrome. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 32, n. 1, p. 76–88, 2007.

MALACHIAS, M.V.B.; SOUZA, W.K.S.B.; PLAVNIK, F.L.; et al. 7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial. **Arquivo Brasileiro de Cardiologia**, v. 107(Supl.3), p.1-83, 2016.

PESTA, D. H. et al. Resistance training to improve type 2 diabetes: Working toward a prescription for the future. **Nutrition and Metabolism**, v. 14, n. 1, p. 1–10, 2017.

PRICE, K. J. et al. A review of guidelines for cardiac rehabilitation exercise programmes: Is there an international consensus? **European Journal of Preventive Cardiology**, v. 23, n. 16, p. 1715–1733, 2016.

RÖHLIN, M.; HERDER, C.; RODEN, M.; et al. Effects of type 2 diabetes behavioural telehealth interventions on glycaemic control and adherence: a systematic review. **Exp clinical endocrinol Diabetes**, n. 2, 2015.

ROCKETS, I. Population and health: an introduction to epidemiology. *Population Bulletin*. v. 49, p. 1-48, 1994

TAYLOR, R. S. et al. Exercise-based rehabilitation for heart failure (Review) Exercise-based rehabilitation for heart failure. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, n. 4, 2014.

Capítulo 9

Treinamento de força aplicado às lesões dos tecidos biológicos

Prof. Ms. Evandro Murer

Prof Dr. Tiago Volpi Braz

A atuação do profissional em reabilitação deve seguir uma sequência lógica de atuação multidisciplinar. Neste sentido, a manipulação dos exercícios no TF cabem aos profissionais da fisioterapia e educação física com seus respectivos objetivos durante as fases do processo de reabilitação. Entretanto, distintas áreas podem conjuntamente intervir junto ao processo tais como medicina, nutrição, psicologia entre outras. O importante na progressão do restabelecimento das lesões é a determinação dos procedimentos vinculados a cada área conforme campo de intervenção da graduação em questão, ou seja, o termo “prescrição” está relacionado ao profissional graduado registrado em conselho da área, referindo-se a decisão adotada pelo profissional ocorrendo definição “intencional” de determinada prescrição, diferente dos termos “recomendação” e “aconselhamento” (ANDERÁOS et al., 2012). Neste último caso, qualquer profissional pode realizá-lo, já que estes termos estão relacionados ao conjunto de informações, não havendo especificidade dos objetivos da prática e de como ela deve ser executada, não determinando ou categorizando a combinação intencional de variáveis (ANDERÁOS et al., 2012).

Como exemplo o profissional da nutrição prescreve a dieta com manipulação dos macronutrientes para o lesionado, o médico realiza o diagnóstico da lesão e quando necessário a intervenção cirúrgica. Na sequência do processo o fisioterapeuta atua com a reabilitação especializada, manejo no atendimento agudo e exercícios envolvendo o tecido em cicatrização e em processo inicial do restabelecimento da atividade funcional do lesionado. Neste ponto, atuam em conjunto com os profissionais de educação física promovendo o restabelecimento da força, resistência, equilíbrio, propriocepção e controle motor até atingir o retorno a atividade funcional (MAGEE; ZACHAZEWSKI; QUILLEN, 2013). Portanto, a progressão de

exercícios de TF aqui descritos e teorizados destinam-se aos profissionais da fisioterapia e educação física que por vários momentos atuarão em conjunto no processo.

Esta definição é importante pois “reabilitação” e “condicionamento” da força do lesionado muitas vezes são vistos como processos separados e distintos, o que é um erro conceitual e implica em erros práticos de atuação das duas áreas. Isto é bem discutido no comentário clínico de Reiman e Lorenz (2011). Estes autores sugerem que os objetivos iniciais destes profissionais são muitas vezes diferentes devido ao momento de sua implementação que abrange diferentes estágios de recuperação pós-lesão. Neste caso, destacam que o foco inicial do fisioterapeuta inclui o alívio da disfunção, o aumento da cicatrização do tecido e a provisão de uma progressão sistemática da amplitude de movimento e da força. Durante o retorno a funcionalidade do movimento o profissional da educação física deve ser consultado e o estabelecimento da progressão dos exercícios de TF deve ser feita em conjunto, sendo que a comunicação e colaboração entre as áreas se torna obrigação (REIMAN; LORENZ, 2011). Porém, existe uma ideia lógica de progressão para as áreas atuarem em conjunto que se diferenciam pelo tipo de lesão a ser reabilitada, como por exemplo, lesões por estiramento, tendinopatias, disfunções articulares e lesões de ligamentos.

Por exemplo, o TF lesões com estiramento já deve ser iniciado na fase 3 (6-18 dias) e 4 (+18 dias) da cicatrização do tecido (MAGEE; ZACHAZEWSKI; QUILLEN, 2013). O tempo necessário nestas fases é o mesmo, independente da gravidade da lesão, entretanto, a quantidade de dano varia conforme agravamento do estiramento. Fisiologicamente, nestas fases já foi atenuada a resposta inflamatória a lesão e ocorreu a proliferação da substância amorfa fundamental, abrindo-se a possibilidade do fortalecimento muscular de maneira indolor ao indivíduo (DANNECKER; KOLTYN, 2014). Está estabelecido que a inserção de exercícios de força nestas fases encurtam o tempo necessário para o restabelecimento da atividade funcional do sujeito (SUCHOMEL; NIMPHIUS; STONE, 2016). Além disto, outra principal causa para lesão por estiramento (neste caso estiramento muscular) se dá pelo enfraquecimento ou encurtamento das musculaturas antagonistas ao movimento realizado. O TF tem um papel importante para minimização desta probabilidade de lesões.

Na verdade, o desequilíbrio muscular pode ocorrer devido à vários fatores, incluindo a presença de músculos hipertônicos (em estado de contratura ou espasmo) ou músculos fracos (BRUGHELLI et al., 2010). Em esportes que envolvam utilização de membros inferiores em alta velocidade comumente são relatadas lesões por estiramento muscular em isquiotibiais. Croisier et al. (2008) destacam que isto ocorre pela diferença da geração de força de quadríceps em relação aos músculos isquiotibiais (aproximadamente 50% maior). Os isquiotibiais possuem arquitetura apropriada para alta velocidade contrátil em virtude

do comprimento das fibras musculares (111 milímetros) enquanto que os quadríceps exibem alta produção de força com menor comprimento (68 milímetros).

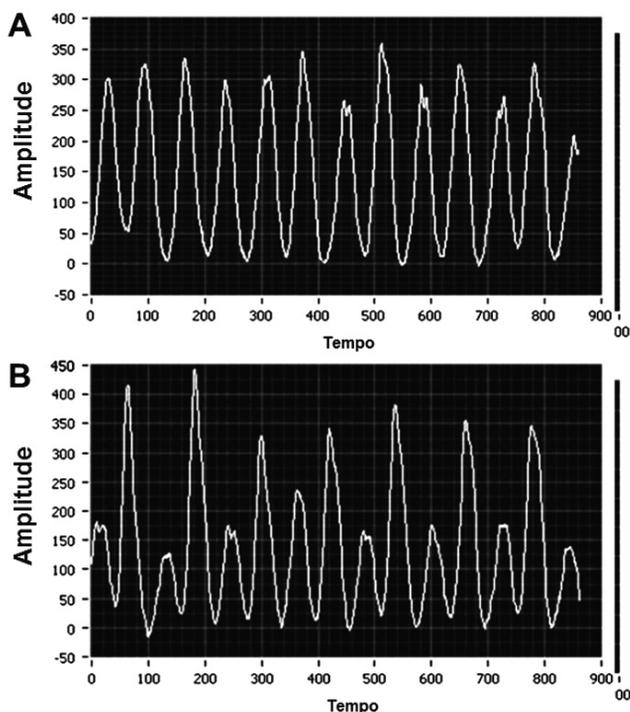
Essas diferenças no desenho sugerem maior suscetibilidade às lacerações por parte dos músculos isquiotibiais em exercícios como sprints, levantamento olímpico, agachamento e saltos. Indivíduos que possuem um déficit ainda maior de força entre estas musculaturas apresentam maior probabilidade de lesão por estiramento muscular. Por exemplo, foi demonstrado por Brughelli et al. (2010) que a força horizontal produzida nos passos da corrida em indivíduos com lesões em isquiotibiais é menor ao retornarem a sua atividade funcional. Além disto, o grupo que apresentava estas lesões nos últimos 2 anos demonstrou déficit contralateral de força horizontal na perna de aproximadamente 45% (figura 9.1). Uma das principais explicações é o fato dos lesionados aumentarem a produção de força horizontal na perna não lesionada como adaptação compensatória à lesão do isquiotibial.

Alguns estudos com dinamômetro isocinético tem demonstrado que a relação entre os picos de torque dos extensores e flexores de joelho da mesma perna menor que 0,45 ou de uma perna para a outra (ex., assimetria bilateral nos isquiotibiais menor que 15%) pode ser considerado desequilíbrio muscular (MANIAR et al., 2016). Croisier et al. (2008) verificaram que atletas classificados com desequilíbrio muscular, que não participaram de nenhuma medida corretiva, tiveram 4,66 vezes maior risco de sofrerem lesão do que os atletas considerados normais nas medidas de força. Neste estudo, os atletas que iniciaram a temporada desequilibrados, mas normalizaram as relações isocinéticas com TF, apresentaram diminuição da incidência de lesão, e terminaram o estudo com índices de lesão comparáveis aos do grupo que já era equilibrado.

No caso das tendinopatias, o equilíbrio ideal entre dor e carga externa deve direcionar o volume da sessão de exercícios. De acordo com Curwin et al. (1994), se a dor for sentida cedo demais (<20 repetições de exercícios excêntricos), a condição em geral da tendinopatia será agravada. Se não for sentida dor, a condição permanecerá no mesmo nível. Quando os sintomas são provocados entre 20 a 30 repetições de exercícios excêntricos, a condição melhora de forma gradual com o tempo, em geral levando 6 a 12 semanas para resolução do agravo no tendão. As tendinopatias possuem características crônicas, ou seja, as dores locais normalmente são persistentes. Isto ocorre, já que o consumo de oxigênio em tendões e ligamentos é em média 7,5 vezes menor comparado ao músculo esquelético (LORENZ, 2010). Isto implica em menor necessidade de oxigênio para realização de uma tarefa funcional (menor gasto energético) e possui uma vantagem de menor risco de isquemia no tecido, porém, está relacionado diretamente ao fato de baixa cicatrização e maior demora para recuperação do lesionado, pois tem menor aporte de fluxo sanguíneo e combate ao processo inflamatório.

Figura 9.1

Representação esquemática da força horizontal em 12 passos durante a corrida no grupo sem déficits significativos (A). Representação esquemática da força horizontal em 12 passos durante a corrida no grupo com déficits significativos de aproximadamente 45% (B).



Adaptado de Brughelli et al. (2010)

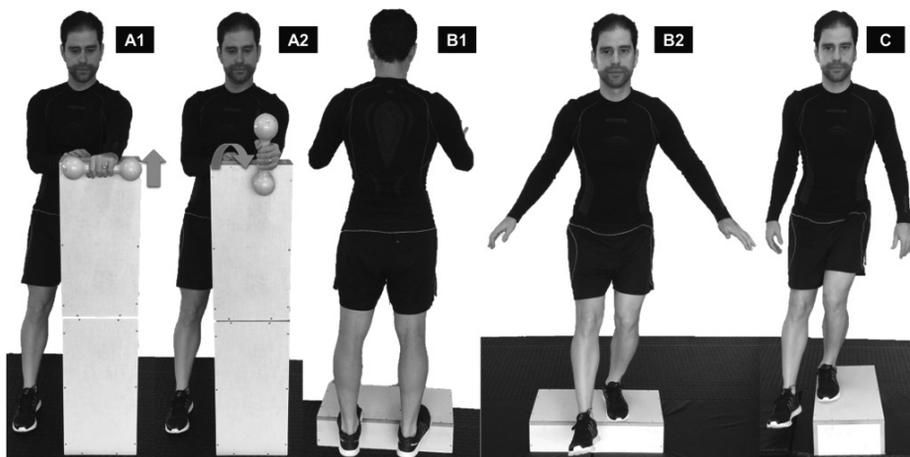
Este entendimento é importante, já que as principais causas de tendinopatia são esforços repetitivos gerando desbalanço da carga cinética na produção do movimento coordenado e baixa capacidade de geração de tensão e alongamento muscular de alguns segmentos corporais. Este desbalanço da carga cinética potencializa a inflamação e desgaste do tecido e está relacionado diretamente ao menor aporte de oxigênio em tendões e articulações. Exemplificando, a tendinopatia bicipital pode estar associada ao enfraquecimento do serrátil anterior, diminuindo a quantidade de rotação superior da escápula durante a elevação do braço não garantindo uma relação de comprimento-tensão ideal para que o deltoide anterior gere força, aumentando a solicitação do bíceps braquial (MAGEE; ZACHAZEWSKI; QUILLEN, 2013). Este aumento da solicitação de

um determinado músculo eleva o potencial de ocorrências das tendinopatias. Neste caso, a ação excêntrica tem papel fundamental para tratamento deste tipo de lesões, já que evita este desbalanço, aumentando a força na região distal (próximo a tendões) e restabelecendo possíveis encurtamentos destes tecidos. Na figura 9.2 podem ser visualizados alguns exemplos de exercícios que envolvam a ação excêntrica na reabilitação de tendinopatias do cotovelo, tendão de Aquiles e tendão patelar.

A prática do TF para indivíduos com agravos de cartilagens e articulações deve passar pelo entendimento biológico destas estruturas. A estabilidade estática e dinâmica da articulação depende em grande parte do contorno das superfícies articulares, criado pela cartilagem articular hialina que cobre as superfícies da articulação sinovial, em parceria com o osso e as estruturas de suporte (cápsula, tendões, ligamentos e músculos) que cercam a articulação (MAGEE; ZACHAZEWSKI; QUILLEN, 2013). As condições nas quais ocorrem destruição da cartilagem geralmente são classificadas como inflamatórias (ex., artrite reumatoide) ou não inflamatórias (ex., condromalácia e osteoartrose) e podem ocorrer por diferentes fatores tais como cargas repetitivas, privação de carga (ex., repouso, imobilização), cargas excessivas (ex., indivíduo obeso) e a própria instabilidade articular (ex., frouxidão ligamentar).

Figura 9.2

Exemplo de exercícios baseados na ação excêntrica para reabilitação de tendinopatias do cotovelo – úmero (A, A1 = extensores do punho, A2 = supinação), tendão de Aquiles (B, B1 = flexores do tornozelo, B2 = dorsiflexão) e tendão patelar (C = descida lateral de degrau com flexão unilateral do joelho)



É importante considerar que a prática do TF pode acarretar edema da cartilagem articular após término da sessão produzindo hipertrofia dos condrócitos, aumento da matriz pericelular e acúmulo de organelas citoplasmáticas (ECKSTEIN et al., 2005). Isto pode ser importante para adaptações positivas frente a função mecânica do exercício e contribuir para a homeostase da cartilagem mas deve-se tomar cuidado com possíveis efeitos inflamatórios produzidos pelo TF pós sessão que podem potencializar a dor do lesionado. Em indivíduos em fase inicial de recuperação de lesões articulares e cartilaginosas o ideal após prática do TF é a combinação com métodos que potencializam a recuperação local do segmento, tais como crioterapia e equipamentos específicos para a redução do processo inflamatório (HOOVER; VANWYE; JUDGE, 2016). Outro ponto que justifica este cuidado pós sessão é que a espessura da cartilagem diminui pós TF. De acordo com Eckstein et al. (2005), 2,8% após 30 flexões de joelho e 4,9% após agachamentos com joelho em 90º durante 20 segundos. A cartilagem tibial apresenta deformação de até 7% após 10 saltos unipodais com 40cm de altura, independente se o indivíduo é atleta ou sedentário.

Após a sessão ocorre a restauração do líquido sinovial, entretanto, pode-se levar 90 minutos (ECKSTEIN et al., 2005). Nesta linha, sugere-se que nos estágios iniciais da reabilitação para este tipo de lesão evite-se exercícios de força com cargas elevadas e isométricas, tendo em vista que o “microtrauma produzido é cumulativo” por uma tensão no mesmo ponto (ex., exercício estático) ou potencializada pelas falhas no colágeno gerado por TF com alto recrutamento de unidades motoras (ex., exercício de força máxima) aumentando o desgaste das cartilagens e articulações. Quando a isometria é introduzida, deve-se aumentar o tempo de pausa para maior recuperação do líquido sinovial expelido durante o exercício.

O TF adaptado a indivíduos que possuem lesões de ligamento está centrado sobretudo na instabilidade e estabilidade dos movimentos durante a sessão. A principal função do tecido ligamentar é promover a estabilidade articular dinâmica. A lesão ligamentar mais estudada na literatura é a do ligamento cruzado anterior (LCA) e a ideia de progressão de exercícios de TF para este segmento pode ser adaptada a lesões de outros ligamentos. De acordo com Read et al. (2016) a progressão do TF na reabilitação de indivíduos com deficiência no ligamento cruzado anterior (LCA) deve ser caracterizada pela estabilidade articular dinâmica e restauração do movimento funcional. Fitzgerald, Axe e Mackler (2000) propuseram uma sequência progressiva de 10 sessões de TF para LCA. Na fase inicial (sessões 1 a 4) o objetivo é expor o indivíduo a instabilidade em várias direções (anteroposterior

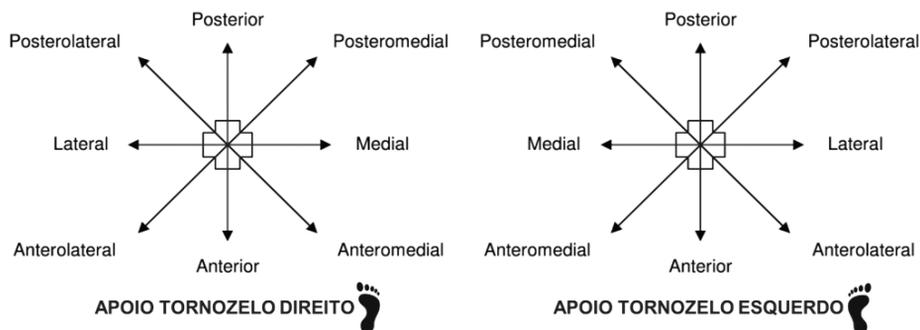
e mediolateral, vide figura 9) começando com apoio bilateral e progredindo para apoio unipodal (sugestão 2 a 3 séries de 1 minuto), evitando mecanismos de co-contração rígida.

Na fase intermediária (sessões de 5 a 7) o objetivo é melhorar a precisão do indivíduo nas instabilidades geradas em equipamentos específicos acrescentando além das direções anteroposterior e mediolateral, a diagonal (vide figura 9.3) e rotações (quando a base é modificável), adicionando também atividades específicas leves (ex., habilidades técnicas de uma modalidade ou agachar no caso de um idoso) durante as técnicas para promoção de instabilidade. Deve-se evitar a contração muscular em antecipação a promoção de instabilidade (sugestão de 2 a 3 séries de 1 minuto realizado bilateralmente).

Na fase final (sessões 8 a 10) a ideia é utilizar equipamentos que potencializem a instabilidade (ex: tábua de rolamento) para aumentar a perturbação gerada, combinando direções do movimento (diagonal, rotações, anteroposterior e mediolateral), criando aleatoriedade, elevando o recrutamento de unidades motoras e aumentando a velocidade dos movimentos (sugestão de 2 a 3 séries de 30 segundos a 1 minuto cada). Neste caso, aproximando o princípio da especificidade ao indivíduo em questão. O foco do TF nesta progressão não é no desenvolvimento de padrões específicos de ativação muscular; preferencialmente permite-se aos indivíduos desenvolverem padrões individualizados contanto que a tarefa se complete com sucesso. Exemplificando, manter o equilíbrio e a estabilidade articular dinâmica sem co-contração rígida (GRIBBLE; HERTEL; PLISKY, 2012).

Figura 9.3

Exemplo das direções de apoio unipodal (tornozelo esquerdo e direito) em exercícios com promoção da instabilidade por meio de ações estáticas ou dinâmicas.



Adaptado de Gribble et al. (2012)

Exercícios do treinamento de força na prevenção de lesões

O TF na reabilitação pode ser trabalhado por diversos tipos de equipamentos tais como pesos livres, sistema de cabos, elásticos, polias, máquinas isocinéticas, pneumáticas, hidráulicas, assim como a própria massa corporal do indivíduo. Na tabela 9.1 pode ser visualizada uma descrição das vantagens e desvantagens da utilização de distintos equipamentos do TF aplicado a reabilitação de lesões. As máquinas são populares entre os profissionais da saúde e no meio científico (padrão ouro) pois são consideradas seguras e permitem o desempenho de exercícios que podem ser menos práticos quando executados com pesos livres (por exemplo extensão do joelho). Ao contrário das máquinas, os pesos livres podem aumentar os padrões de coordenação intermuscular, o que simula alguns movimentos necessários nas atividades da vida diária de diversos sujeitos (DE OLIVEIRA et al., 2016).

Já os exercícios envolvendo a própria massa corporal do lesionado possuem a vantagem da especificidade do movimento, permitindo o restabelecimento dos padrões motores, coordenativos e amplitude de execução. Ademais, utilizando a massa corporal também permite-se a manipulação do centro de gravidade e base de apoio para promoção da instabilidade/desequilíbrio estimulando a propriocepção e ativação de antagonistas e sinergistas (aporte teórico discutindo anteriormente no capítulo em variáveis do TF). Surge a possibilidade de utilização de equipamentos que promovam instabilidade como *Bosu*, *T-Bowl*, rolos, discos, bolas e plataformas de equilíbrio.

Os elásticos normalmente são citados na literatura como um equipamento para melhoria da força em idosos e historicamente são usados em ambientes hospitalares para reabilitação e condicionamento (SHAW; SHAW; BROWN, 2015). Uma recente meta-análise procurou investigar se existe evidência para apoiar o uso elásticos como um método isolado para aumentar a força muscular em adultos saudáveis (DE OLIVEIRA et al., 2016). Foi demonstrado que os elásticos são eficazes para melhorar o desempenho funcional e força muscular quando comparado com nenhuma intervenção em adultos saudáveis (em sua maioria mulheres), porém, não são superiores a outros equipamentos de TF (máquinas e pesos livres). Neste caso, a utilização de elásticos parece ser uma boa opção na reabilitação de lesões, já que auxilia o ganho de força. Isto pode ser realizado isoladamente ou em conjunto com máquinas e pesos livres.

Tabela 9.1

Descrição dos diferentes vantagens e desvantagens na utilização de equipamentos no treinamento de força.

	Medicine Balls	Elásticos	Máquinas (musculação)	Peso livre	Massa Corporal	Bases instáveis
<i>Custo</i>	Muito baixo	Muito baixo	Alto	Moderado	Nenhum	Baixo a moderado
<i>Facilidade de uso</i>	Excelente	Excelente	Excelente	Variável	Excelente	Variável
<i>Funcionalidade</i>	Excelente	Boa	Limitada*	Limitada	Excelente	Limitada
<i>Variiedade</i>	Excelente	Boa	Limitada	Boa	Excelente	Limitada
<i>Aprendizagem motora</i>	Excelente	Excelente	Limitada	Alta	Excelente	Limitada
<i>Necessidades espaciais</i>	Baixas	Baixas	Altas	Moderadas	Baixas	Baixas
<i>Propriocepção</i>	Boa	Boa	Limitada	Boa	Boa	Excelente
<i>Produção de força máxima</i>	Limitada	Limitada	Excelente	Excelente	Limitada	Limitada
<i>Produção de potência</i>	Excelente	Boa	Excelente	Excelente	Boa	Limitada

Adaptado de Magee, Zachazewski e Quilen (2013). Legenda*= porém, existem alguns modelos atuais de máquinas na musculação que já simulam execução de habilidades complexas como chutar, remar e arremessar.

Por exemplo, na meta-análise realizada por Soria-Gila et al. (2015) foi demonstrado que o TF em máquinas (supino e agachamento) acrescentado de resistência variável com elásticos (~20- a 35% da resistência do movimento) e correntes a longo prazo (> 7 semanas) melhora a força muscular em atletas e sujeitos não treinados. Uma das dificuldades encontradas neste tipo de equipamento é a de controle da intensidade do elástico no exercício com parâmetros objetivos (Newton, Kgf ou libras). Existem tentativas de monitoramento da tensão dos elásticos por parte de algumas empresas,

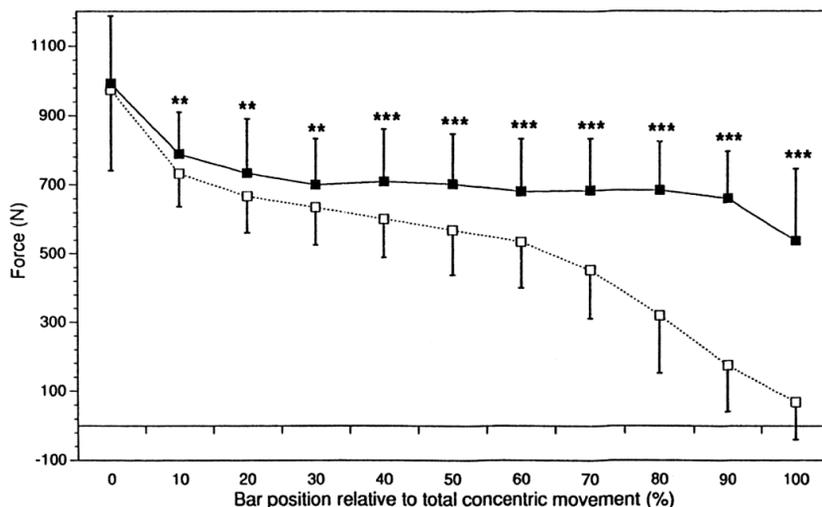
mas a tensão pode variar de 1,5 a 10,75 newtons conforme a relação *stiffness* x deformação do elástico (MCMASTER; CRONIN; MCGUIGAN, 2009). Sem contar que o material do elástico pode variar entre tubos, bandas médias e maiores.

Mesmo assim, a utilização de elásticos aliados a máquinas e pesos livres promove a resistência variável melhorando a taxa de desenvolvimento da força (TDF), desenvolvendo a coordenação entre os músculos antagonistas e sinérgicos além de manter maior produção de força por toda a amplitude de movimento (sobretudo no final) evitando a queda da força produzida na região de aderência do exercício ou "*sticking point*" (SORIA-GILA et al., 2015). A principal vantagem dos elásticos é a potencialização da resistência externa de forma curvilínea, diferente do movimento linear tradicional (MCMASTER; CRONIN; MCGUIGAN, 2009). Além disto, aumenta-se a carga externa da fase excêntrica do movimento, o que pode ser interessante para equilibrar a força gerada pelo músculo nas diferentes fases (negativa e positiva) dos exercícios.

As *medicine balls* ou barras são uma excelente opção para exercícios envolvendo a manifestação da potência muscular pois podem ser arremessadas. Interessantemente, Newton et al. (1996) demonstraram que na fase concêntrica do supino a desaceleração começa em aproximadamente 60% da posição da barra em relação a distância total do movimento. Por outro lado, a força durante o arremesso da barra continua aumentando ao longo de toda a amplitude e continua sendo mais alta para todas as posições da barra depois que o movimento começa (figura 9.4). Conseqüentemente, há uma maior ativação muscular (avaliado por eletromiografia dos músculos peitoral maior [+19%], deltoide porção anterior [+34%], tríceps braquial [+44%] e bíceps braquial [+27%]) do que com o movimento tradicional realizado em máquina. Este princípio pode ser aplicado para outros exercícios utilizados com desaceleração final do movimento na transição entre as ações musculares concêntrica e excêntrica durante um ciclo de repetições no TF.

Figura 9.4

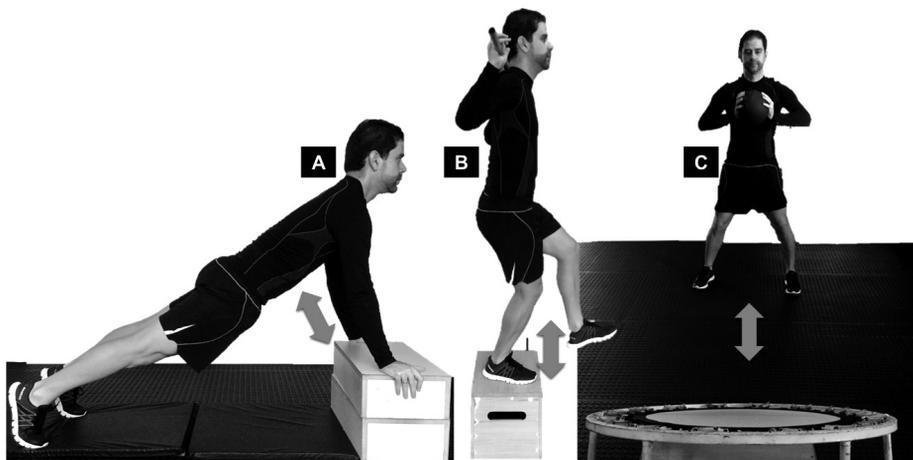
Força vertical aplicada na fase concêntrica do supino (quadrado branco) e supino com lançamento da barra (quadrado preto). ** ou *** indicam diferença significativa entre as condições.



Os exercícios para desenvolvimento da potência muscular podem envolver arremesso e manuseio de *medicine balls*, pesos livres (*ex*; halteres, *Kettlebell*) e elásticos para potencialização da energia cinética acumulada na fase negativa (excêntrica) do movimento (figura 9.5). Além disto, a própria massa corporal do sujeito pode ser manipulada em diversos movimentos funcionais para potencializar o ganho de potência muscular. Exercícios como flexão de braço, quadril, rotação de tronco, saltos horizontais, verticais e com altura de queda (bilaterais ou unilaterais) são excelentes opções para restabelecimento da atividade funcional esportiva, pois envolvem ações dinâmicas multiarticulares e exigem elevada coordenação intra e intermuscular. Estes exercícios ativam o ciclo alongamento-encurtamento (CAE) do músculo esquelético, provocando sua potenciação elástica, mecânica e reflexa. A melhoria da eficiência do CAE implica na diminuição da probabilidade de lesões ligamentares e musculares em atletas (DAVIES; RIEMANN; MANSKE, 2015), aumentando a possibilidade de absorção de impacto dos tecidos moles e potencializando as respostas reativas frente a diversas ações motoras, sobretudo pelo aumento da estocagem da tensão passiva nas proteínas de ancoragem e reutilização na fase positiva dos movimentos além da contribuição dos reflexos miotáticos (MARKOVIC; MIKULIC, 2010).

Figura 9.5

Exemplo de exercícios para desenvolvimento de potência com flexão de braço (A), agachamento unilateral com altura de queda (B) e arremesso de *medicine ball* em cama elástica (C). Note que nos 3 exemplos é possível variar os exercícios evidenciando as ações isométrica, concêntrica, excêntrica e ciclo alongamento encurtamento. Priorizando o acúmulo de energia potencial na fase excêntrica (em A com rápida flexão de braço soltando da caixa, em B um outro salto vertical após aterrissagem e em C, recepção da *medicine ball* com novo movimento) estimula-se os reflexos miotáticos tradicional e inverso evidenciando o componente elástico reflexo da estrutura musculotendínea. Esta transição da excêntrica para a concêntrica caracteriza o CAE curto (<200 milissegundos) e longo (200 a 800 milissegundos). Quanto mais rápida a transição maior o aproveitamento da energia potencial na ação concêntrica do movimento; em transições maiores que 3 segundos a energia estocada é perdida (Markovic et al., 2010).



Somando-se as vantagens dos equipamentos a escolha da progressão dos exercícios no processo reabilitação de uma lesão musculoesquelética deve estar pautada em duas diretrizes: i) o exercício deve ser indolor e pessoa lesionada deve ser capaz de repetir no dia seguinte o que foi feito antes e ii) a dor durante ou após a intervenção é um sinal de que foi imposta uma tensão excessiva na estrutura que estava cicatrizando e que a magnitude da grandeza das variáveis manipuláveis no TF devem ser reduzidas. Além disto, o estabelecimento da progressão dos exercícios está condicionada ao tipo e grau de lesão do

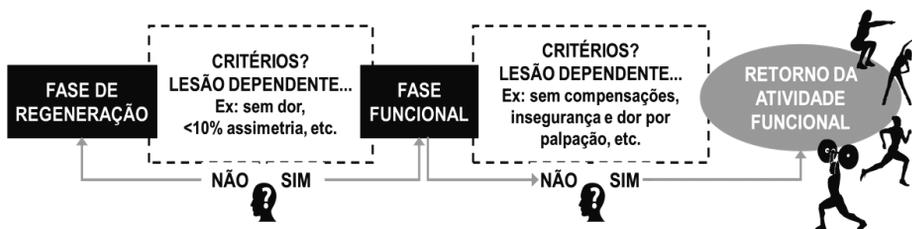
indivíduo, bem como o objetivo a ser atingido no restabelecimento da atividade funcional desejada. Assim, cabe destacar que a ideia de progressão do TF estará sempre condicionada a especificidade da lesão e do tecido em questão (ex; muscular, tendão, articulação, cartilagem, osso e ligamento) e os diversos momentos que o lesionado passa durante a progressão da recuperação, obviamente, pautada pelo princípio da individualidade biológica.

É neste ponto que Mendiguchia et al. (2017) propõem uma ideia de progressão de exercícios do TF para reabilitação de lesões baseado em um “algoritmo” com critérios individualizados e multifatoriais, já que cada lesionado possui aspectos intrínsecos a serem considerados. Os autores defendem a ideia de que a lesão musculoesquelética é um processo sistemático de uma sequência de etapas, cada passo dependendo do resultado anterior, a fim de resolver um problema complexo (a lesão), criticando protocolos rígidos que estabelecem uma sequência lógica de trabalho sem possuir flexibilidade e adaptabilidade as condições do sujeito, ou seja, destacam que não há como propor “receitas mágicas” no processo de reabilitação. Inicialmente, esta proposta de algoritmo foi baseada em lesões musculares de posteriores de coxa em atletas de esportes coletivos, mas os autores destacam a necessidade de extrapolar este conceito para outros tipos de lesões.

Interessantemente, os resultados do estudo de Mendiguchia et al. (2017) demonstraram que embora o retorno ao esporte tenha sido mais lento os atletas que passaram por um algoritmo individualizado, multifatorial, baseado em critérios (força horizontal, rigidez articular, biologia tecidual, déficit de força e amplitude de movimento) com um programa de treinamento orientado a fatores de risco e desempenho primário (biologia tecidual, medicamentos, medidas de dor e movimentos não funcionais) desde as primeiras fases do processo diminuíram acentuadamente o risco de outra lesão em comparação com o protocolo tradicional. Neste sentido, baseado na ideia de algoritmo a escolha dos exercícios do TF em reabilitação deve seguir princípios e fases flexíveis, sendo que o profissional deve continuamente realizar o monitoramento do avanço da reabilitação e prescrever os exercícios adequados para o momento em questão. Neste caso, o processo de reabilitação das lesões pode simplificarmente ser dividido em “fase de regeneração” e “fase funcional” até o regresso do lesionado a sua atividade específica (MENDIGUCHIA; BRUGHELLI, 2011). Para cada lesão (muscular, ligamentar, articular, óssea) alguns critérios escolhidos pelos profissionais devem ser considerados para avanço das fases e consequente mudança dos exercícios do TF (figura 9.6). Em Mendiguchia et al. (2017) podem ser visualizados exemplos de critérios para avanço nas fases de regeneração e funcional para lesões dos músculos posteriores da coxa em esportes coletivos.

Figura 9.6

Modelo de progressão e escolha dos exercícios de força baseado em um algoritmo de tomada de decisões. Basicamente, as escolhas dos exercícios e objetivos estão condicionadas as fases de regeneração e funcional fundamentadas na ideia de critérios dependentes do tipo de lesão.



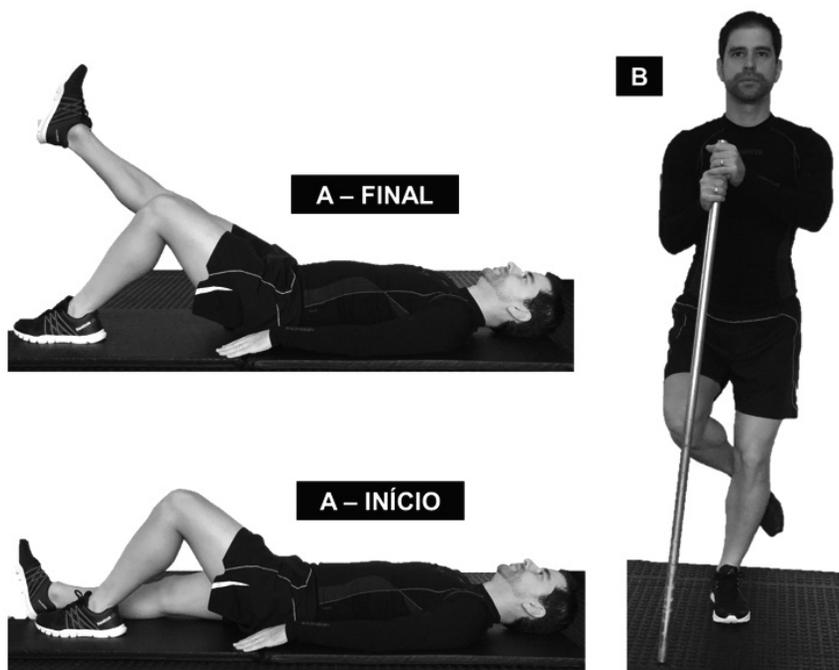
A fase de regeneração inicia-se quando não há restrições a cicatrização do tecido ou o lesionado ainda se encontra em processos que impeçam a repetição de movimentos tais como acúmulo de coágulos, ruptura de vasos sanguíneos e linfáticos, edema, inflamação localizada ou presença de lacerações (DAVIES; RIEMANN; MANSKE, 2015). Durante a fase de regeneração a ideia é a correção dos fatores de risco proeminentes da lesão como perda da eficiência neural dos movimentos, diminuição da força nos segmentos corporais, atrofia muscular e encurtamento dos tecidos musculotendíneos. De acordo com Comerford e Mottram (2001) inicialmente deve-se diminuir a dor do sujeito e permitir a liberdade dos movimentos garantindo a função muscular com correção do desequilíbrio muscular, potencializando a resistência e força com estimulação da propriocepção. O lesionado deve reeducar o movimento em estabilização estática, depois dinâmica e posteriormente a especificidade da função a ser alcançada, restaurando e potencializando por fim, o nível/grau de força perdido pela lesão. Exemplos de exercícios nesta fase podem ser visualizados na figura 9.7.

Aliado a isto, na fase de regeneração são utilizados movimentos articulares menores e isométricos sendo designados para melhorar prioritariamente a estabilização e controle neuromuscular do complexo lombopélvico para posteriormente priorizar as ações dinâmicas excêntricas e concêntricas com toda a "amplitude" de movimento. Os músculos abdominais, paravertebrais, glúteos, diafragma e assoalho pélvico mantêm o tronco estabilizado conferindo equilíbrio às estruturas ósseas da coluna vertebral, da pelve, do tórax e de outras estruturas da cadeia cinética ativadas durante a maioria dos movimentos (WIRTH et al., 2017). Em consequência, ocorre a ausência de translação e compressão excessivas, assim como de forças de

cisalhamento, agindo sobre as articulações da cadeia cinética. O objetivo é promover a distribuição adequada das forças nos segmentos corporais melhorando o controle e eficiência dos movimentos, além de potencializar a absorção adequada das forças de impacto do solo. Neste caso, sempre que possível, o profissional deve optar pela utilização primária dos exercícios com cadeia cinética fechada comparada com a aberta. Os exercícios de cadeia cinética fechada (ex., agachamento ou flexão de braço) são executados em posição com descarga de peso e sustentação da massa corporal e os de cadeia cinética aberta (ex., extensão de joelhos e abdução de quadril) são realizados em uma posição sem descarga de peso, com segmento distal livre (ex., o pé) (FITZGERALD; AXE; SNYDER-MACKLER, 2000). Cabe destacar que estes termos possuem revisões amplas em estudos conceituais (MOSER; MALUCELLI; BUENO, 2010).

Figura 9.7

Exemplo de exercício de cadeia cinética aberta sem descarga de peso (A) e fechada com descarga de peso (B) utilizados no estudo de Bakhtiary e Fatemi (2008).



Alguns estudos tem mostrado que o ganho de força e especificidade da função do indivíduo são mais pronunciados em exercícios com cadeia cinética fechada. Por exemplo, Bakhtiary e Fatemi (2008) dividiram 32 mulheres universitárias com diagnóstico de condromalácea patelar em 2 grupos: exercício de cadeia cinética aberta (elevação unilateral da perna) e fechada (agachamento unilateral) (figura 9.7). Foram realizados 20 repetições (3 a 4 segundos por fase excêntrica e concêntrica) duas vezes ao dia durante 3 semanas. Aumentava-se a cada 2 dias 5 repetições por exercício de maneira que no final do programa (dia 21) eram realizados 70 repetições. Os resultados demonstraram que a dor patelofemoral foi reduzida em ambos os grupos, porém, o grupo com agachamento unilateral apresentou maior incremento na força isométrica máxima e perimetria da coxa, além de diminuição da crepitação (qualquer som da patela) e ângulo Q medido por goniômetro. Neste sentido, as evidências sugerem que o ideal seria combinar os 2 tipos de exercícios no TF adaptando a demanda do indivíduo, porém, sempre que possível, direcionar o volume de exercícios para a ênfase na descarga com peso (ex., biopedestação) para progredir no processo de reabilitação do indivíduo (BAKHTIARY; FATEMI, 2008).

Uma outra estratégia a ser utilizada na fase de regeneração é a utilização da teoria da “imagem mental” dos exercícios no TF. Uma revisão sistemática recente demonstrou que a imagem mental pode ser benéfica na prevenção da perda de força que ocorre durante a fase de imobilização e reabilitação de lesão de ligamento cruzado anterior (SLIMANI et al., 2016). Clark et al. (2014) demonstraram em 4 semanas que a inclusão do protocolo de imagem mental durante 5 dias na semana diminuiu aproximadamente 50% da perda de força em indivíduos imobilizados. Os mecanismos de melhora estão relacionados aos aspectos cognitivos (melhoria da auto-eficácia, motivação e estado de ansiedade do lesionado) e fisiológicos (diminuição da fadiga, aumento da atividade eletromiográfica do músculo, ativação do córtex motor e elevação da frequência cardíaca, respiratória e pressão arterial).

Figura 9.8

Exemplo de exercícios do TF na fase de regeneração de lesão em músculo posteriores da coxa.



Adaptado de Mendiguchia et al (2017)

Os exercícios de imagens mentais dos exercícios no TF podem ser realizadas de várias formas, incluindo os mecanismos sensorial auditivo, olfatório, tátil, gustativo, cinestésico e visual. Há a perspectiva interna (imagens a partir do corpo e experimentando o ato motor sem movimento, ou seja, o lesionado imagina que está realmente executando o ato motor e que seus músculos estão se contraindo sentindo sensações cinestésicas) ou externa (exercícios no TF imaginando a ação como se estivesse fora do corpo, isto é, a tarefa motora é gerada na mente do lesionado) (CLARK et al., 2014). Existem diferentes protocolos de aplicação no TF, tais como imagem visual e cinestésica do movimento (3 x 5 minutos cada), alternância do movimento do segmento lesionado com a imagem mental do não lesionado (3 semanas, 7 x 15 minutos) ou imagem motora (4 semanas/ 5 dias) com 4 blocos de 13 contrações imaginadas (duração 5 segundos + 5 segundos de pausa) com 1 minutos de repouso entre blocos (SLIMANI et al., 2016).

Por outro lado, na fase funcional a ideia principal é aumentar a velocidade na especificidade e demanda neural da atividade funcional do lesionado, potencializando os ganhos de força em consequência da ação dinâmica a ser restabelecida. São inseridas ações excêntricas balísticas, exercícios com alto recrutamento de unidade motora em resistência variável (curvilínea) e linear por meio de máquinas, elásticos e equipamentos para arremesso, além de propriocepção com elevada perturbação no movimento (ex: estabilização articular com acréscimo de quilagem em movimento dinâmico) e rotações com elevada amplitude e velocidade. Mas o ponto principal é a aproximação com atividade funcional desejada no restabelecimento da lesão. Exemplificando, no caso de atletas profissionais a técnica do movimento deve ser trabalhada com aumento da força máxima e potência na especificidade e mecânica do gesto. Nesta fase, é de fundamental importância periodizar a sequência dos exercícios do TF analisando os grupos musculares específicos da atividade funcional do lesionado e da lesão a ser restabelecida.

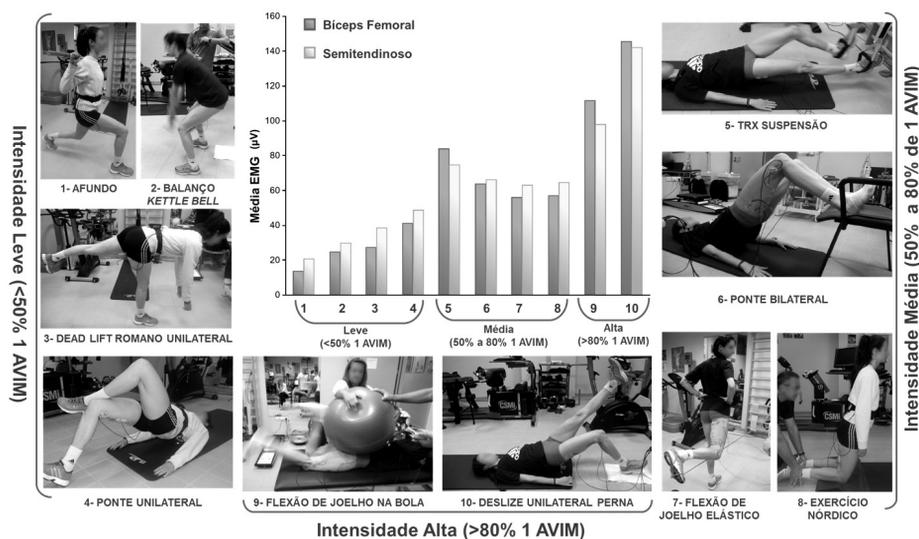
Ademais, Blanch e Gabett (2016) salientam a importância da elevação do volume e intensidade das sessões de reabilitação realizadas na fase funcional para evitar reincidência de lesões no retorno a atividade funcional, fato que nem sempre é considerado pelos profissionais antes do retorno da lesão. Por exemplo, Tsaklis et al. (2015) classificaram a intensidade (ativação de unidade motora) de 10 exercícios de força na reabilitação de lesões de posteriores de coxa. Assim, os parâmetros eletromiográficos identificados neste estudo (figura 15) permitem a adequação da progressão da intensidade e a escolha do momento de aplicação do exercício na fase de

“regeneração” (baixa intensidade = < 50% de uma ação voluntária isométrica máxima [AVIM], média intensidade = 50 a 80% de uma AVIM) ou “funcional” (>80% de uma AVIM máxima).

Além da progressão de volume e intensidade (BLANCH; GABBETT, 2016), o estabelecimento de uma sequência lógica de aplicação das sessões de TF na fase funcional é de suma importância. Mendiguchia et al. (2017) propõem para a fase funcional 1 bloco de 3 sessões a ser repetido na periodização da reabilitação para otimizar as adaptações neuromusculares e morfológicas minimizando possíveis efeitos negativos concorrentes entre os exercícios. Na sessão 1 sugerem exercícios de força na especificidade da atividade funcional, sessão 2 exercícios de força gerais e sessão 3 exercícios de força com ações excêntricas em amplitude completa, ativação do complexo lombopélvico com movimentos de maior complexidade e terapias manuais (figura 16). No exemplo do estudo (reabilitação de lesão muscular de posteriores de coxa), os autores sugerem a realização de no mínimo 3 sessões em 3 blocos para os profissionais começarem a pensar no retorno a atividade funcional do lesionado.

Figura 9.9

Classificação da intensidade dos exercícios de força (posteriores de coxa) pelo grau de ativação eletromiográfica dos músculos bíceps femoral e semitendinoso. A descrição detalhada dos exercícios pode ser vista em Tsaklis et al. (2015).



Adaptado de Tsaklis et al. (2015)

Figura 9.10

Exemplo de exercícios do TF na fase funcional de lesão em músculo posteriores da coxa. Note que os exercícios de força são combinados na especificidade da atividade funcional, fortalecimento geral da musculatura e ações excêntricas em amplitude completa com ativação do complexo lombopélvico.



Adaptado de Mendiguchia et al (2017)

Particularmente quanto a sessão com exercícios de força na especificidade da atividade funcional torna-se necessário prescrever maior volume de exercícios do TF com potência muscular e ativação do CAE (curto e longo). Os exercícios nesta fase possuem uma alta força de compressão e cisalhamento sobre os tecidos moles envolvidos no movimento. Neste ponto, antes de priorizar este tipo de exercício envolvendo a transição do CAE em alta velocidade, Davies, Riemann e Manske (2015) destacam alguns aspectos a serem considerados: i) o sujeito já deverá ter restabelecido um padrão ótimo da força dinâmica incluindo a amplitude completa do movimento e resistência a fadiga, ii) verificar se o lesionado restabeleceu o equilíbrio funcional (ex; usar meio agachamento com uma perna em 30 segundos com olhos fechados e abertos em lesão de membro inferior), iii) quando lesão de membro inferior o lesionado ter a capacidade de realizar um agachamento com quilagem de 1,5 a 2,5 vezes a sua própria massa corporal ou 5 repetições a 60% de 1RM no agachamento sem a presença de dor e iv) já estar realizando exercícios de potência muscular com menor complexidade e forças de cisalhamento dos tecidos moles.

Além disto, o lesionado não deve apresentar inchaço ou edema no ponto da lesão e déficit bilateral de força maior que 20% entre segmentos corporais, evitando ações musculares compensatórias com qualidade no controle neuromuscular no treinamento. Aliados a estes cuidados, nesta fase da progressão da reabilitação deve ser dada atenção a amplitude do movimento. Uma estratégia é limitar a amplitude do exercício de potência utilizado nas primeiras sessões da fase funcional. Como exemplo, a figura 9.11 demonstra a de modificação de um exercício de potência específico (arremesso) na reabilitação de uma lesão de ombro que pode ser realizado com um objeto de arremesso (com ou sem quilagem adicional). Assim, este conceito apresentado por Davies, Riemann e Manske (2015) poderá ser aplicado para adequação de outros movimentos durante esta fase.

Figura 9.11

Exemplo de modificação do exercício de potência com arremesso com limitada amplitude de movimento (A), sua progressão (B) e completa amplitude de movimento (C).



Adaptado de Davies, Riemann e Manske (2015)

Este capítulo demonstra pressupostos teóricos básicos sobre a utilização do treinamento de força no processo de reabilitação de lesões e suas aplicações em diferentes contextos de sua inserção prática. Foram discutidos os principais mecanismos de adaptações morfológicas e neuromusculares no incremento da força motora além dos efeitos da manipulação das variáveis intensidade, volume, pausa, velocidade, base de apoio e ação musculares durante os exercícios. Ademais, buscou-se relações do treinamento de força com lesões dos tecidos moles (tendão, articulação e ligamentos) e musculares (contraturas e rupturas), para em seguida, apresentar o contexto teórico dos equipamentos, exercícios e algoritmo de progressão do treinamento de força na reabilitação de lesões. Mediante as orientações e direcionamentos apresentados neste capítulo é necessário destacar a importância da individualização no processo de reabilitação. Existem indivíduos mais responsivos e menos responsivos as adaptações do treinamento de força. Por exemplo, Ahtiainen et al. (2016) estudaram 272 homens e mulheres não treinadas, que realizaram TF 2 vezes por semana durante 20-24 semanas. Foi verificado que os resultados intersujeitos variam de -11 a 30% para hipertrofia muscular e -8 a 60% para pico de força.

Assim, também cabe destacar que cada indivíduo progride, cura-se e responde de forma diferente ao estresse da lesão. Forçar um lesionado a progredir rapidamente é prolongar o processo de reabilitação e trará resultados menores que o ideal. Isto acontece muito com atletas que vivenciam momentos de pressão para retornar ao esporte assim como um trabalhador que necessita regressar rapidamente as suas funções laborais. Ademais, este capítulo reforça a ideia de que o processo de reabilitação deve ser contínuo, mesmo depois do retorno da atividade funcional desejada, tendo em vista alcançar a simetria de força e amplitude do tecido lesionado. O profissional deve utilizar diversos parâmetros de monitoramento do estado atual do sujeito, haja vista que a causa da lesão pode estar na execução incorreta da técnica e continuidade da atividade do lesionado.

Referências

- AHTIAINEN, J.P.; et al. Heterogeneity in resistance training- induced muscle strength and mass responses in men and women of different ages. **AGE**, v. 38, n. 10, p. 1–13, 2016.
- ANDERÁOS, M. et al. Posição do CREF4/SP sobre prescrição. **Revista do CREF4/SP**, v. 35, p. 10–11, 2012.
- 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**, v. 117, n. 2, p. 359–369, 2017.
- BAKHTIARY, A.H.; FATEMI, E. Open versus closed kinetic chain exercises for patellar chondromalacia. **British journal of sports medicine**, v. 42, n. 2, p. 99–102, 2008.
- BEHM, D.G.; et al. Effects of Strength Training Using Unstable Surfaces on Strength, Power and Balance Performance Across the Lifespan: A Systematic Review and Meta-analysis. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 45, n. 12, p. 1645–69, 2015.
- BEHM, D.G.; SANCHEZ, J.C. Instability resistance training across the exercise continuum. **Sports health**, v. 5, n. 6, p. 500–3, 2013.
- BLANCH, P.; GABBETT, T. Has the athlete trained enough to return to play safely? The acute:chronic workload ratio permits clinicians to quantify a player's risk of subsequent injury. **British journal of sports medicine**, v. 50, p. 471–475, 2016.
- BRUGHELLI, M.; et al. Contralateral leg deficits in kinetic and kinematic variables during running in Australian rules football players with previous hamstring injuries. **Journal of strength and conditioning research**, v. 24, n. 9, p. 2539–44, set. 2010.
- BRUMITT, J.; CUDDEFORD, T. Current concepts of muscle and tendon adaptation to strength and conditioning. **International journal of sports physical therapy**, v. 10, n. 6, p. 748–59, 2015.
- CACCHIO, A.; et al. Effects of 8-week strength training with two models of chest press machines on muscular activity pattern and strength. **Journal of electromyography and kinesiology : official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology**, v. 18, n. 4, p. 618–27, 2008.
- CHAPMAN, D. et al. Greater muscle damage induced by fast versus slow velocity eccentric exercise. **International journal of sports medicine**, v. 27, n. 8, p. 591–8, 2006.
- CLARK, B.C.; et al. The power of the mind: the cortex as a critical determinant of muscle strength/weakness. **Journal of neurophysiology**, v. 112, n. 12, p. 3219–26, 2014.
- CLARK, N.C.; RÖIJEZON, U.; TRELEAVEN, J. Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 2: Clinical assessment and intervention. **Manual Therapy**, v. 20, n. 3, p. 378–387, 2015.
- COLADO, J. C. et al. Concurrent validation of the OMNI-resistance exercise scale of perceived exertion with Thera-band resistance bands. **Journal of strength and conditioning research**, v. 26, n. 11, p. 3018–24, nov. 2012.
- COMERFORD, M.J.; MOTTRAM, S.L. Movement and stability dysfunction--contemporary developments. **Manual therapy**, v. 6, n. 1, p. 15–26, 2001.

- CROISIER, J.L.; et al. Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: a prospective study. **The American journal of sports medicine**, v. 36, n. 8, p. 1469–75, 2008.
- CURWIN, S.L.; ROY, R.R.; VAILAS, A.C. Regional and age variations in growing tendon. **Journal of morphology**, v. 221, n. 3, p. 309–20, 1994.
- DANNECKER, E.A.; KOLTYN, K.F. Pain during and within hours after exercise in healthy adults. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 44, n. 7, p. 921–42, 2014.
- DAVIES, G.; RIEMANN, B.L.; MANSKE, R. Current concepts of plyometric exercise. **International journal of sports physical therapy**, v. 10, n. 6, p. 760–86, 2015.
- DAVIES, T.B.; et al. Effect of Movement Velocity During Resistance Training on Dynamic Muscular Strength: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, 2017.
- DE OLIVEIRA, P.A.; et al. Effects of Elastic Resistance Training on Muscle Strength and Functional Performance in Healthy Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 10, n. 1, p. 1–27, 2016.
- DE SALLES, B.F.; et al. Rest interval between sets in strength training. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 39, n. 9, p. 765–77, 2009.
- DOUGLAS, J.; et al. Chronic Adaptations to Eccentric Training: A Systematic Review. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, p. 1–25, 2016.
- DUDLEY, G.A.; et al. Importance of eccentric actions in performance adaptations to resistance training. **Aviation, space, and environmental medicine**, v. 62, n. 6, p. 543–50, 1991.
- ECKSTEIN, F.; et al. In vivo cartilage deformation after different types of activity and its dependence on physical training status. **Annals of the rheumatic diseases**, v. 64, n. 2, p. 291–5, 2005.
- ENGLUND, D.A.; et al. Resistance training performed at distinct angular velocities elicits velocity-specific alterations in muscle strength and mobility status in older adults. **Experimental gerontology**, v. 91, p. 51–56, 2017.
- FIGUEIREDO, V.C.; MARKWORTH, J.F.; CAMERON-SMITH, D. Considerations on mTOR regulation at serine 2448: implications for muscle metabolism studies. **Cellular and Molecular Life Sciences**, v. 0, n. 0, p. 0, 2017.
- FITZGERALD, G.K.; AXE, M.J.; SNYDER-MACKLER, L. A decision-making scheme for returning patients to high-level activity with nonoperative treatment after anterior cruciate ligament rupture. **Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy**, v. 8, n. 2, p. 76–82, 2000.
- GIBALA, M.J.; et al. Changes in human skeletal muscle ultrastructure and force production after acute resistance exercise. **Journal of applied physiology**, v. 78, n. 2, p. 702–8, 1995.
- GRIBBLE, P.A.; HERTEL, J.; PLISKY, P. Using the star excursion balance test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: A literature and systematic review. **Journal of Athletic Training**, v. 47, n. 3, p. 339–357, 2012.
- GRIER, T.L.; et al. Effects of Physical Training and Fitness on Running Injuries in Physically Active Young Men. **Journal of strength and conditioning research**, v. 31, n. 1, p. 207–216, 2017.

GUNDERSEN, K. Muscle memory and a new cellular model for muscle atrophy and hypertrophy. **The Journal of experimental biology**, v. 219, n. Pt 2, p. 235–42, 2016.

HAUSDORFF, J.M.; RIOS, D.A.; EDELBERG, H.K. Gait variability and fall risk in community-living older adults: a 1-year prospective study. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 82, n. 8, p. 1050–6, 2001.

HEDAYATPOUR, N.; ARENDT-NIELSEN, L.; FARINA, D. Non-uniform electromyographic activity during fatigue and recovery of the vastus medialis and lateralis muscles. **Journal of electromyography and kinesiology : official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology**, v. 18, n. 3, p. 390–6, 2008.

HEDAYATPOUR, N.; FALLA, D. Non-uniform muscle adaptations to eccentric exercise and the implications for training and sport. **Journal of electromyography and kinesiology : official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology**, v. 22, n. 3, p. 329–33, 2012.

HELMS, E.R.; et al. Application of the Repetitions in Reserve-Based Rating of Perceived Exertion Scale for Resistance Training. **Strength and conditioning journal**, v. 38, n. 4, p. 42–49, 2016.

HESPEL, P.; et al. Oral creatine supplementation facilitates the rehabilitation of disuse atrophy and alters the expression of muscle myogenic factors in humans. **The Journal of physiology**, v. 536, n. Pt 2, p. 625–33, 2001.

HOOVER, D.L.; VANWYE, W.R.; JUDGE, L.W. Periodization and physical therapy: Bridging the gap between training and rehabilitation. **Physical therapy in sport : official journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine**, v. 18, p. 1–20, 2016.

HORAK, F.B.; NASHNER, L.M. Central programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configurations. **Journal of neurophysiology**, v. 55, n. 6, p. 1369–81, 1986.

IDOATE, F.; et al. Weight-loss diet alone or combined with resistance training induces different regional visceral fat changes in obese women. **International journal of obesity**, v. 35, n. 5, p. 700–13, 2011.

KADI, F.; et al. The effects of heavy resistance training and detraining on satellite cells in human skeletal muscles. **The Journal of physiology**, v. 558, n. Pt 3, p. 1005–12, 2004.

KRAEMER, W.J.; FLECK, S.J.; DESCHENES, M.R. **Fisiologia do exercício: teoria e prática**. 1. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.

KRASCHNEWSKI, J.L.; et al. Is strength training associated with mortality benefits? A 15year cohort study of US older adults. **Preventive medicine**, v. 87, p. 121–7, 2016.

LAUERSEN, J.B.; BERTELSEN, D.M.; ANDERSEN, L.B. The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. **British journal of sports medicine**, v. 48, n. 11, p. 871–7, 2014.

LINDSTEDT, S.L. Skeletal muscle tissue in movement and health: positives and negatives. **Journal of Experimental Biology**, v. 219, n. 2, p. 183–188, 2016.

LORENZ, D. Eccentric Exercise Interventions for Tendinopathies. **Strength and Conditioning Journal**, v. 32, n. 2, p. 90–98, 2010.

- MACKAY, A.L.; et al. Myogenic response of human skeletal muscle to 12 weeks of resistance training at light loading intensity. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 21, n. 6, p. 773–82, 2011.
- MAGEE, D.J.; ZACHAZEWSKI, J.E.; QUILLEN, W. **Prática da reabilitação musculoesquelética: princípios e fundamentos científicos**. 1. ed. Barueri: Editora Manole, 2013.
- MANIAR, N.; et al. Hamstring strength and flexibility after hamstring strain injury: a systematic review and meta-analysis. **British journal of sports medicine**, v. 50, n. 15, p. 909–20, 2016.
- MARKOVIC, G.; MIKULIC, P. Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 40, n. 10, p. 859–95, 2010.
- McARDLE, W.D.; KATCH, F.I.; KATCH, V.L. **Fisiologia do Exercício: Nutrição, Energia e Desempenho Humano**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.
- MCBRIDE, J.M.; et al. Characteristics of titin in strength and power athletes. **European journal of applied physiology**, v. 88, n. 6, p. 553–7, 2003.
- MCLEOD, M.; et al. Live strong and prosper: the importance of skeletal muscle strength for healthy ageing. **Biogerontology**, v. 17, n. 3, p. 497–510, 2016.
- McMASTER, D.T.; CRONIN, J.; MCGUIGAN, M. Forms of Variable Resistance Training. **Strength and Conditioning Journal**, v. 31, n. 1, p. 50–64, 2009.
- MENDIGUCHIA, J.; et al. A Multifactorial, Criteria-based Progressive Algorithm for Hamstring Injury Treatment. **Medicine and science in sports and exercise**, p. 1, 2017.
- MENDIGUCHIA, J.; BRUGHELLI, M. A return-to-sport algorithm for acute hamstring injuries. **Physical therapy in sport : official journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine**, v. 12, n. 1, p. 2–14, 2011.
- MILSOM, J. et al. Case study: Muscle atrophy and hypertrophy in a premier league soccer player during rehabilitation from ACL injury. **International journal of sport nutrition and exercise metabolism**, v. 24, n. 5, p. 543–52, 2014.
- MIRELMAN, A.; et al. Executive function and falls in older adults: New findings from a five-year prospective study link fall risk to cognition. **PLoS ONE**, v. 7, n. 6, p. 1–8, 2012.
- MOORE, D.R.; et al. Protein ingestion to stimulate myofibrillar protein synthesis requires greater relative protein intakes in healthy older versus younger men. **The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences**, v. 70, n. 1, p. 57–62, 2015.
- MOSER, A.D.L.; MALUCELLI, M.F.; BUENO, S.N. Cadeia cinética aberta e fechada: uma reflexão crítica. **Fisioterapia em Movimento**, v. 23, n. 4, p. 641–650, 2010.
- NEWTON, R.U.; et al. Kinematics, Kinetics, and Muscle Activation during Explosive Upper Body Movements. **Journal of Applied Biomechanics**, v. 12, n. 1, p. 31–43, 1996.
- NÓBREGA, S.R. et al. Effect Of Resistance Training To Muscle Failure Versus Volitional Interruption At High- And Low-Intensities On Muscle Mass And Strength. **Journal of Strength and Conditioning Research**, p. 1, 2017.
- ORMSBEE, M.J. et al. Fat metabolism and acute resistance exercise in trained men. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)**, v. 102, n. 5, p. 1767–72, 2007.

PAULSEN, G.; et al. Subcellular movement and expression of HSP27, alphaB-crystallin, and HSP70 after two bouts of eccentric exercise in humans. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)**, v. 107, n. 2, p. 570–82, 2009.

READ, P.J.; et al. Neuromuscular Risk Factors for Knee and Ankle Ligament Injuries in Male Youth Soccer Players. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 46, n. 8, p. 1059–66, 2016.

REIMAN, M.P.; LORENZ, D.S. Integration of strength and conditioning principles into a rehabilitation program. **International journal of sports physical therapy**, v. 6, n. 3, p. 241–53, set. 2011.

ROBERTSON, R.J.; et al. Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 35, n. 2, p. 333–41, 2003.

SANDLER, R.; ROBINOVITCH, S. An analysis of the effect of lower extremity strength on impact severity during a backward fall. **Journal of biomechanical engineering**, v. 123, n. 6, p. 590–8, 2001.

SCHOENFELD, B.J.; et al. Longer Interset Rest Periods Enhance Muscle Strength and Hypertrophy in Resistance-Trained Men. **Journal of strength and conditioning research**, v. 30, n. 7, p. 1805–12, 2016.

SCHOENFELD, B.J.; OGBORN, D.; KRIEGER, J.W. Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. **Journal of sports sciences**, v. 35, n. 11, p. 1073–1082, 2017.

SCOTT, B.R.; et al. Training Monitoring for Resistance Exercise: Theory and Applications. **Sports Medicine**, v. 46, n. 5, p. 687–698, 2016.

SHAW, B.S.; SHAW, I.; BROWN, G.A. Resistance exercise is medicine: Strength training in health promotion and rehabilitation. **International Journal of Therapy and Rehabilitation**, v. 22, n. 8, p. 385–389, 2015.

SHI, X.; GARRY, D.J. Muscle stem cells in development, regeneration, and disease. **Genes & development**, v. 20, n. 13, p. 1692–708, 2006.

SHORT, C.E.; et al. Physical activity recommendations from general practitioners in Australia. Results from a national survey. **Australian and New Zealand Journal of Public Health**, v. 40, n. 1, p. 83–90, 2016.

SIGNORILE, J.F.; et al. Differences in Muscle Activation and Kinematics Between Cable-Based and Selectorized Weight Training. **Journal of strength and conditioning research**, v. 31, n. 2, p. 313–322, 2017.

SLIMANI, M.; et al. Effects of Mental Imagery on Muscular Strength in Healthy and Patient Participants: A Systematic Review. **Journal of sports science & medicine**, v. 15, n. 3, p. 434–450, 2016.

SORIA-GILA, M.A.; et al. Effects of Variable Resistance Training on Maximal Strength: A Meta-Analysis. **Journal of strength and conditioning research**, v. 29, n. 11, p. 3260–70, 2015.

SPIERING, B.A.; et al. Resistance exercise biology: manipulation of resistance exercise programme variables determines the responses of cellular and molecular signalling pathways. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 38, n. 7, p. 527–40, 2008.

STEELE, J.; et al. A higher effort-based paradigm in physical activity and exercise for public health: making the case for a greater emphasis on resistance training. **BMC Public Health**, v. 17, n. 1, p. 300, 2017.

SUCHOMEL, T.J.; NIMPHIUS, S.; STONE, M.H. The Importance of Muscular Strength in Athletic Performance. **Sports Medicine**, v. 46, n. 10, p. 1419–1449, 2016.

TSAKLIS, P.; et al. Muscle and intensity based hamstring exercise classification in elite female track and field athletes: implications for exercise selection during rehabilitation. **Open access journal of sports medicine**, v. 6, p. 209–17, 2015.

WALL, B. T.; MORTON, J. P.; VAN LOON, L. J. C. Strategies to maintain skeletal muscle mass in the injured athlete: nutritional considerations and exercise mimetics. **European journal of sport science**, v. 15, n. 1, p. 53–62, 2015.

WILLARDSON, J.M. A Brief Review: Factors Affecting the Length of the Rest Interval Between Resistance Exercise Sets. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 20, n. 4, p. 978, 2006.

WIRTH, K.; et al. Core Stability in Athletes: A Critical Analysis of Current Guidelines. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 47, n. 3, p. 401–414, 2017.

ZOURDOS, M.C.; et al. Novel Resistance Training-Specific Rating of Perceived Exertion Scale Measuring Repetitions in Reserve. **Journal of strength and conditioning research**, v. 30, n. 1, p. 267–75, 2016.

Capítulo 10

Periodização do treinamento de força

Prof Dr. Moisés Diego Germano

Prof Dr. Tiago Volpi Braz

O treinamento de força é, indubitavelmente, a melhor estratégia para o incremento da força e massa muscular, isto é, a hipertrofia (Pollock et al., 1998). Diante disso, profissionais da prescrição e pesquisadores do treinamento de força têm buscado encontrar métodos e montagens mais eficientes para o alcance dessas adaptações neuromusculares e morfológicas, seja com objetivos esportivos, de saúde ou estéticos (Ratamess et al., 2009).

Está bem estabelecido na literatura científica que para induzir alterações significativas nestes parâmetros é necessário manipular as variáveis do treinamento, como volume e intensidade (Jenkins et al., 2015) EMG mean power frequency (MPF, pausas entre séries e exercícios (De Salles et al., 2009), a ordem dos exercícios, a velocidade de execução (Farthing; Chilibeck, 2003) e a frequência semanal (Brigatto et al., 2018; Zaroni et al., 2018) $n = 10$.

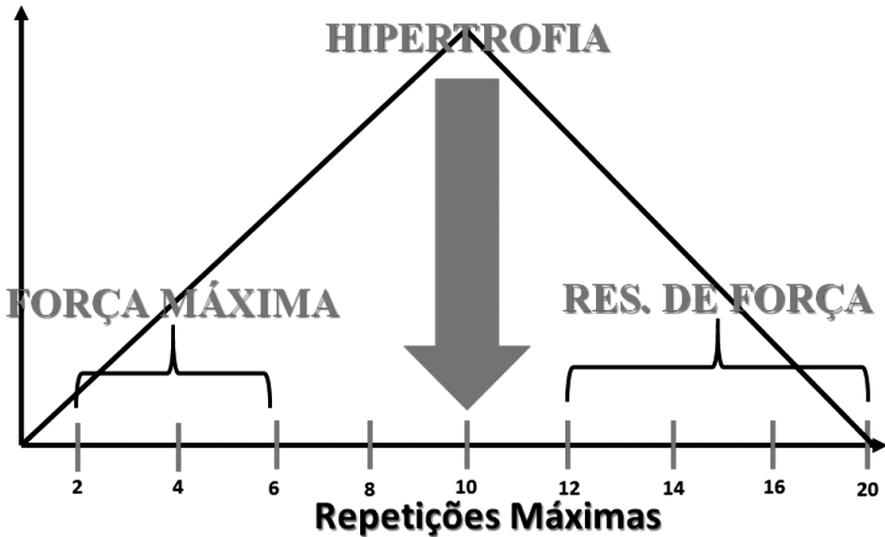
Contudo, embora exista inúmeras sugestões baseadas em evidências científicas para a construção de um programa de treinamento, é possível que periodizar seja vantajoso em detrimento à montagens não periodizadas (Rhea et al., 2002; Miranda et al., 2011; Simão et al., 2012; Harries; Lubans; Callister, 2015; Grgic et al., 2017) and determine if either method of periodization elicits superior gains in 1 Repetitions maximums (1RM. Isso ocorre porque a periodização permite distribuição, sistematização, organização e estruturação das cargas de treinamento dispostas ao longo de várias semanas (Haff; Triplett, 2016). Portanto, é possível que a periodização do treinamento de força possa permitir que as respostas biológicas sejam maximizadas e o potencial para redução da performance, estagnação dos ganhos ou *overtraining* seja minimizado (Issurin, 2010).

Do ponto de vista conceitual, a periodização é sustentada pela síndrome de adaptação geral, proposta por Seyle (1974), que teoriza sobre o processo de adaptação frente ao estresse, no caso do treinamento de força, é representado por estímulos neuromusculares e metabólicos decorrentes das cargas de treinamento. Conseqüentemente, a periodização permite ocorrer o princípio da sobrecarga, isto é, períodos de estresse neuromuscular seguidos por períodos de incremento da força (Naclerio; Moody; Chapman, 2013), e/ou períodos de síntese proteica muscular que excede a degradação proteica muscular decorrente do estresse mecânico e metabólico das sessões de treinamento de força (Damas; Libardi; Ugrinowitsch, 2018).

Entretanto, esses períodos de variação entre estresse e, conseqüentemente, respostas adaptativas são dependentes de como e quando ocorrem variações no volume e intensidade de trabalho muscular, ou seja, a carga externa de treinamento (CET). A CET constituída em um modelo de periodização parece estar pautada na variação das diferentes manifestações de força, isto é, força máxima (2 a 5 repetições máximas [RM]), resistência de força hipertrófica (8 a 12 RM), e resistência de força (> 12RM). Campos et al., (2002) compararam essas diferentes manifestações de força após 8 semanas de treinamento com montagens não periodizadas. Cada grupo desenvolveu exatamente em maior magnitude a respectiva manifestação de força realizada. Contudo, este trabalho também mostrou que todas as montagens resultaram em desenvolvimento de força máxima, resistência de força e hipertrofia muscular, porém, determinadas combinações enfatizaram em maior ou menor grau estes ganhos.

Figura 10.1

Volumes de repetições máximas específicas para diferentes manifestações da força muscular.



Contudo, quais seriam os resultados neuromusculares (respostas para a força e resistência muscular) e morfológicos (hipertrofia) com estas manifestações de força em diferentes disposições e organizações em diferentes tempos de variação entre elas ao longo de um programa de treinamento? A partir desses questionamentos, tem sido proposto que a organização da CET por meio das características dessas diferentes manifestações de força, pode gerar diferentes níveis de recrutamento muscular, demanda energética e síntese proteica. Diante disso, a literatura apresenta que os modelos de periodização do treinamento de força mais comuns e que apresentam características específicas sobre a variação dessas manifestações de força são: periodização linear, periodização linear reversa, periodização ondulatória semanal, periodização ondulatória diária, periodização ondulatória flexível e ondulatória parcial.

O modelo linear envolve separações dos períodos de treinamento, isto é, microciclos (semanal), mesociclos (mensal) e macrociclo (meses). A característica principal desse modelo é permanecer um maior período de tempo (3 a 4 semanas) realizando uma manifestação de força, de modo que as alterações entre elas são mais espaçadas e demoradas. Esse modelo é

composto por uma fase inicial com alto volume de treinamento, com diminuição gradual do volume ao longo do programa periodizado. Por outro lado, a periodização linear reversa representa o inverso, ou seja, uma fase inicial composta por um baixo volume, e com incremento gradual ao longo do programa periodizado.

O modelo ondulatório, por sua vez, previamente descrito por Poliquin (1988), apresenta variações mais frequentes dessas manifestações de força, ou seja, variações diárias, semanais e bissemanais no volume e intensidade (Harries; Lubans; Callister, 2015; Grgic et al., 2017). Inclusive, tem sido especulado, que essas variações em curto período de tempo podem induzir maiores níveis de estresse neuromuscular, e, por conseguinte, maiores respostas neuromusculares (Rhea et al., 2002) and determine if either method of periodization elicits superior gains in 1 Repetitions maximums (1RM. A periodização ondulatória flexível apresenta uma característica não convencional, mas de grande aplicabilidade prática, especialmente nos dias atuais, de modo que coloca as opções do aluno como parte integrante do processo de construção do programa de treinamento. Ela propõe que os ajustes sobre a variação nas cargas de treinamento ocorram de acordo com o estado fisiológico e/ou de estresse do aluno, e, conseqüentemente, possa resultar em menor estado de monotonia de treinamento.

McNamara e Stearne (2010) investigaram os efeitos da periodização ondulatória semanal e ondulatória flexível sobre a força muscular após 12 semanas de treinamento com 18 jovens destreinados. Ambos os grupos realizaram o mesmo volume de treinamento (10, 15 ou 20RM). Contudo, no grupo periodização ondulatória flexível, os sujeitos podiam escolher qual volume fariam em cada dia, de acordo com seu estado de disposição, observado por meio de questionário. Os resultados apresentaram superiores ganhos com a periodização ondulatória flexível para a força muscular observada pelo teste de 1RM no exercício *leg press*.

Por fim, a periodização ondulatória parcial propõe que as variações ocorram em apenas duas manifestações de força, ou seja, de acordo com os objetivos do aluno, a construção do programa periodizado será na variação entre força máxima e resistência de força hipertrófica; força máxima e resistência de força; ou resistência de força hipertrófica e resistência de força.

Harries, Lubans e Callister (2015) realizaram uma revisão sistemática e meta-análise sobre os efeitos da periodização linear e ondulatória para a força muscular. Dos 17 estudos que atenderam os critérios de inclusão, 16 estudos apresentaram incrementos significantes na força muscular para ambos os

modelos de periodização, sendo que 12 desses estudos não encontraram vantagem de um modelo sobre outro. Três estudos encontraram diferença significativa favorecendo a periodização ondulatória, e dois estudos encontraram diferença significativa favorecendo a periodização linear.

Contudo, é importante destacar que a maioria dos estudos elencados nesta meta-análise utilizaram sujeitos sedentários e pouco experientes com o treinamento de força. Embora seja uma população importante, especialmente no tocante ao desenvolvimento de parâmetros de saúde, a observação em sujeitos sedentários e sem experiência no treinamento de força pode representar uma falsa interpretação dos efeitos da periodização, visto que esta população apresenta enorme responsividade a inúmeros estímulos de treinamento. Portanto, a literatura científica apresenta uma escassez de estudos com esses modelos de periodização utilizando amostras bem treinadas e experientes.

Com relação à hipertrofia muscular, recentemente, Grgic et al. (2017) realizaram uma revisão sistemática e meta-análise para comparar os efeitos de programas de periodização linear e ondulatória. Foram 13 estudos incluídos, e o principal achado foi a similaridade na resposta hipertrófica quando equalizado o volume total de treinamento entre as periodizações. Cinco estudos usaram medidas diretas para análise da hipertrofia muscular (ressonância magnética e ultrassonografia) e 8 estudos utilizaram medidas indiretas (dobras cutâneas, entre outros). No entanto, 12 desses estudos foram conduzidos com populações não treinadas, com pouca ou nenhuma experiência em programas de treinamento de força. Somente um estudo (Monteiro et al., 2009) compararam os efeitos desses modelos de periodização em indivíduos treinados. Contudo, a avaliação muscular ocorreu por meio de medida duplamente indireta, o que permite apenas arguir sobre composição corporal.

Portanto, quando observado essas duas recentes revisões sistemáticas e meta-análises, fica clara as inúmeras lacunas da literatura sobre os efeitos das periodizações lineares e ondulatórias para o incremento da força e hipertrofia muscular. Aparentemente, os resultados similares entre as periodizações tanto para força quanto hipertrofia parecem ser produto da equalização do volume total de trabalho muscular, de modo que até o presente momento, não é possível concluir que um modelo seja superior que o outro, independente da disposição e variabilidade das cargas de treinamento (Harries; Lubans; Callister, 2015; Grgic et al., 2017).

A tabela x e y apresentam os principais estudos que compararam as periodizações lineares e ondulatórias para a força e hipertrofia muscular.

Tabela 10.1

Características dos principais estudos que compararam as periodizações linear e ondulatória para a força muscular (Adaptado por Harries; Lubans; Callister, 2015).

Autores	Amostras	Período e Frequência	
Baker, Wilson e Carlyon, (1994)	33 recreacionalmente ativos	12 semanas 3 x por semana	
Rhea et al., (2002b)	20 recreacionalmente ativos	12 semanas 3 x por semana	
Hoffman et al., (2003)	28 jogadores de Futebol Americano	12 semanas 2 x por semana	
Rhea et al., 2003	30 recreacionalmente ativos	15 semanas 2 x por semana	
Buford et al., (2007)	38 recreacionalmente ativos	9 semanas 3 x por semana	
Peterson et al., (2008)	14 bombeiros	9 semanas 3 x por semana	
Hartmann et al., (2009)	40 recreacionalmente ativos	14 semanas 3 x por semana	
Hoffman et al., (2009)	51 jogadores de Futebol Americano	15 semanas 4 x por semana	

Periodização do treinamento de força

	Descrição do Programa de Periodização	Resultados
	<p>Linear: 3 a 5 x 10RM, 3 a 5 x 5 a 8RM, 3 x 3 a 6RM (variação a cada 4 sem)</p> <p>Ondulatória: Variações diárias e a cada duas semanas destes mesmos volumes e intensidades</p>	Aumento da força para ambos os grupos (membros superiores e inferiores)
	<p>Linear: 8RM, 6RM, 4RM (variação a cada 4 sem)</p> <p>Ondulatório: Variações diárias destes mesmos volumes e intensidades</p>	Aumento da força para ambos os grupos (membros superiores e inferiores). Maior percentual de aumento para o grupo ondulatório
	<p>Intensidades prescritas por percentuais de 1 RM, com pesos livres e exercícios multiarticulares</p>	Aumento da força de membro inferior para o grupo Linear. Nenhuma melhoria para a força de membros superiores em ambos os grupos.
	<p>Linear: 25RM, 20RM, 15RM com alterações a cada 5 semanas.</p> <p>Linear Reversa: 15RM, 20RM, 25RM com alterações a cada 5 semanas.</p> <p>Ondulatório: Alterações diárias 25RM, 20RM e 15RM.</p>	Os três grupos ganharam resistência de força. O grupo Linear reversa obteve maiores ganhos observados pelo TE.
	<p>Linear, ondulatória diária e Ondulatória Semanal (4 rep a 90% 1RM, 6 rep a 85% 1RM, 8 rep a 80% 1RM)</p>	Os 3 grupos apresentaram ganhos significantes na força de membros superiores e inferiores
	<p>27 sessões de treinamento envolvendo exercícios de força, exercícios balísticos e saltos verticais</p>	Os dois grupos aumentaram a força de membros superiores e inferiores. Percentualmente os ganhos foram maiores para o grupo ondulatório
	<p>Força-Potência: (da 1ª a 10ª sem – 5 x 8 a 12RM; da 11ª a 14ª sem – 5 x 3 a 5RM)</p> <p>Ondulatório: 5 x 3 a 5RM, 5 x 8 a 12RM e 5 x 20 a 25RM (variação a cada sessão).</p>	Os dois grupos aumentaram a força de membros superiores e inferiores.
	<p>Linear: 3 a 4 x 9 a 12RM (4 sem) + 3 a 4 x 3 a 8RM (6 sem) + 3 a 5 x 1 a 5RM</p> <p>Ondulatório: Variações diárias destes mesmos volumes e intensidades</p>	Melhora significativa na força de membros superiores e inferiores para todos os grupos. Melhora da potência de membros inferiores para todos os grupos

Treinamento de força: saúde e performance humana

Autores	Amostras	Período e Frequência	
Kok; Hamer; Bishop, (2009)	20 sujeitos não treinados	9 semanas 3 x por semana	
Monteiro et al., (2009)	27 sujeitos treinados	12 semanas 2 x por semana	
Prestes et al., (2009)	40 recreacionalmente ativos	12 semanas 4 x por semana	
Vanni et al., (2010)	27 sujeitos não treinados	28 semanas 3 x por semana	
Miranda et al., (2011)	20 sujeitos treinados	12 semanas 4 x por semana	
Simão et al., (2012)	30 sujeitos não treinados	12 semanas 2 x por semana	
Apel; Lacey; Kell, (2011)	42 sujeitos não treinados	12 semanas 3 x por semana	
De Lima et al., (2012)	28 sujeitos não treinados	12 semanas 4 x por semana	
Franchini et al., (2015)	13 atletas de judô	8 semanas 3 x por semana	

Adaptado por Harries; Lubans; Callister, (2015). RM = repetições máximas.

Periodização do treinamento de força

	Descrição do Programa de Periodização	Resultados
	<p>Linear: 10 RM (6 sem) + 6RM (3 sem) Ondulatório: Variações diárias destes mesmos volumes e intensidades</p>	Os dois grupos aumentaram a força de membros superiores e inferiores.
	<p>Linear: 3 x 12 a 15RM, 3 x 8 a 10RM 3 x 4 a 5RM (variação a cada 3 sem) Ondulatório: Variações diárias destes mesmos volumes e intensidades</p>	Ambos os grupos melhoraram a força de membros inferiores, mas somente o grupo ondulatório melhorou a força de membros superiores
	<p>Linear: 3 x 12RM, 10RM e 8RM com variações a cada semana Ondulatório: 3 x 10 a 12RM, 3 x 6 a 8RM (variação a cada 2 sem)</p>	Os dois grupos aumentaram a força de membros superiores e inferiores.
	<p>4 mesociclos com variações de 6 a 20RM para Linear e Ondulatório</p>	Os dois grupos aumentaram a força de membros superiores e inferiores.
	<p>Linear: 3 x 8 a 10RM, 3 x 5 a 8RM, 3 x 4 a 6RM (variação a cada 4 sem) Ondulatório: Variações diárias destes mesmos volumes e intensidades</p>	Os dois grupos aumentaram a força de membros superiores e inferiores.
	<p>Linear: 2 x 12 a 15RM, 3 x 8 a 10RM, 4 x 3 a 5RM com variações a cada 4 semanas. Não periodizado: Variações a cada duas semanas destes mesmos volumes e intensidades</p>	Todos os grupos aumentaram significamente a força de membros superiores
	<p>Linear e Ondulatório: Variações de aproximadamente 57 a 80% de 1RM</p>	Os dois grupos aumentaram a força de membros superiores e inferiores.
	<p>Linear: 3 x 30RM, 3 x 25RM, 3 x 20RM, 3 x 15RM (variação a cada 3 sem) Ondulatório: Variações diárias destes mesmos volumes e intensidades</p>	Os dois grupos aumentaram a força de membros superiores e inferiores.
	<p>Linear: 3 x 5RM (2 sem), Exercícios de potência (3 sem), 3 x 15 a 20RM (3 sem), Ondulatório: Variações diárias destes mesmos volumes, intensidades e exercícios</p>	Os dois grupos aumentaram a força de membros superiores e inferiores.

Tabela 10.2

Características dos principais estudos que compararam periodizações lineares e ondulatórias para a espessura muscular (Adaptado por Grgic et al., (2017a).

Autores	Amostras	Período e Frequência	
Ahmadizad et al., (2014)	32 sujeitos jovens não treinados	8 semanas 3 x por semana	
Buford et al., (2007)	18 homens e 10 mulheres jovens não treinados	9 semanas 3 x por semana	
De Lima et al., (2012)	28 mulheres jovens não treinadas	12 semanas 4 x por semana	
Foschini et al., (2010)	32 adolescentes obesos não treinados	14 semanas 3 x por semana	
Harries; Lubans; Callister, 2016)	26 adolescentes não treinados	12 semanas 2 x por semana	
Inoue et al., (2015)	45 adolescentes obesos não treinados	26 semanas 3 x por semana	
Kok, (2006) (Tese de doutorado)	16 mulheres jovens não treinadas	12 semanas 3 x por semana	
Kok; Hamer; Bishop, (2009)	20 mulheres jovens não treinadas	12 semanas 3 x por semana	
Monteiro et al., (2009)	27 homens treinados	12 semanas 4 x por semana	
Prestes et al., (2015)	49 mulheres idosas não treinadas	16 semanas 2 x por semana	
Simão et al., (2012)	30 homens jovens não treinados	12 semanas 2 x por semana	
Souza et al., (2014)	31 homens jovens não treinados	6 semanas 2 x por semana	
Spinetti et al., (2014)	53 homens jovens não treinados	12 semanas 2 x por semana	

Periodização do treinamento de força

	Sessões	Ferramenta para análise da espessura muscular	Resultados
	6 exercícios (pesos livres e máquinas) multiarticulares e isolados	Bioimpedância	Não foram detectadas diferenças na massa muscular
	14 exercícios (pesos livres e máquinas) multiarticulares e isolados	Dobras cutâneas	Não foram detectadas diferenças na massa muscular
	16 exercícios (pesos livres e máquinas) multiarticulares e isolados	Dobras cutâneas	Ambos os grupos aumentaram de forma similar a massa livre de gordura
	10 exercícios (pesos livres e máquinas) multiarticulares e isolados Participantes também realizaram 30 minutos de exercício aeróbio	Pletismografia	Ambos os grupos aumentaram de forma similar a massa livre de gordura
	11 exercícios (pesos livres e máquinas) multiarticulares e isolados	Bioimpedância	Ambos os grupos aumentaram de forma similar a massa livre de gordura
	10 exercícios (pesos livres e máquinas) multiarticulares e isolados Participantes também realizaram 30 minutos de exercício aeróbio	Pletismografia	Ambos os grupos aumentaram de forma similar a massa livre de gordura
	10 exercícios (pesos livres e máquinas) multiarticulares e isolados	Ultrassonografia	Ambos os grupos aumentaram de forma similar a espessura muscular (Linear: 3,2% e Ondulatória: 12,9%)
	10 exercícios (pesos livres e máquinas) multiarticulares e isolados	Ultrassonografia	Ambos os grupos aumentaram de forma similar a espessura muscular (Linear: 8,7% e Ondulatória: 14,8%)
	15 exercícios (pesos livres e máquinas) multiarticulares e isolados	Dobras cutâneas	Ambos os grupos aumentaram de forma similar a massa livre de gordura
	10 exercícios (pesos livres e máquinas) multiarticulares e isolados	Dexa	Ambos os grupos aumentaram de forma similar a massa livre de gordura
	4 exercícios (pesos livres e máquinas) multiarticulares e isolados	Ultrassonografia	Ambos os grupos aumentaram de forma similar a espessura muscular (Linear: 5,7% e Ondulatória: 9,1% para o bíceps; Linear: 0,8% e Ondulatória: 4,3% para o tríceps),
	2 exercícios (pesos livres e máquina) multiarticulares e isolados	Ressonância magnética	Ambos os grupos aumentaram e forma similar a espessura muscular (Linear: 4,6% e Ondulatória: 5,2%)
	4 exercícios (pesos livres e máquinas) multiarticulares e isolados	Ultrassonografia	Ambos os grupos aumentaram de forma similar a espessura muscular (Grupos Lineares: 5,8% e 3,5%, Grupos Ondulatórios: 9,3% e 8,2% bíceps; Linear: 0,6% e 9,0%, Ondulatória: 4,5% e 6,8% tríceps)

O referido grupo de autores dessa recente revisão sistemática e meta-análise (Grgic et al., 2017), estabelece dois pontos chaves e uma recomendação para estudos futuros:

- É possível encontrar diferenças na hipertrofia muscular entre periodização linear e ondulatória com indivíduos experientes no treinamento de força?
- Quais são as respostas decorrentes dessas periodizações para a hipertrofia muscular quando observada por meio de ferramentas diretas e de maior sensibilidade?
- Futuros estudos devem delinear seus experimentos para observar as respostas individuais, de modo a aumentar a interpretação prática dos resultados.

Para responder esses dois questionamentos e atender a recomendação, o Grupo de Pesquisa em Performance Humana da Universidade Metodista de Piracicaba conduziu um estudo que comparou a periodização linear e a periodização ondulatória diária com sujeitos bem treinados e experientes ao longo de 9 semanas de programa de treinamento. Ambas as periodizações foram compostas por uma semana de familiarização, seguida por uma semana de testes pré (avaliação da força e espessura muscular), 9 semanas de treinamento, e por fim, na 12ª semana ocorreu as avaliações pós. Foram realizadas 27 sessões (3 x por semana) de treinamento, sendo que a periodização linear (n = 9) realizou 3 x 15RM nas três primeiras semanas (9 sessões), seguido por mais três semanas com 3 x 10RM (9 sessões), e três últimas semanas de treinamento com 3 x 5RM (9 sessões).

Por outro lado, a periodização ondulatória diária (n = 8) foi composta por 3 x RM na primeira sessão de cada semana, 3 x 15RM na segunda sessão de cada semana, e 3 x 10RM na terceira sessão de cada semana, o que também totaliza 9 sessões para cada volume de RM e 27 sessões no total. As sessões foram compostas pelos seguintes exercícios e ordem: supino reto, rosca direta, supino inclinado, rosca *scott*, crucifixo e rosca alternada. As pausas realizadas entre séries e exercícios foram de 1 minuto e 2 minutos, respectivamente. A figura 10.2 apresenta a distribuição das sessões para cada modelo de periodização proposto.

Figura 10.2

Periodizações propostas e distribuição semanal (3 sessões por semana).

Legenda: RM = repetições máximas.

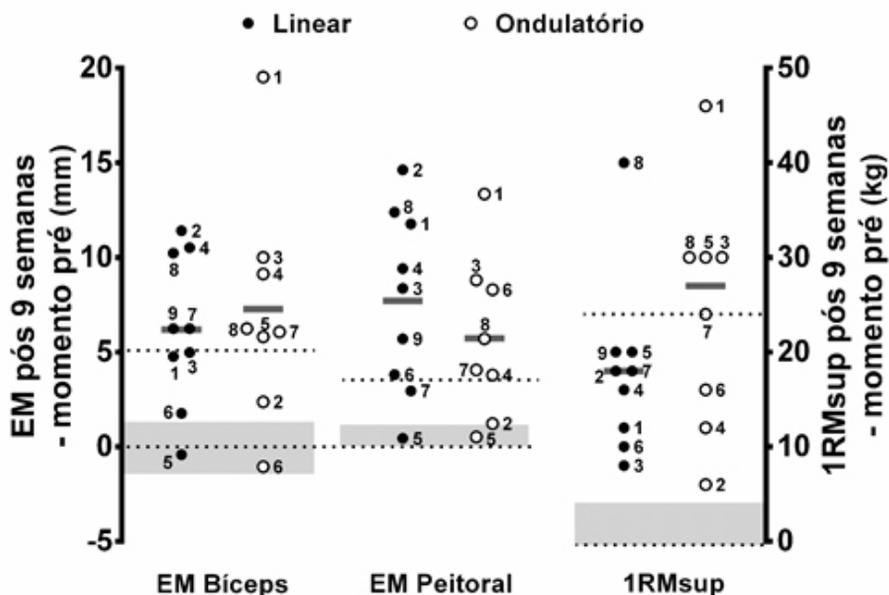
PERIODIZAÇÃO LINEAR	PERIODIZAÇÃO ONDULATÓRIA
3ª a 5ª Semana	
3 x 15RM (9 Sessões)	3 x 5RM, 15RM, 10RM (variação diária – 9 Sessões)
↓	
6ª a 8ª Semana	
3 x 10RM (9 Sessões)	3 x 5RM, 15RM, 10RM (variação diária – 9 Sessões)
↓	
9ª a 11ª Semana	
3 x 5RM (9 Sessões)	3 x 5RM, 15RM, 10RM (variação diária – 9 Sessões)

Para a força muscular, observada pelo teste de 1RM no exercício supino reto, os sujeitos da periodização linear apresentaram um ganho de 21,1% e os sujeitos da periodização ondulatória um ganho de 23,2%. Não houve diferenças significativas entre os dois grupos, o que também demonstra similaridade nos resultados para sujeitos bem treinados. Para a hipertrofia muscular, observada pela espessura muscular (ultrassonografia), a periodização linear obteve 20,2% e 16,0% de ganhos para os músculos peitoral maior e bíceps braquial, ao passo que a periodização ondulatória obteve 13,6% e 18,0% para os músculos peitoral maior e bíceps braquial, respectivamente. Não houve diferenças significativas entre os dois grupos, o que também significa similaridade nos resultados, e, possivelmente, o efeito da equalização do volume total de trabalho muscular, independente da variação que cada modelo de periodização preconiza.

Quando observado as respostas individuais, ambas as periodizações induziram aumento da força em todos os sujeitos (100% da amostra), sendo em maior ou menor grau de ganhos entre os sujeitos. Para a hipertrofia muscular, 8 sujeitos obtiveram ganhos para os dois músculos analisados (88,8% da amostra) com a periodização linear, ao passo que 7 sujeitos obtiveram ganhos para os dois músculos analisados com a periodização ondulatória (87,5% da amostra). A figura 10.3 mostra a similaridade dos resultados individuais entre as periodizações.

Figura 10.3

Comportamento dos valores individuais dos sujeitos para 1RM no supino, espessura muscular de bíceps braquial e peitoral na periodização linear e ondulatória.



Em resposta aos questionamentos acima mencionados por trabalhos prévios da literatura, e baseado nos achados desse recente estudo, ambos os modelos de periodização são efetivos para gerar aumento da força e hipertrofia muscular no bíceps braquial e peitoral maior em sujeitos bem treinados, sem vantagem de um modelo sobre outro. Portanto, profissionais e praticantes do treinamento de força podem utilizar essas duas estratégias de periodizações para alcançar altos níveis de ganhos neuromusculares e morfológicos em seus alunos e atletas.

A tabela 10.3 apresenta exemplos de modelos de periodização do treinamento de força que podem ser aplicados com alunos iniciantes, moderadamente treinados e até mesmo bem treinados.

Tabela 10.3
Exemplo de Periodizações Lineares e Ondulatórias.

Exemplos de Periodização do Treinamento de Força			
Periodização Linear			
Microciclo 1 (3-4 semanas)	Microciclo 2 (3-4 semanas)	Microciclo 3 (3-4 semanas)	Microciclo 4 (3-4 semanas)
2 a 3 sessões	2 a 3 sessões	2 a 3 sessões	2 a 3 sessões
2-4 x 12-15RM	2-4 x 8-10RM	2-4 x 4-6RM	2-4 x 1-3RM
Periodização Linear Reversa			
Microciclo 1 (3-4 semanas)	Microciclo 2 (3-4 semanas)	Microciclo 3 (3-4 semanas)	Microciclo 4 (3-4 semanas)
2 a 3 sessões	2 a 3 sessões	2 a 3 sessões	2 a 3 sessões
2-4 x 1-3RM	2-4 x 4-6RM	2-4 x 8-10RM	2-4 x 12-15RM
Periodização Ondulatória Diária			
Segunda-feira	Terça-feira	Quinta-feira	Sexta-feira
2-3 x 12-15RM	3-4 x 1-3RM	3-4 x 4-6RM	2-4 x 8-10RM
Periodização Ondulatória Semanal			
Semana 1 (2 a 3 sessões)	Semana 2 (2 a 3 sessões)	Semana 3 (2 a 3 sessões)	Semana 4 (2 a 3 sessões)
2-3 x 12-15RM	3-4 x 1-3RM	3-4 x 4-6RM	2-4 x 8-10RM
Periodização Ondulatória Parcial (Ênfase em Resistência de Força e Força Máxima)			
Segunda-feira	Terça-feira	Quinta-feira	Sexta-feira
2-3 x 12-15RM	3-4 x 1-3RM	2-3 x 12-15RM	3-4 x 1-3RM
Periodização Ondulatória Parcial (Ênfase em Resistência de Força e Resistência de Força Hipertrofica)			
Segunda-feira	Terça-feira	Quinta-feira	Sexta-feira
2-3 x 12-15RM	2-4 x 8-10RM	2-3 x 12-15RM	2-4 x 8-10RM
Periodização Ondulatória Parcial (Ênfase em Resistência de Força Hipertrofica e Força Máxima)			
Segunda-feira	Terça-feira	Quinta-feira	Sexta-feira
2-4 x 8-10RM	3-4 x 1-3RM	2-4 x 8-10RM	3-4 x 1-3RM

Ao final desse capítulo, podemos concluir que tanto as periodizações lineares quanto as ondulatórias possuem a capacidade de gerar incrementos na força e hipertrofia muscular, seja em sujeitos pouco experientes ou sujeitos bem treinados. Portanto, profissionais da prescrição e praticantes do treinamento de força podem se beneficiar utilizando as duas características de periodização em suas rotinas de treinamento

Referências

ABE, T.; DEHOYOS, D.V.; POLLOCK, M.L.; GARZARELLA, L. Time course for strength and muscle thickness changes following upper and lower body resistance training in men and women. **Eur J Appl Physiol** 81: 174–180, 2000.

American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Med Sci Sports Exerc**, v. 41, p. 687-708, 2009

AHMADIZAD, S.; et al. Effects of short-term nonperiodized, linear periodized and daily undulating periodized resistance training on plasma adiponectin, leptin and insulin resistance. **Clinical Biochemistry**, v. 47, n. 6, p. 417–422, 2014.

APEL, J.M.; LACEY, R.M.; KELL, R.T. A comparison of traditional and weekly undulating periodized strength training programs with total volume and intensity equated. **J Strength Cond Res**, v. 25, n. 3, p. 694–703, 2011.

BAKER, D.; WILSON, G.; CARLYON, R. Periodization: The Effect on Strength of Manipulating Volume and Intensity. **J Strength Cond Res**, v. 8, n. 4, p. 235–242, 1994.

BRIGATTO, F.A.; et al. Effect of Resistance Training Frequency on Neuromuscular Performance and Muscle Morphology after Eight Weeks in Trained Men. **J Strength Cond Res**. [s.l: s.n.].

BUFORD, T.W.; et al. A comparison of periodization models during nine weeks with equated volume and intensity for strength. **J Strength Cond Res**, v. 21, p. 1245–1250, 2007.

CAMPOS, G.E.R.; et al. Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: Specificity of repetition maximum training zones. **European Journal of Applied Physiology**, v. 88, n. 1–2, p. 50–60, 2002.

DAMAS, F.; LIBARDI, C.A.; UGRINOWITSCH, C. The development of skeletal muscle hypertrophy through resistance training: the role of muscle damage and muscle protein synthesis. **European Journal of Applied Physiology**, v. 118, n. 3, p. 485–500, 2018.

De LIMA, C.; et al. Linear and Daily Undulating Resistance Training Periodizations Have Differential Beneficial Effects in Young Sedentary Women. **International Journal Sports Medicine**, v. 33, n. 9, p. 723–727, 2012.

De SALLES, B.F.; et al. Rest interval between sets in strength training. **Sports Medicine**, v. 39, n. 9, p. 766–777, 2009.

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

FOSCHINI, D.; et al. Treatment of Obese Adolescents : The Influence of Periodization Models and ACE Genotype. **Obesity**, v. 18, n. 4, p. 766–772, 2010.

FRANCHINI, E.; et al. Influence of linear and undulating strength periodization on physical fitness, physiological and performance responses to simulated judo matches. **J Sports Sci Med**, v. 29, n. 2, p. 358–367, 2015.

GRGIC, J.; et al. Effects of linear and daily undulating periodized resistance training programs on measures of muscle hypertrophy : a systematic review and meta-analysis. **Peer J**, v. 22, n. 2010, p. 1–20, 2017.

HAFF, G.; TRIPLETT, T. Essentials of strength training and conditioning. 4^a edition ed. [s.l: s.n.].

HARRIES, S.K.; LUBANS, D.R.; CALLISTER, R. Systematic review and meta-analysis of linear and undulating periodized resistance training programs on muscular strength. **J Strength Cond Res**, v. 29, n. 4, p. 1113–1125, 2015.

HARRIES, S.K.; LUBANS, D.R.; CALLISTER, R. Comparison of resistance training progression models on maximal strength in sub-elite adolescent rugby union players. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 19, n. 2, p. 163–169, 2016.

HARTMANN, H.; et al. Effects of different periodization models on rate of force development and power ability of the upper extremity. **J Strength Cond Res**, v. 23, n. 7, p. 1921–1932, 2009.

HOFFMAN, J.R.; et al. Comparison Between Linear and Nonlinear In-Season Training Programs in Freshman. **J Strength Cond Res**, v. 17, n. 3, p. 561–565, 2003.

HOFFMAN, J.R.; et al. Comparison between different off-season resistance training programs in division iii american college football players. **J Strength Cond Res**, v. 23, n. 1, p. 11–19, 2009.

INOUE, D.S.; et al. Journal of Diabetes and Its Complications Linear and undulating periodized strength plus aerobic training promote similar benefits and lead to improvement of insulin resistance on obese adolescents. **Journal of Diabetes and its Complications**, v. 29, n. 2, p. 258–264, 2015.

ISSURIN, V. New Horizons for the Methodology and Physiology of Training Periodization Block Periodization : New Horizon or a False Dawn? **Sports Medicine**, v. 40, n. 3, p. 803–807, 2010.

JENKINS, N.D.M.; et al. Muscle activation during three sets to failure at 80 vs 30% 1RM resistance exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v. 115, n. 11, p. 2335–2347, 2015.

KOK, L. Comparing linear and undulating periodisation for improving and maintaining muscular strength qualities in women. The University of Western Australia., 2006.

KOK, L.Y.; HAMER, P.W.; BISHOP, D.J. Enhancing muscular qualities in untrained women: linear versus undulating periodization. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 41, n. 9, p. 1797–1807, 2009.

McNAMARA, J.M.; STEARNE, D.J. Flexible nonlinear periodization in a beginner college weight training class. **J Strength Cond Res**, v. 24, n. 1, p. 17–22, 2010.

MIRANDA, F.; et al. Effects of linear vs. daily undulatory periodized resistance training on maximal and submaximal strength gains. **J Strength Cond Res**, v. 25, n. 7, p. 1824–1830, 2011.

MONTEIRO A.G.; et al. Nonlinear periodization maximizes strength gains in split resistance training routines. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 4, p. 1321–1326, 2009.

NACLERIO, F.; MOODY, J.; CHAPMAN, M.L. Applied periodization : a methodological approach. **Journal of Human Sports and Exercise**, v. 8, n. 2, p. 350–366, 2013.

- PETERSON, M.D.; et al. Undulation training for development of hierarchical fitness and improved firefighter job performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 22, n. 5, p. 1683–1695, 2008.
- POLIQUIN, C. Five ways to increase the effectiveness of your strength training program. **National Strength and Conditioning Association**, v. 10, n. 3, p. 34–39, 1988.
- POLLOCK, M.L.; et al. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 30, n. 6, p. 975–991, 1998.
- PRESTES, J.; et al. Comparison Between Linear and Daily Undulating Periodized Resistance Training to Increase Strength. **J Strength Cond Res**, v. 23, n. 9, p. 2437–2442, 2009.
- PRESTES, J.; et al. Understanding the individual responsiveness to resistance training periodization. **Age**, v. 37, n. 3, p. 9793, 2015.
- RATAMESS N.A.; et al. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. **American College of Sports Medicine**, v. 41, n. 3, p. 687–708, 2009.
- RHEA, M.; et al. A comparison of linear and daily undulating periodized programs with equated volume and intensity for local muscular endurance. **J Strength Cond Res**, v. 17, p. 82–87, 2003.
- RHEA, M.R.; et al. A comparison of linear and daily undulating periodized strength training programs. **J Strength Cond Res**, v. 16, n. 2, p. 250–255, 2002.
- SEYLE, H. **Stress without distress**. New York: [s.n.].
- SIMÃO, R.; et al. Comparison between nonlinear and linear periodized resistance training: Hypertrophic and strength effects. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n. 5, p. 1389–1395, 2012.
- SOUZA, E.O.; et al. Early Adaptations to Six Weeks of Non-Periodized and Periodized Strength Tr...: EBSCOhost. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 13, n. June, p. 604–609, 2014.
- SPINETI, J.; et al. The effects of exercise order and periodized resistance training on maximum strength and muscle thickness. **International SportMed Journal**, v. 15, n. 4, p. 374–390, 2014.
- VANNI, A.C.; et al. Comparison of the effects of two resistance training regimens on muscular and bone responses in premenopausal women. **Osteoporosis International**, v. 21, n. 9, p. 1537–1544, 2010.
- ZARONI, R.S.; et al. High resistance-training frequency enhances muscle thickness in resistance-trained men. **J Strength Cond Res**, 2018.

Livros da Coleção Literária

1. Fragmentos Históricos da Regulamentação da Profissão de Educação Física e da Criação e Desenvolvimento do CREF4/SP
2. O Desporto Paralímpico Brasileiro, a Educação Física e profissão
3. Treinamento de força: saúde e performance humana
4. Faculdade Aberta para a Terceira Idade: educação para o envelhecimento e seus efeitos nos participantes
5. Gestão, Compliance e Marketing no esporte
6. Ginástica laboral e saúde do trabalhador
Saúde, capacitação e orientação ao Profissional de Educação Física
7. Projeto Desporto de Base (PDB): 30 Anos de História e Realizações (1989/2019)
Um breve relato de experiência da cidade de Piracicaba/SP e uma proposta metodológica para programas de formação e lazer físico-esportivo
8. Estratégias de Recuperação e Controle de Carga de Treinamento
9. Atividade Circense
Ações pedagógicas na licenciatura e no bacharelado
10. Os primeiros passos em Fisiologia do Exercício: Bioenergética, Cardiorrespiratório e gasto energético
11. Eu não estudei para isso: temas emergentes no estágio em Educação Física
12. Métodos contemporâneos para elaboração de programas de treinamento de esportes de alto rendimento
13. Dinâmicas lúdicas no ambiente corporativo: da teoria à prática
14. Futebol profissional: metodologia de avaliação do desempenho motor
15. Leis de incentivo ao esporte: novas perspectivas para o desporto brasileiro
16. Memórias de Boas Práticas no Esporte: Profissionais de Educação Física no contexto do olimpismo
17. Paralelos entre a iniciação competitiva precoce e a formação de técnicos de Judô
18. Hiit Body Work: a nova calistenia
19. Recomendações para prática de atividade física e redução do comportamento sedentário
20. Orientações para avaliação e prescrição de exercícios físicos direcionados à saúde

Este livro, composto com tipografia Palatino Linotype e diagramado pela Malorgio Studio, foi impresso em papel Offset 90g pela Teixeira Impressão Digital e Soluções Gráficas Ltda para o CREF4/SP, em Novembro de 2019.

COLEÇÃO LITERÁRIA EM HOMENAGEM AOS 20 ANOS DA INSTALAÇÃO DO CREF4/SP

O Conselho Regional de Educação Física da 4ª Região – CREF4/SP foi instituído pela Resolução CONFEEF nº 011/1999 e a designação e posse de seus primeiros conselheiros, membros efetivos e suplentes, pela Resolução CONFEEF nº 017, de 29/10/1999, com jurisdição no Estado do São Paulo e sede na sua capital. No dia 06 de dezembro de 1999, em ato solene de sua instalação nas dependências do prédio de administração do Ginásio do Ibirapuera, o CREF4/SP iniciou sua história.

Passados 20 anos, com sede em local privilegiado e de fácil acesso aos Profissionais de Educação Física do Estado, mudaram Conselheiros e Diretorias, mas os objetivos deste Conselho permanecem os mesmos: garantir à sociedade o direito de ser atendida com excelência por Profissionais de Educação Física, habilitados pelo registro; normatizar, fiscalizar e orientar o exercício da profissão, de acordo com o que preconiza o Código de Ética Profissional.

Organizamos uma Coleção de 20 livros com o objetivo de proporcionar atualização de conhecimentos do Profissional com leituras variadas e de qualidade, tendo como proposta a orientação e o aumento do acervo de obras destinadas à Educação Física.

Os livros que compõem esta coleção possuem temas diversificados, abrangendo as áreas de: história, desporto paralímpico, treinamento, gestão, atividades para terceira idade, ginástica laboral, desenvolvimento de projetos, controle de carga, atividades circenses, fisiologia do exercício, escola, esportes, ludicidade, legislação, relatos de experiências, exercício e saúde, e combate ao sedentarismo.

Esperamos que a Coleção Literária, em Homenagem aos 20 anos da Instalação do CREF4/SP, colabore com o fortalecimento de nossa Profissão.

Conselheiros do CREF4/SP

“Somos nós, fortalecendo a Profissão”



ISBN 978-85-94418-42-5



9 788594 418425 >