

6CCSDEFPLIC04

MUSCULAÇÃO: ASPECTOS FISIOLÓGICOS, NEURAIS, METODOLÓGICOS E NUTRICIONAIS

Alan de Carvalho Dias Ferreira ⁽¹⁾, Rodrigo Ramalho Acineto ⁽²⁾, Fabiana Ranielle de Siqueira Nogueira ⁽²⁾, Alexandre Sérgio Silva ⁽³⁾

Centro de Ciências da Saúde/Departamento de Educação Física/Prolicen

RESUMO

A musculação é uma das modalidades de exercício mais praticadas em todo mundo. Atualmente, não somente só jovens são adeptos desta modalidade, pois tem sido reconhecida a sua importância para idosos, cardiopatas e até para crianças, desde que com algumas adaptações e cuidados. No entanto, grande parte dos profissionais ligados a este tipo de atividade física ainda apresentam conhecimentos incipientes ou baseiam-se em “mitos”, práticas infundadas e conceitos sem bases científicas quanto aos aspectos fisiológicos e metodológicos relacionados a este tipo de exercício. Este trabalho tratou-se de uma revisão e compilação da literatura de dados científicos atuais sobre esta modalidade de exercício. Foram pesquisados todos os livros-texto disponíveis no país que tratam da musculação e do treinamento de força, além da pesquisa em base de dados científicos nacionais e internacionais como Bireme, Medline, Lilacs, Index Medicus e Pubmed. O trabalho foi dividido nos seguintes capítulos: (1) Fisiologia da Contração Muscular; (2) Fisiologia da Hipertrofia Muscular; (3) Geração e Ganho de Força; (4) Métodos de Treinamento; (5) Parâmetros para Prescrição do treinamento; (6) Suplementação na Musculação. Diferentemente do sendo comum, observou-se que o dano muscular não é mais o único mecanismo responsável pela hipertrofia, já que pelos menos mais nove fatores hormonais e metabólicos interferem fortemente neste fenômeno. Fatores como a velocidade de execução dos exercícios e os intervalos são tão importantes para a obtenção de resultados quanto a carga utilizada e o número de repetições, sendo que isto ainda tem sido negligenciado pela maioria dos profissionais. Também se observou que os estudos apontam para uma divisão dos treinamentos de musculação em abordagens metabólica e tensional. Esta nova visão alerta aos professores que o manejo de cargas de treinamento e intervalo promove estas duas diferentes respostas no organismo. A compilação destes dados em um livro texto é de fundamental importância para o ensino e formação dos graduandos e professores de Educação Física, pois busca, em uma única obra, maximizar os conhecimentos a cerca dos principais aspectos relacionados ao treinamento de musculação, tendo sido a principal atividade teórica deste projeto do PROLICEN.

Palavras-Chaves: Musculação; Hipertrofia; Treinamento de Força

⁽¹⁾ Bolsista, ⁽²⁾ Voluntário/colaborador, ⁽³⁾ Orientador/Coordenador ⁽⁴⁾ Prof. colaborador, ⁽⁵⁾ Técnico colaborador.

INTRODUÇÃO

O treinamento ou exercícios de musculação são, indubitavelmente, muito pesquisados e discutidos por estudiosos de diversos países. Atualmente, vem-se atribuindo grande importância à musculação devido ao treinamento de força tanto para a manutenção da saúde, quanto para o aprimoramento do desempenho de atletas, o aumento da massa muscular e a reabilitação. No entanto, grande parte dos profissionais ligados a este tipo de atividade física ainda apresentam conhecimentos incipientes ou baseiam-se em “mitos”, práticas infundadas e conceitos sem bases científicas quanto aos aspectos fisiológicos e metodológicos relacionados à musculação.

Diante disso, o presente Programa de iniciação à Docência (Porlicen) é de suma importância para a melhoria da qualidade do ensino da musculação e de seus aspectos práticos e científicos para os alunos do Departamento de Educação Física (DEF), na medida em que propõe discutir e elucidar diversos parâmetros do treinamento utilizados nas academias e confrontá-los com a literatura corrente.

Por exemplo, variáveis importantes como intervalo entre as séries e exercícios, assim como a velocidade de execução dos movimentos muitas vezes são esquecidos ou desprezados pelos professores de musculação, entretanto, de acordo com os dados atuais, sabe-se que estas variáveis são tão importantes quanto a carga (peso) utilizada para o exercício.

Durante este Prolicen foram realizadas consultas e pesquisas à literatura científica nacional e internacional para melhor esclarecer estas questões. Também se detectou que um dos problemas relacionados ao assunto é a dispersão das informações, isto é, os dados fisiológicos, neurais, metodológicos e nutricionais da musculação encontram-se em vários livros diferentes. A partir disso, o grupo resolveu compilar todas estas informações em uma única obra, o que facilitará o acesso e, conseqüentemente, o ensino da musculação e dos fatores ligados ao seu treinamento.

Este trabalho tratou-se de uma revisão e compilação da literatura e dados científicos atuais sobre a musculação, a fim de disponibilizar e elucidar para as turmas futuras da disciplina de Musculação da Graduação em Educação Física, em uma única obra, os avanços e as mais importantes informações para uma boa compreensão e melhor qualidade de prescrição dos exercícios de musculação. O presente trabalho foi formatado em forma de um livro, que o grupo pretende editar junto à editora da UFPB e o professor coordenador do projeto pretende transformá-lo no livro texto da disciplina de musculação da graduação.

METODOLOGIA

Primeiramente foram elencados temas atuais e fundamentais relacionados à musculação e seus aspectos fisiológicos, neurais, metodológicos e nutricionais. Para fins didáticos, o livro foi dividido nos seguintes capítulos: (1) Fisiologia da Contração Muscular; (2)

Fisiologia da Hipertrofia Muscular; (3) Geração e Ganho de Força; (4) Métodos de Treinamento; (5) Parâmetros para Prescrição do treinamento; (6) Suplementação na Musculação.

A pesquisa de cada tema foi dividida em grupos de dois alunos. Cada grupo de aluno iniciou a pesquisa pelos livros-texto existentes em língua portuguesa, e enriqueceu o conteúdo usando as bases de dados. Foram pesquisados todos os livros-texto disponíveis no país que tratam da musculação e do treinamento de força, além da pesquisa em base de dados científicos nacionais e internacionais como Bireme, Medline, Lilacs, Index Medicus e Pubmed.

Após esta etapa, os textos foram entregues ao professor coordenador do projeto, que fez uma primeira revisão, indicando onde poderiam ser melhoradas as consultas e redações. Posteriormente, os alunos trocaram os textos, de modo que cada grupo pôde fazer uma revisão crítica do trabalho do outro. Depois disso, cada grupo, com seu texto original de volta, fez aperfeiçoamentos e o passou para o professor coordenador, que se encarregou da revisão e formação definitiva.

RESULTADOS

Fisiologia da Contração Muscular

As informações encontradas nesta revisão são clássicas da fisiologia básica e encontram-se em boa parte dos livros de musculação. Além disso, todas as fontes trazem a mesma informação, com mínimas diferenças entre eles.

Eles mostram as células musculares como longas fibras multinucleadas que variam de comprimento de poucos milímetros até mais de trinta centímetros. Cada fibra é rodeada por uma membrana homogênea, o sarcolema, que contém fibras colágenas em suas camadas externas, conectadas aos elementos do tecido conectivo intramuscular. A camada interna do sarcolema é a própria membrana celular, através da qual são retiradas cargas e produtos desperdiçados e ao longo da qual ocorrem a produção e a condução de excitação elétrica para a fibra muscular. Invaginações do sarcolema, chamadas *túbulos T*, permitem a transmissão do potencial de ação para o interior da fibra muscular através da liberação de íons cálcio por meio do retículo sarcoplasmático (MAUGHAN et. al, 2000; POWERS & HOWLEY, 2000).

As fibras musculares esqueléticas são inervadas por fibras mielínicas grossas, a terminação nervosa forma uma junção, chamada de *placa motora* ou *junção neuromuscular*, onde é liberado o neurotransmissor que inicia a produção de força, a acetilcolina. A partir disso, o potencial de ação na fibra muscular se propaga nas duas direções, dirigindo-se para as suas extremidades (WILMORE & COSTILL, 2001; MAUGHAN et. al, 2000).

O mecanismo de desenvolvimento de força ou a contração muscular propriamente dita ocorre quando os sarcômeros se contraem e, conseqüentemente, a fibra muscular também se contrai, onde a Zona H desaparece e a distância entre as sucessivas Linhas Z é reduzida. Os filamentos não se alteram em comprimento, apenas ocorre o deslizamento dos filamentos de actina sobre os filamentos de miosina, quando as cabeças de miosina formam pontes cruzadas junto aos espaços ativos nas subunidades de actina dos filamentos finos. Cada

ponte une e desune diversas vezes durante a contração, em uma ação rápida, arrastando os filamentos finos para dentro do sarcômero (GENTIL, 2006; WEINECK, 2003; WILMORE & COSTILL, 2001).

Fisiologia da Hipertrofia Muscular

Este capítulo se mostrou de fundamental importância para que o professor de musculação passe a não só fazer, mas também entender os mecanismos que estão envolvidos nas respostas do tecido muscular ao treinamento e no desenvolvimento da hipertrofia. Apesar da grande importância, apenas um livro-texto traz informações sobre o assunto. Informações mais detalhadas e aprofundamentos ainda se restringem apenas a artigos internacionais, raríssimas publicações em língua portuguesa.

Segundo o que foi visto nestas fontes de consulta, o processo de hipertrofia está relacionado diretamente à síntese de componentes celulares, particularmente dos filamentos protéicos que constituem os elementos contráteis. Sabe-se que a intensidade na síntese das proteínas contráteis musculares é muito maior durante o desenvolvimento da hipertrofia do que a intensidade de sua degradação, levando progressivamente a um número maior de filamentos tanto de actina como de miosina nas miofibrilas. Além do espessamento das miofibrilas da célula, novos sarcômeros são formados pela síntese protéica acelerada e, correspondentes reduções no fracionamento protéico. Aumentos significativos são observados também nas reservas locais de ATP, fosfocreatina e glicogênio. Além disso, o tecido conjuntivo que envolve as fibras musculares sofre aumento em resposta o treinamento, o que de forma discreta, também colabora com a hipertrofia (BOMPA, 1998; GENTIL, 2006; MAUGHAN, 2000; McARDLE, 2003).

Sem dúvida o dano muscular é um fator muito importante para o processo de hipertrofia. Entretanto, ao contrário do que se acreditava há poucos anos, vários outros fatores também possuem papel determinante no aumento da secção transversa das fibras musculares. Acredita-se, portanto, que a hipertrofia seja resultado da soma de vários fatores e diversos mecanismos que a estimulam de forma direta e indireta. O treino de musculação, quando adequadamente prescrito, pode promover o desenvolvimento de vários destes estímulos. Didaticamente, eles foram divididos em *Mecanismos Físicos Intrínsecos* (Síntese de DNA, Microlesões, Mecanotransdução, Células Satélites e Alterações na Osmolaridade) e em *Fatores Hormonais e Enzimáticos* (Hormônio do Crescimento – Gh, IGF-I, Testosterona, Insulina e Miostatina) (BOSCO et al., 2000).

Além destes mecanismos, hormônios e enzimas, alguns fatores inerentes ao treinamento de musculação já são reconhecidamente como intervenientes no resultado do treinamento. Para a hipertrofia, as repetições excêntricas, a hipóxia e o óxido nítrico interferem diretamente nos resultados obtidos.

Geração e Ganho de Força

A força é uma qualidade física cuja manifestação depende de fatores tanto estruturais quanto neurais, hormonais ou até mesmo psicológicos (BADILLO & AYESTARN, 2004). A revisão feita sobre este tema mostrou basicamente que diferenças são notadas entre ganho de força e massa muscular, mas que ambos os fenômenos interagem na respostas ao treinamento. Mostrou ainda que os benefícios da musculação ocorrem de forma bem mais rápidos para o força que para a hipertrofia, mas que estas duas qualidades são determinantes na melhoria da qualidade de vida proporcionado por esta modalidade de exercício.

Do ponto de vista estrutural, a força é determinada por muitos fatores como o número de pontes cruzadas de miosina que interagem com os filamentos de actina, número de sarcômeros, comprimento e os tipos de fibras musculares, do posicionamento das fibras do grupo muscular e das áreas e seção transversa do músculo (HAMIL & KNUTIZEN, 1999).

Em resposta ao treinamento de musculação, o ganho de força se dá através de dois fatores: (1) *adaptações neurais*; (2) *aumento da área de secção transversa do músculo (hipertrofia)*.

O aumento da força em resposta às adaptações neurais é conseqüência de adaptações como (a) recrutamento de unidades motoras adicionais que atuam em sincronia, (b) o tamanho das unidades motoras recrutadas, (c) redução da inibição neurológica por meio dos órgãos tendinosos de Golgi (inibição autogênica), (d) co-ativação dos músculos agonistas e antagonistas, onde os agonistas são motores primários enquanto os antagonistas atuam para impedir o movimento dos agonistas, (e) a codificação da freqüência, ou seja, a freqüência de disparos ou taxa de descarga que as unidades motoras recebem (BADILLO & AYESTARN, 2004; WEINECK, 2003; FLECK & KRAEMER, 2006).

Do ponto de vista estrutural, as fibras hipertrofiadas, disponibilizam mais pontes cruzadas para a produção de força em uma contração máxima, aumentando assim, a capacidade de gerar força quando comparadas a fibras normais. Além disso, embora a hiperplasia humana não seja um fenômeno constatado, parece não ser uma adaptação improvável em humanos, pois existem alguns estudos que fornecem dados sugerindo a ocorrência do aumento no número de fibras musculares em seres humanos, o que também colaboraria com o aumento da produção de força (ANTONIO & GONYEA, 1993).

Na musculação, tanto os ganhos neurais quanto os hipertróficos fazem parte dos benefícios do treinamento, o que a torna um excelente exercício para o ganho de força e para o aumento da massa muscular.

Métodos de Treinamento

Atualmente, os métodos ou sistemas de treinamento são utilizados por profissionais, praticantes de musculação e atletas com o objetivo de intensificar o treinamento e, conseqüentemente, melhorar os resultados. Além disso, estes métodos tentam suprir necessidades específicas como o aumento da força, promover alterações na composição

corporal, adaptar a disponibilidade de tempo e de equipamento, assim como reabilitar indivíduos lesionados (FLECK & KRAEMER, 2006). Em geral, os métodos de treinamento de força manipulam as variáveis de treinamento de diferentes maneiras, fornecendo estímulos mecânicos e metabólicos em diferentes magnitudes (GENTIL, 2006).

No entanto, a maioria dos métodos foi criada por fisiculturistas, levantadores de peso e treinadores de forma empírica e sem comprovação científica. Também são escassos estudos que validem uma parte dos métodos, gerando grande polêmica sobre a superioridade de um sobre o outro e até mesmo sobre sua eficácia. Estudos de mais longo prazo também são necessários, em particular, para demonstrar se um sistema ou método em especial continua trazendo ganhos reais ou resulta em platô durante vários meses de utilização.

A utilização de diversos métodos é um dos meios adequados para variar um programa de treinamento e, portanto, evitar esses tipos platôs. Por outro lado, um dos erros mais comuns na musculação atual, é aplicação indevida de métodos, isto é, sem os conhecimentos adequados sobre os mesmos, praticantes e profissionais acabam por utilizá-los como uma “receita de bolo” para todos os indivíduos.

Portanto, o ideal é que o profissional ligado ao treinamento de musculação conheça profundamente os vários tipos de métodos, sabendo quais estímulos cada um é capaz de produzir, utilizando-os de forma racional, na pessoa correta e no momento adequado, o que evitará um platô no nível de progresso ou até mesmo um *overtraining* durante o treinamento.

De uma forma geral, os métodos fornecem estímulos específicos, seja através da manipulação dos intervalos entre as séries, maior número de repetições realizadas, tipo de contração muscular, sobrecarga utilizada, tempo sob tensão, ou pela via metabólica solicitada. Neste sentido, didaticamente classificamos os métodos, de acordo com o seu principal objetivo, em 6 grupos: ***métodos que aumentam numero de repetições; métodos que exploram ativação de unidades motoras; métodos que são metabólicos promovem acidose e hipóxia; métodos cardiovasculares; métodos enfatizados em grupos musculares e métodos que preconizam a fase excêntrica do exercício.***

Parâmetros para Prescrição do Treinamento

Vários parâmetros como adaptação, aquecimento, alongamento, número de séries, número de repetições, velocidade de execução dos movimentos, intervalo entre as séries e entre os exercícios e, o tipo de estímulo predominante (tensional ou metabólico), são de fundamental importância para o ensino e a prescrição do treinamento de musculação.

Todos estes aspectos têm sido amplamente discutidos no meio científico com o objetivo de se chegar a um consenso ou até mesmo em determinados princípios que os profissionais da área devem seguir.

Uma das variáveis que talvez mais provoque desconforto entre os pesquisadores e praticantes de musculação no momento de defini-la, dentro de um padrão numérico, que sirva eficientemente para o desenvolvimento da força e massa muscular, é o número de séries para

cada exercício. Neste contexto, vários estudos fornecem fortes evidências de que as múltiplas séries são superiores por promoverem maiores ganhos de força e de massa muscular (LANGE et al., 2002).

Antes da atividade principal da sessão de exercício, vários exercícios de aquecimento e de alongamento são realizados para melhorar a transição do estado de repouso para o ativo (exercício), cujo objetivo é a preparação fisiologia e psicológica do indivíduo (McARDLE, 2003).

Com base na experiência prática, sabemos que o aquecimento executado apropriadamente com a devida técnica, respeitando o volume e intensidade trará efeitos benéficos ao organismo prevenindo-o de possíveis lesões articulares e musculares. Dessa forma, criando alterações no organismo para suportar um treinamento, uma competição ou um lazer, onde o mais importante é o aumento da temperatura corporal (DANTAS, 2003).

Suplementação na Musculação

Concomitante ao crescente estímulo à prática de atividade física, a popularidade dos suplementos alimentares vem crescendo espantosamente, tanto no meio esportivo como nas academias de ginástica, e como resposta ao mercado crescente de indivíduos interessados no assunto, houve uma verdadeira explosão na oferta destes produtos (ISSN, 2004).

Justamente por causa da verdadeira “invasão” dos suplementos nutricionais nas academias, entende-se que este é um tema imprescindível para profissionais de educação física. Um dos aspectos mais importantes é mostrar que estes profissionais devem ser conscientizados a indicar profissionais nutricionistas para lidar com esta questão, evitando assim uma qualidade amadora num assunto tão importante.

De acordo com a Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte, a suplementação alimentar deve ficar restrita aos casos especiais, nos quais a eventual utilização deve sempre decorrer da prescrição dos profissionais qualificados para tal, que de acordo com a legislação vigente no país, são os nutricionistas e os médicos especialistas (SBME, 2003).

Os profissionais que trabalham diretamente com musculação ou com qualquer tipo de exercício (nutricionistas esportivos, educadores físicos, médicos, etc.) precisam saber como avaliar o mérito científico de artigos e anúncios sobre suplementos nutricionais para que eles possam separar o que é *marketing* do que é cientificamente baseado em práticas nutricionais.

Portanto, os suplementos alimentares são alternativas e não soluções, seja para hipertrofia, emagrecimento, saúde ou desempenho, além disso, um suplemento, em nenhum momento, salvo em pessoas debilitadas e incapazes de se alimentar, substitui uma alimentação saudável por completo e não deve ser utilizado de forma indiscriminada como vem ocorrendo ultimamente.

CONCLUSÃO

Apesar do número cada vez maior de estudos que tentam trazer à luz da ciência algumas práticas que são realizadas durante anos, a musculação, assim como tantas outras modalidades de atividade física, ainda é permeada por uma série de dogmas.

Acreditamos que, este trabalho consegue unir os conhecimentos, idéias, filosofias e abordagens da musculação, o que promove a estabilidade necessária para a elaboração de programas efetivos de musculação.

Portanto, este estudo é de fundamental importância para o ensino e formação dos graduandos e professores de Educação Física, pois busca maximizar os conhecimentos acerca dos principais aspectos relacionados ao treinamento de musculação, um tipo de exercício em franca expansão e que precisa ser bem orientado.

REFERÊNCIAS

- ANTONIO, J.; GONYEA, W.J. Skeletal Muscle Fiber Hyperplasia. **Medicine and Science in Sport and Exercise**. Vol. 25 n. 12, pp: 1133-45, 1993.
- BADILLO, J.J.G.; AYESTARAN, E.G. **Fundamentos do Treinamento de Força**. 2º edição. Porto Alegre: Artmed-Bookman, 2004.
- BOMPA, T. & CORNACCHIA, L.S. **Treinamento de Força Levado a Sério**. Segunda edição. Editora Manole, 2004.
- BOSCO, C.; COLLI, R.; BONOMI, R.; VON DUVILLARD, S.P.; VIRU, A. Monitoring strength training: neuromuscular and hormonal profile. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Vol.32, n1, pp: 13-28, 2000.
- CARVALHO, T. et al. Diretriz da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte: Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. **Rev. Bras. Med. Esporte**. Vol. 9, Nº 2, 2003.
- DANTAS, H. M. ESTÉLIO – **A prática da Preparação Física**, 5ª ed., Rio de Janeiro, Shape 2003.
- FLECK, S. & KRAEMER W.J. **Fundamentos do Treinamento de Força Muscular**. 3º edição. Porto Alegre: Artmed-Bookman, 2006.
- GENTIL, P. **Bases Científicas do Treinamento de Hipertrofia**. 2º edição. Rio de Janeiro: Sprint, 2006.
- HAMIL, J.; KNUTZEN, K.M. **Bases Biomecânicas do Movimento Humano**. São Paulo: Manole, 1999.
- KREIDER, R.B. et al. ISSN EXERCISE & SPORT NUTRITION REVIEW: RESEARCH & RECOMMENDATIONS. **Sports Nutrition Journal**. 1 (1): 1-44, 2004.
- LANGE, K.H.; ANDERSEN, J.L.; BEYER, N.; ISAKSSON, F.; LARSSON, B.; RASMUSSEN, M.H.; JUUL, A.; BULOW, J.; KJAER, M. GH Administration Changes Myosin Heavy Chain Isoforms in Skeletal Muscle But Does Not Augment Muscle Strength or Hypertrophy, Either Alone or Combined with Resistance Exercise Training in Healthy Elderly Men. **Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**. Vol. 87. n. 2. pp: 513 – 523, 2002.
- MAUGHAN, R; GLESSON, M; GREENHAFF, L. P. **Bioquímica do Exercício e do Treinamento**. 1º edição brasileira. São Paulo. Editora Manole, 2000.
- McARDLE, W. D; KATCH, F. I; KATCH, V. L. **Fisiologia do Exercício – Energia, Nutrição e Desempenho Humano**. 5º edição. Rio de Janeiro. Editora Guanabara Koogan, 2003.
- POWERS, S.K.; HOWLEY, E.T. **Fisiologia do Exercício: Teoria e Aplicação ao Condicionamento e ao Desempenho**. São Paulo: Manole, 2000.
- WEINECK, J. **Treinamento Ideal**. 9ª edição. São Paulo: Ed. Manole, 2003.
- WILMORE, J,K.; COSTILL, D.L. **Fisiologia do Esporte e do Exercício**. 2ª edição. São Paulo: Ed. Manole, 2001.