

EXIGÊNCIAS FÍSICAS E FISIOLÓGICAS NO FISCULTURISMO E AS SUAS IMPLICAÇÕES NA RECUPERAÇÃO

*Marcelo Victor Rodrigues Nascimento*¹

Escola Superior de Desporto e Lazer (ESDL), do Instituto Politécnico de Viana do Castelo (IPVC) – Melgaço, Portugal
galetinho1967@gmail.com

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo fazer uma revisão literária acerca da fisiologia envolvida na prática do fisiculturismo, bem como das suas implicações na recuperação orgânica. Para tanto, foi apresentada a fundamentação científica de tal desporto, caracterizando-se os tipos de esforços que são realizados no treino força (a base do fisiculturismo), as exigências físicas e fisiológicas de tais esforços, o sistema de produção de energia preponderantes e a forma como é desenvolvida a recuperação da fadiga por eles provocadas. Após a introdução, foram apresentadas (1) a estrutura músculo-esquelética do corpo humano, que constitui a base para todo e qualquer exercício físico; (2) o treinamento de força e os esforços realizados; (3) as principais adaptações fisiológicas do treino de força, quais sejam: adaptações neurais, adaptações morfológicas, adaptações cardiovasculares e adaptações metabólicas. Finalizando, tratou-se da recuperação física e fisiológica no fisiculturismo. O tema reveste-se de importância, uma vez que o fisiculturismo vem crescendo em popularidade, tendo sido, recentemente, reconhecido como um desporto olímpico, disputado nos jogos pan-americanos de 2019.

Palavras-chave: Fisiculturismo. Treino de força. Adaptações fisiológicas. Recuperação.

¹ Bacharel em Educação Física, pela Escola de Educação Física do Exército, no Rio de Janeiro. Pós-graduado em Fisiologia do Exercício, pela Escola Paulista de Medicina. Especialista em Exercícios Resistidos na Saúde, na Doença e no Envelhecimento, pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP). Acadêmico do Mestrado em Treino Desportivo (interrompido), na Escola Superior de Desporto e Lazer (ESDL), do Instituto Politécnico de Viana do Castelo (IPVC) – Melgaço/Portugal

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a prática do fisiculturismo tem aumentado vertiginosamente em todo o mundo, com adeptos masculinos e femininos, das diversas faixas etárias, ao ponto de transformar-se em um esporte olímpico em 2016, com estreia, no cenário olímpico oficial, ocorrida nos jogos Pan-americanos de 2019.

No entanto, como afirma a Dra. Adriana Estevão, professora do Departamento de Educação Física da Universidade Regional de Blumenau, não são poucos os relatos de atletas dessa modalidade que enfrentam uma série de distúrbios e transtornos de diversas naturezas, muitos dos quais poderiam ser evitados com uma preparação física e psicológica adequadas, realizadas por profissionais qualificados, capazes, inclusive, de ensiná-los as bases físicas e fisiológicas desse esporte, o que lhes tornaria claros os limites do organismo [19].

Segundo o Dr. José Maria Santarem, em seu livro “Musculação em todas as idades”, a prática de exercícios resistidos, que é a base do treino de força, usado pelos fisiculturistas, tem se destacado como ideal não só para os atletas das diversas modalidades, como também para todas as pessoas de uma forma geral, incluindo aquelas que necessitam de reabilitação física ou possuem problemas de saúde severos, isto porque, trata-se de um exercício de baixo impacto e oferece grande facilidade de controle.

Sabe-se que o fisiculturismo é um esporte que tem como meta a exibição de músculos desenvolvidos em tamanho, proporção, simetria, estética e harmonia, obtidos mediante a realização de atividade física sistemática e planejada, executadas contra determinada resistência [54].

Como assegura o Dr Santarem [47], supracitado, a sobrecarga produzida sobre os músculos, nas atividades físicas em que se empregam resistências, gera adaptações fisiológicas, as quais levam à melhora das capacidades físicas motoras e ao desenvolvimento muscular tão desejado pelos fisiculturistas.

O Professor Dr. Paulo Gentil, em seu livro “Bases científicas do treinamento de hipertrofia”, afirma que o corpo humano possui três tipos distintos de músculo: o músculo cardíaco, que compõe grande parte do coração; o músculo liso, que reveste órgãos como o estômago, a bexiga urinária e os vasos sanguíneos; e o músculo esquelético, que se liga aos ossos através dos tendões, formando a estrutura responsável pelos movimentos do corpo humano. Dos três, apenas o músculo esquelético está sob controle voluntário, sendo, portanto, possível treiná-lo [26].

Os músculos esqueléticos são constituídos por células chamadas fibras musculares, as quais encontram-se agrupadas e envolvidas por tecido conjuntivo. Cada fibra muscular é formada por um conjunto de filamentos proteicos (miofilamentos), os quais, mediante um impulso do sistema nervoso, são capazes de deslizar uns sobre os outros, produzindo as contrações musculares [54].

As fibras musculares são classificadas basicamente como fibras do tipo I, do tipo IIa e do tipo IIb, as quais são ativadas conforme a forma de contração realizada. As fibras do tipo I atuam prioritariamente nos exercícios lentos e prolongados, característicos de atividades de endurance (resistência); já as fibras do tipo IIa e IIb são ativadas nos exercícios moderados e rápidos, respectivamente, e de curta duração, característicos de atividades de força e potência [10].

De acordo com o Professor Dr. Jim Stoppani, Pdh pela Universidade de Connecticut, considerando que o fisiculturismo é um esporte cujo objetivo é a hipertrofia muscular, conseguida através da melhora das qualidades força e potência, o foco, para os fisiculturistas, é estimular as fibras do tipo II, conseguido através do treino de força, também chamado de “musculação”, “treino com pesos” e “treino resistido” [51].

No afã de ganhar massa muscular, um fator fundamental para a saúde do atleta que, quase sempre é ignorado, é a recuperação. Segundo Bompa, Di Pasquale e Cornaquia [9], além da suplementação nutricional, os atletas devem dar especial atenção

para o pós-treino através de exercícios de relaxamento, atividades de distração e a atividade aeróbia, permitindo-lhes não ultrapassar os limites naturais de seu organismo. Partindo dos pressupostos ora apresentados pelos autores supracitados, esta revisão de literatura tem por objetivo tornar simples a fundamentação científica da prática do fisiculturismo, explicitando os esforços que são realizados no treino de força, as exigências físicas e fisiológicas dos mesmos, os sistemas de produção de energia preponderantes e a forma como é desenvolvida a recuperação da fadiga por eles provocadas, permitindo que os profissionais de Educação Física rememorem seus conhecimentos científicos e os fisiculturistas familiarizem-se com a fisiologia do desporto que praticam.

Conforme Cordeiro, Oliveira, Rentería, Guimarães [15], este trabalho científico pode ser classificado como uma Revisão Narrativa, que trata de uma temática recorrente nos dias de hoje, apontando novas perspectivas e definindo parâmetros que podem contribuir para a capacitação dos profissionais que atuam na área do fisiculturismo, bem como para a familiarização dos atletas com os diversos aspectos da fisiologia do exercício, relacionada ao desporto em pauta.

2 DESENVOLVIMENTO E DISCUSSÃO

2.1 ESTRUTURA MUSCULO-ESQUELÉTICA E O FISCULTURISMO

Assim como ocorre na maioria dos desportos, o treinamento de força no fisiculturismo tem como estrutura base o sistema músculo-esquelético, cujas funções, entre outras, são a geração de força para a locomoção e a sustentação postural ([1]; [30]).

A movimentação corporal se processa mediante um sistema de alavancas, formado por uma extremidade fixa do músculo (presa a um osso por meio do tendão de origem) e outra extremidade livre, que se movimenta durante a contração isotônica, deslocando o seguimento por meio do tendão de inserção ([1]; [2]).

O movimento corporal ocorre em torno de uma ou mais articulações, diminuindo ou aumentando os ângulos articulares, em movimentos classificados quanto à ação muscular em flexão, extensão, adução, abdução, rotação, inversão e eversão, os quais são processados mediante contrações musculares estáticas (isométricas) ou dinâmicas concêntricas ou excêntricas ([44]; [29]).

O sistema músculo esquelético é formado por diversos tipos de tecido, entre os quais estão as células musculares (também conhecidas como fibras musculares), o tecido nervoso, o sangue, os ossos e diversos tipos de tecido conjuntivo ([44]; [16]).

Os músculos são individualizados e separados uns dos outros por um tecido conectivo conhecido como fáscia, o qual sofre proliferação por ocasião do treino hipertrófico, existindo três camadas: (1) Epimísio: a camada externa, que encontra-se em volta do músculo; (2) Perimísio: a camada que envolve os feixes de fibras musculares, chamados de fascículo; e (3) Endomísio: a camada que circunda cada fibra muscular ([44]; [29]).

Logo abaixo do endomísio e um pouco acima da membrana plasmática da fibra muscular encontra-se outra camada de tecido conjuntivo protetor, denominada membrana basal, contendo, entre ela e a membrana plástica (o sarcolema), as células satélites, as quais participam do reparo tecidual e do desenvolvimento muscular por hipertrofia ou hiperplasia ([28]; [29]).

Apesar do formato único (redondo), as fibras dos músculos possuem muitas organelas que também estão presentes em outras células (mitocôndrias, lisossomos, muitos núcleos), possuindo glicogênio e mioglobina, substâncias importantes para as contrações musculares [30].

Uma característica importante das fibras musculares, que as diferenciam da musculatura lisa, são as faixas claras e escuras que se alternam em suas extensões, as quais representam as proteínas contráteis, usadas pelo organismo nas contrações musculares, em conjunto com dois filamentos proteicos [44].

Essas proteínas contráteis encontram-se mergulhadas no sarcoplasma (o citoplasma das fibras musculares), unidas em um feixe chamado miofibrilas, de forma que os filamentos espessos contêm a proteína chamada miosina e os filamentos delgados, a proteína actina, estando cercados de duas outras proteínas, chamadas de troponina e tropomiosina [28].

As miofibrilas encontram-se subdivididas em segmentos individuais chamados sarcômeros, os quais estão separados uns dos outros por uma lâmina delgada de proteína estrutural denominada linha Z; os filamentos de miosina estão localizados na parte escura do sarcômero (banda A), enquanto que os filamentos de actina estão na parte clara (bandas I). No centro do sarcômero, encontra-se uma parte do filamento de miosina que não se sobrepõe ao filamento de actina, formando a linha M [28].



Figura 1 - Organização da fibra muscular (Fonte: do Site "Só biologia").

Como mostra a Figura 11, no interior do sarcoplasma do músculo, existe uma rede de canais membranosos que cerca cada miofibrila (retículo sarcoplasmático), responsável por armazenar o cálcio, um elemento importante para a contração muscular, o qual chega às fibras musculares através dos chamados túbulos T ([9]; [26]).

A contração muscular se processa mediante a interação entre o sistema músculo-esquelético e o sistema nervoso, iniciando-se por um comando originado no sistema nervoso central (SNC). Tal impulso elétrico desce pelo nervo eferente e chega às fibras musculares através de um ramo oriundo da medula espinal chamado de motoneurônio [52].

O conjunto formado por uma célula nervosa (motoneurônio) e as fibras musculares inervadas pelo mesmo é conhecido como unidade motora, uma estrutura fundamental nas atividades que exigem força, independentemente do tipo de esporte [9].

A união do motoneurônio com as fibras musculares chama-se junção neuromuscular, o local onde ocorre a transmissão do impulso nervoso vindo do SNC para as fibras musculares, possibilitando a contração muscular, em um hiato conhecido como fenda sináptica [44].

Ao atingir a extremidade do nervo motor, o impulso elétrico estimula a liberação de um neurotransmissor chamado acetilcolina, o qual é liberado na fenda sináptica e se une aos receptores existentes na membrana plasmática das fibras musculares. Essa união provoca a sua despolarização e gera um sinal nervoso que dá início à contração do músculo [28].

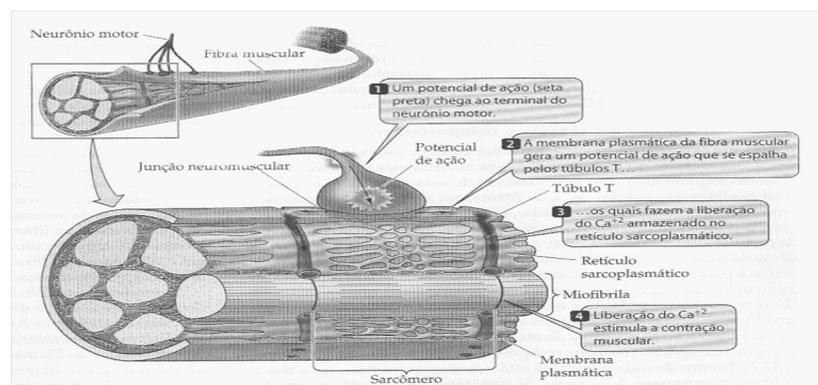


Figura 2. Transmissão do potencial de ação para as fibras musculares (Fonte: do Site “Bioquímica do Exercício”).

A contração dos músculos é um processo complexo que engloba as proteínas das células musculares e os sistemas orgânicos de produção de energia, cujo resultado é o deslizamento da proteína contrátil chamada actina sobre a proteína contrátil miosina (teoria dos filamentos deslizantes), o que leva ao encurtamento do músculo e a produção de uma tensão muscular ([44]; [28]).

Ao nível dos sarcômeros, a contração representa a diminuição da distância entre uma linha Z e outra, com a diminuição também da zona H, a qual chega a desaparecer nas contrações máximas, conforme explicitado na Figura 12.

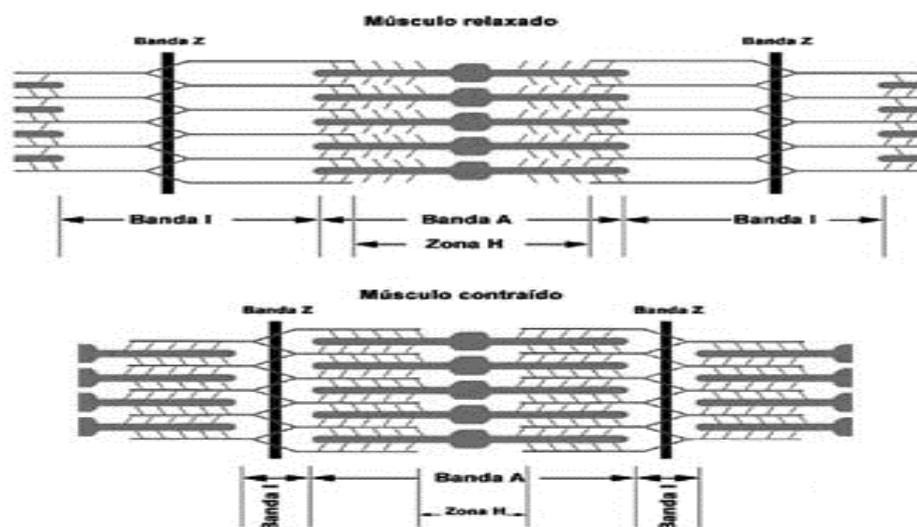


Figura 3 - Teoria dos filamentos deslizantes (Fonte: do Site “Só biologia”).

As fibras musculares são classificadas, basicamente, em duas classes: as fibras do Tipo I, que são fibras de contração lenta e oxidativa, e as fibras do Tipo II, que são fibras de contração rápida e glicolítica ([30]; [26]).

Segundo Powers et al. [44], embora haja prevalência de um tipo de fibra na composição de determinado músculo (rápidas ou lentas), a maior parte dos músculos do corpo contém uma mistura de tipos de fibras lentas e rápidas, determinadas pelos seguintes fatores: determinação genética, níveis sanguíneos de hormônios e hábitos de

exercício do indivíduo. Essas informações são relevantes quando se trata do treinamento de força, pois, bioquimicamente falando, cada tipo de fibra favorece ou dificulta a hipertrofia.

Quanto às propriedades bioquímicas e contráteis gerais do músculo esquelético, as fibras podem ser divididas de três maneiras: (1) Pela capacidade oxidativa (quantidade de mioglobina, número de mitocôndrias e número de capilares que circundam as fibras); (2) Pelas formas de miosina presentes no músculo (cada tipo de miosina diferencia-se quanto à atividade de enzima ATPase, a qual age na quebra do ATP para produzir energia); e (3) Pela quantidade de proteínas contráteis existentes na fibra muscular (quanto mais miosina e actina, mais força é produzida) [44].

Tais características bioquímicas acabam por permitir ou não que determinada fibra tenha alta capacidade de resistir à fadiga durante as séries prolongadas. Aqueles que possuem alta concentração de mioglobina, por exemplo, aliada à presença de numerosas mitocôndrias e capilares são mais resistentes aos esforços prolongados e esforços submáximos ([30] e [44]).

Da mesma forma, as fibras que contêm formas de miosina que favorecem à ação da enzima ATPase degradam rapidamente a Adenosina Trifosfato (ATP) e isso resulta em uma alta velocidade de encurtamento muscular, ao contrário da fibras musculares com ATPases de baixa atividade, cuja velocidade de encurtamento é menor [44].

Outrossim, quando há abundância de miosina e actina em um determinado músculo, a probabilidade de gerar força máxima é maior do que nas fibras com baixos níveis das mesmas [30].

Segundo Powers et al. [44], as características morfológicas das fibras musculares acabam por lhes conferir características de desempenho diferentes e importantes, tais como: (1) produção de força máxima (área transversal maior, maior produção de força); (2) velocidade da contração (melhor atividade da enzima ATPase, maior velocidade de encurtamento da fibra); (3) produção de potência máxima (determinada pelo produto da geração de força e velocidade de encurtamento); e (4) eficiência da fibra muscular

(determinada pela economia da fibra muscular, ou seja, pela necessidade de menor energia para realizar determinada quantidade de trabalho, em comparação com uma fibra de menor eficiência).

As fibras do Tipo II, por sua vez, podem ser subdivididas e identificadas como Subtipo IIa e Subtipo IIb, possuindo características e propriedades distintas, conforme se pode ver na tabela abaixo, especificada Gentil ([26], p. 43):

Tabela 1. Propriedades das classes de fibras musculares.

	Fibra tipo I	Fibra tipo II
Atividade da ATPase	Baixa	Alta
Conteúdo de mioglobina	Alta	Baixa
Densidade capilar	Alta	Baixa
Densidade de mitocôndrias	Alta	Baixa
Diâmetro dos motoneurônios	Menor	Maior
Enzimas glicolíticas	Baixa	Alta
Enzimas Oxidativas	Alta	Baixa
Reservas de ATP e CP	Baixa	Alta
Reservas de glicogênio	Sem diferença	Sem diferença
Reservas de gorduras	Alta	Baixa
Resistências à fadiga	Alta	Baixa
Velocidade de contração-relaxamento	Baixa	Alta

Fonte: do Autor, com base em Gentil (2014), [26].

Entre os aspectos importantes para a maior magnitude de força ocasionada pelas fibras do Tipo II, destaca-se a quantidade de cabeças das miosinas (estrutura naturalmente presentes nos filamentos de miosina), pois são elas que, nas contrações, formam pontes cruzadas com os filamentos de actina, de forma que quanto mais cabeças maior será a ligação de miosina e actina, facilitando as contrações ([9]; [6]).

Conforme Powers et al. [44], diversos estudos mostram um percentual de fibras musculares rápidas e lentas diferente entre os diversos atletas de acordo com o desporto que praticam, de forma que os atletas de força, por exemplo, possuem mais fibras do Tipo II (de contração rápida, com produção de energia anaerobiamente) e os atletas de endurance possuem predominância de fibras do Tipo I (de contração lenta, com produção de energia aerobiamente).

Todavia, diversos autores deixam claro que a composição da fibra muscular não é a única variável responsável pelo o sucesso nas competições, mas, sim, a relação de um conjunto de fatores, tais como: neurológicos, emocionais, bioquímicos, cardiorrespiratórios e biomecânicos [9].

As ações musculares (processo de desenvolvimento de força muscular) são classificadas da seguinte maneira, conforme o tipo de contração muscular: (1) ação isométrica, própria dos exercícios estáticos, ou seja, com produção de força, mas sem movimento, muito comum nos músculos posturais que atuam para manter o corpo numa determinada posição, mesmo em um exercício dinâmico, em o movimento é realizado apenas por um grupo muscular, mas o corpo, como um todo, permanece no mesmo lugar; (2) ação isotônica, própria dos exercícios dinâmicos, ou seja, daqueles que produzem movimento no todo ou em partes do corpo, constituindo-se na contração mais comum da maioria dos desportos; e (3) ações isocinéticas, realizadas com o auxílio de máquinas para acelerar e desacelerar o movimento quando necessário, pois a contração ocorre em velocidade constante (Kraemer e Hakkinen, 2004; apud [26], p. 114).

Quanto às contrações musculares, as ações concêntricas, nas quais ocorre encurtamento do músculo agonista (músculo responsável pelo movimento) e aproximação dos seguimentos corporais, provocam um *stress* estrutural menor do que as contrações excêntricas (aquelas em que ocorre um alongamento da fibra muscular e afastamento dos seguimentos). Por isso, estas contrações possuem maior propensão de causar lesão na fibra muscular, com perda de capacidade de geração de força muscular e dor muscular [9].

Por fim, os eventos que envolvem a contração muscular são os seguintes: (1) um impulso nervoso (potencial de ação) atinge a membrana muscular; (2) o cálcio é liberado pelo retículo sarcoplasmático; (3) através dos Túbulos T, o cálcio chega às fibras; (4) o cálcio se liga à troponina, deslocando a tropomiosina e liberando o sítio da ligação da actina; (5) a enzima Adenosina Trifosfato (ATP) quebra e fornece energia para que a cabeça da miosina se una ao sítio de ligação da actina, formando a ponte

cruzada; e (6) a cabeça da miosina puxa a actina e promove a contração muscular, diminuindo a banda I e H dos sarcômeros [28].

Quanto à velocidade de contração, sabe-se que a quantidade de força produzida pelos músculos depende do número de pontes cruzadas fixas entre formadas entre a miosina e a actina, cujo acoplamento demanda certo tempo. Assim sendo, a formação das pontes cruzadas é o fator limitante para a associação entre geração de força e velocidade de encurtamento muscular, de forma que à medida que a velocidade de encurtamento muscular diminui mais pontes cruzadas têm tempo de se conectar e a produção de força muscular aumenta ([26]; [44]).

A nível celular, a contração muscular é possível em virtude das propriedades mecânicas dos músculos (contratilidade, excitabilidade, elasticidade e extensibilidade) e das microlesões provocadas pelo esforço (tensão aplicada ao músculo), as quais geram uma reação orgânica de reparação muscular e de reforço das estruturas contráteis, com vistas a se preparar para futuras “agressões físicas” (novos esforços) que por ventura o organismo venha a sofrer [54].

As lesões minúsculas fazem com que determinados hormônios sejam secretados (como, por exemplo, o hormônio do crescimento) e estimulem o direcionamento de quantidade de nutrientes para a área lesionada, a fim de reparar os músculos e de torná-los mais fortes e resistentes [54].

O corpo responde basicamente ao treinamento de duas maneiras principais. A primeira delas é promovendo uma adaptação do sistema nervoso central (adaptação neural), pela qual o corpo adquire maior eficiência e coordenação quando executa determinados movimentos (aumentando a força); a segunda é promovendo o aumento da área da seção transversão do músculo (hipertrofia muscular), resultante do aumento do número de miofilamentos (aumentando força muscular) [54].

No caso da adaptação neural, os ganhos de força são rápidos e significativos no início do período de treinamento, mas tendem a diminuir depois de 8 a 12 semanas (mais ou menos). Já no caso da hipertrofia muscular ocorre exatamente o contrário, ou

seja, as adaptações são mais lentas, de tal forma que, com a evolução do treinamento (após 8 a 12 semanas em média), o aumento da seção transversal do músculo passa a assumir o papel principal nos ganhos de força muscular ([54], p. 19).

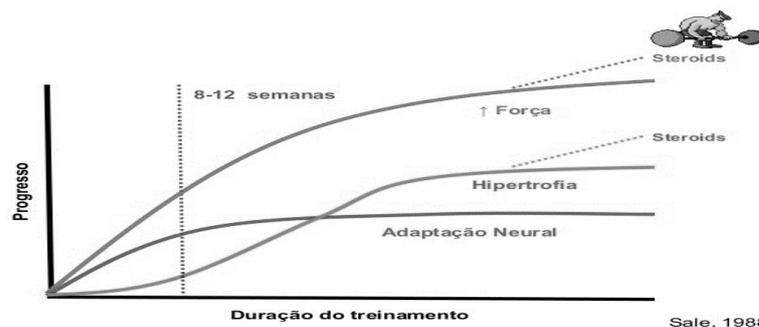


Figura 4 - Adaptações neuromusculares e morfológicas ao treino de força
(Fonte: do Site “SlideShare”).

Além da hipertrofia muscular (aumento do volume), outra resposta do organismo ao treinamento é a mudanças no tipo de fibra que constitui o músculo ou no modo como elas trabalham. Ou seja, ainda que o número de fibras seja determinado geneticamente, o treinamento pode promover a mudança de um tipo de fibra para o outro, ou fazer com que um tipo de fibra trabalhe como o outro tipo [27].

Outrossim, além da sobrecarga tensional, o treinamento promove uma sobrecarga metabólica que induz a certa flutuação nos níveis enzimáticos e hormonais dos músculos e na maneira como o corpo armazena o combustível necessário para a ação muscular [26]. No entanto, não são apenas os músculos esqueléticos que mudam em resposta ao treinamento, pois o coração também sofre adaptações, batendo mais devagar e bombeando mais sangue a cada batimento, ou seja, aumentando sua eficiência em virtude do aumento de seu tamanho [54].

Com isso, o tempo que o coração leva para voltar à frequência normal depois do exercício diminui, aumentam o volume de plasma sanguíneo e melhorando a eficiência da perfusão capilar nos tecidos, com sangue rico em oxigênio [54].

2.2 TREINO DE FORÇA E OS TIPOS DE ESFORÇO

Dos termos apresentados acima para treinamento de força, segundo a literatura, o termo “treinamento resistido” é o mais amplo e está relacionado ao treino em que o corpo movimenta-se na direção oposta a uma força que se opõe, como, por exemplo, o levantamento de pesos livres, os exercícios em equipamentos hidráulicos e o ato de subir um lance de escadas [51].

O “treinamento de força” é uma espécie de treino resistido, mas que exclui, por exemplo, o subir um lance de escadas; já o “treinamento com pesos” também é um tipo de treinamento resistido, mas exclui os equipamentos hidráulicos e o subir escadas [51]. Para efeito desta revisão literária, a expressão “treino de força” (que abrange o treino com pesos) será o título usado para designar o treinamento levado a efeito pelos atletas fisiculturistas, o qual têm por objetivo primordial a hipertrofia muscular.

O esforço empreendido nos treinamentos de força pelos atletas fisiculturistas tem por finalidade aumentar, basicamente, a força máxima e a força rápida (potência) em busca da hipertrofia e é empreendido em séries de exercícios, as quais contêm um número específicos de repetições, conforme a fase do treinamento, seguidas de um intervalo de descanso, suficiente para recuperar a capacidade contrátil dos músculos. Assim sendo, os exercícios resistidos são conhecidos, na literatura, como “intervalados” [26].

No treino de força, a produção de energia, grande parte das vezes, ocorre anaerobiamente, com a presença de ácido láctico (tipo anaeróbia láctica), de forma que, além de “intervalados”, os exercícios resistidos podem ser classificados como “exercícios anaeróbios”, cujas contrações musculares ocorrem, geralmente, com uma

quantidade superior a 40% das fibras que estão sendo ativadas, ou seja, acima do limiar anaeróbio que corresponde a um percentual de 30% a 40% das fibras ativadas [24].

As pesquisas mostram que, com tais graus de ativação muscular, a contração proporciona uma oclusão momentânea nos vasos sanguíneos do músculo, impedindo a chegada de sangue e oxigênio às fibras. Isso acaba por produzir o aumento da acidose, induzindo o aumento do recrutamento motor [35]. Com isso, ao final de uma série de atividade física resistida com intensidade elevada, a acidose localizada no músculo exercitado é alta, ocorrendo, durante o intervalo de descanso, o seu tamponamento [5].

Quanto mais intensas as repetições, maior será o nível de acidose localizada e, conseqüentemente, a sensação de “queimação” muscular, redundando em uma utilização cada vez maior da via metabólica anaeróbia glicolítica, com a depleção regressiva dos estoques de creatina muscular ([47]; [6]). Já as repetições mais baixas (abaixo de 6), por sua vez, dependem preponderantemente do metabolismo anaeróbio aláctico (sistema dos fosfogênicos), sem produção de acidose [6].

No que se refere à potência muscular, em um exercício resistido, tal valência física é diretamente proporcional à carga e a velocidade dos movimentos, de tal forma que quanto maiores estas, maior será aquela. Ocorre que, na maior parte das vezes, os treinos tendem a ser padronizados quanto à velocidade, a fim de que haja uma ativação muscular ideal, de tal forma que os movimentos sejam mais rápidos na contração concêntrica e um pouco mais vagarosos na contração excêntrica [26].

Outro parâmetro que influencia na intensidade das sessões é o tamanho dos intervalos entre as séries. Descansos menores do que um minuto reduzem o tempo de reposição do gasto energético, sendo considerados de intensidade elevada, com maiores reflexos fisiológicos [26]. Se os intervalos, no entanto, forem maiores do que dois minutos, a intensidade será mais baixa, com diminuição nas alterações da pressão arterial e da frequência cardíaca.

Dessa maneira, a intensidade do exercício, na musculação, é determinada pela potência e pelo grau de esforço com que o exercício é realizado, ou seja, não se baseia unicamente na carga, mas também em outras variáveis como estado de saúde do praticante, método utilizado durante o treino, velocidade de execução dos exercícios, a amplitude de movimento das articulações, período de descanso, etc. [26].

No treino de força, o nível de esforço “submáximo” acontece quando há a interrupção das repetições no momento em que surge a sensação de elevada dificuldade, correspondendo ao grau “18” na chamada escala de “percepção subjetiva de esforço”, elaborada por Borg (abaixo discriminada). Continuando o esforço até a falência total dos músculos (mais duas repetições em média), o nível de esforço seria considerado “máximo”, equivalendo ao nível “20” na mesma escala ([47], p. 67).

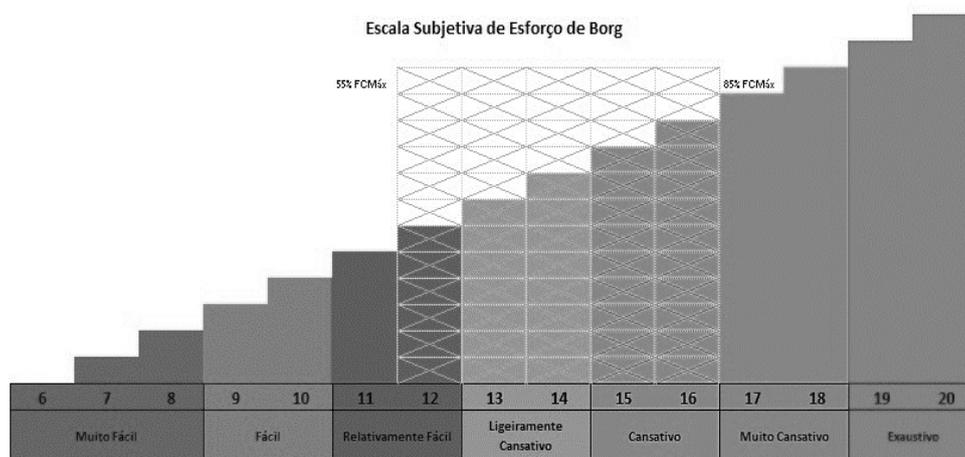


Figura 5 - Escala subjetiva de esforço de Borg (Fonte: do Site “Philippusgym”).

Conforme dito anteriormente, o grau “20” na escala de Borg corresponde ao esforço máximo (de máxima intensidade), com repercussões fisiológicas severas nos músculos, conhecido, na literatura, como contração máxima da musculatura [47]. Esse grau de esforço é aquele que ocorre, normalmente, na última repetição, realizado com

um esforço máximo, caracterizando-se por uma apneia prolongada e uma velocidade de contração baixa, aproximando-se da isometria.

Apesar da contração máxima (repetição máxima) ser usada com certa frequência nas diversas metodologias empregadas nos treinamentos, muitos atletas de alto nível utilizam apenas esforços submáximos, até porque, o esforço máximo, bem como o teste de carga máxima podem levar à lesão [43].

A literatura mostra que a base para a evolução nos treinamentos de força é a aplicação de sobrecargas, visto que, quanto mais sobrecargas, mais adaptações ocorrem no organismo, de tal forma que os exercícios sem sobrecargas são inúteis em termos de melhora do nível de condicionamento físico, simplesmente porque não estimulam as adaptações fisiológicas [26]. De igual forma, se uma pessoa que possui um alto grau de força muscular interromper os exercícios sem que haja uma falência total dos músculos, o esforço será moderado e não produzirá hipertrofia muscular.

Segundo Santarem [47], as faixas de repetições, as durações dos intervalos de descanso entre séries e o percentual de cargas máximas para uma repetição, para o treino de força, são classicamente determinadas pelos objetivos do treinamento, obedecendo os seguintes parâmetros (questionados em alguns trabalhos científicos):

Tabela 2. Proposta clássica para cargas e intervalos de descanso nos treinamentos de força, hipertrofia e resistência.

FORÇA	HIPERTROFIA	RESISTÊNCIA
Tensão elevada: 1 a 5 repetições	Tensão média: 6 a 12 repetições	Tensão menor: 15 a 25 repetições
Intervalos longos: 3 a 5 minutos	Intervalos médios: 1 a 2 minutos	Intervalos curtos: < 1 minuto
85 a 100 % da carga máxima	70 a 85% da carga máxima	40 a 60% da carga máxima
Fonte: do Autor (2019), com base em Santarem (2012).		

Para controle do esforço, Santarem (2012, p. 67-68) sugere que seja comparado o esforço com a escala de Borg, citada anteriormente. Para ele, as evidências mostram que os resultados máximos em força e aumento de volume muscular são passíveis de serem alcançados com esforços submáximos intensos, classificando tais esforços da seguinte maneira:

Tabela 3. Esforço submáximo suave e esforço submáximo intenso.

Esforço submáximo suave	Esforço submáximo intenso
Escala de Borg ± 15	Escala de Borg ± 18
Fonte: do Autor (2019), com base em Santarem (2012).	

2.3 PRINCIPAIS ADAPTAÇÕES FISIOLÓGICAS DO TREINO DE FORÇA

O treinamento, que significa a sistematização da prática das atividades física, incide sobre as capacidades físicas motoras, promovendo adaptações fisiológicas no organismo, as quais podem se manifestar de forma aguda ou crônica, durante o exercício ou após ele (Thompson et al., 2001, apud [3], p. 79).

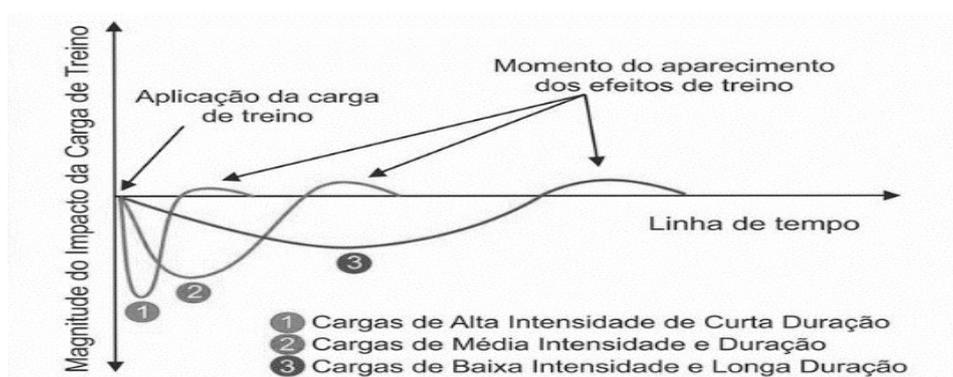


Figura 6 - Princípio da heterocronia (defasagem temporal entre a aplicação da carga e o aparecimento da adaptação): carga x tempo (Fonte: do Site “42k pelo mundo”).

Os exercícios resistidos provocam as seguintes adaptações fisiológicas, mediante as quais ocorre a melhora do condicionamento físico (a aptidão física):

2.2.1 ADAPTAÇÃO NEURAL

Segundo a literatura, no treinamento resistido, o ganho de força pode variar de 25% a 100% em um período de 3 (três) a 6 (seis) meses de treino, fruto de adaptações estruturais e neurais que ocorrem ao longo do programa de treinamento (Wilmore e Costill, 2001; apud [18], p. 5).

Essas adaptações diferenciam-se ao longo do treinamento da seguinte maneira: as adaptações neurais predominam na fase inicial e as adaptações estruturais, nas fases intermediária e avançada[7]. Por essa razão é que os praticantes de exercícios com peso experimentam, inicialmente, um aumento de força, para só depois ganharem hipertrofia muscular [34].

No que se refere às adaptações neurais, o que ocorre basicamente é o aperfeiçoamento da técnica de execução dos exercícios, permitindo, ao longo do tempo, que se use mais carga com maior eficiência [9].

Segundo a literatura, ao final de 08 (oito) semanas de treino, as adaptações neurais verificadas são fruto do ativação completa do músculo, da maior frequência de disparos do potencial de ação, da maior sincronia entre as unidades motoras e da redução da participação dos músculos antagonistas que, nos primeiros dias de treino, são fortemente ativados como forma de proteger o músculo [17].

Em outras palavras, o ganho de força decorre da melhora da forma com que as unidades motoras são ativadas (como as fibras musculares são ativadas), estando condicionado à alteração da atividade elétrica do músculo, ou seja, ao recrutamento de unidades motoras, produzindo mais força [14].

Para Maior et al. [34], as adaptações neurais são a soma da coordenação intramuscular e da coordenação intermuscular, definindo a primeira como a capacidade de um músculo recrutar mais unidades motoras quanto possível (nervo motor e as fibras

por ele inervadas) e a segunda, o ajuste entre as musculaturas envolvidas em um ato motor (agonistas, sinergistas e antagonistas). Com a melhora na sincronização das unidades motoras, ocorre uma melhora na velocidade de contração e, conseqüentemente, uma maior geração de força.

Com o avanço do programa de treinamento, a adaptação neural diminui sua responsabilidade pelo ganho de força (por causa da melhora do gesto motor), dando espaço às adaptações morfológicas (estruturais), as quais ocorrem através do processo de hipertrofia muscular (Moritani, 1992; Carroll et al., 2001; apud [34], p. 162).

2.2.2 ADAPTAÇÕES MORFOLÓGICAS

O volume da musculatura esquelética pode receber estímulos através de dois tipos de sobrecarga: a sobrecarga tensional (tensão produzida pelo músculo para vencer uma resistência) e a sobrecarga metabólica (conjunto de reações químicas e de transformação) [55].

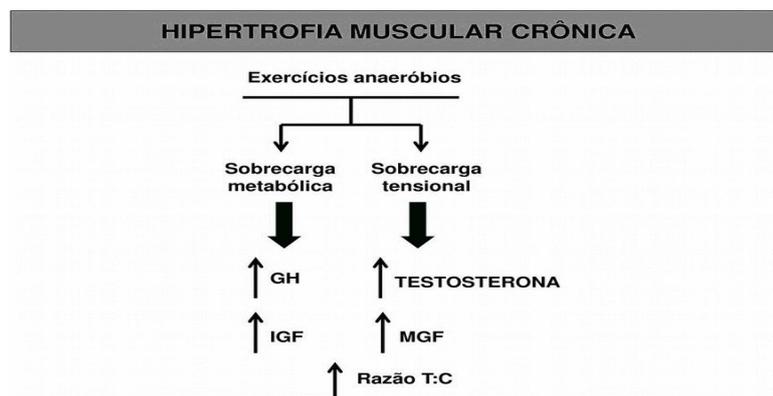


Figura 7 - Sobrecargas proporcionadas pelo treino de força (Fonte: do Site “Docplayer”).

Quando a contração muscular enfrenta uma resistência, resulta em tensão nas estruturas musculares. Essa tensão ativa os mecanismos que desencadeiam três fenômenos: a hipertrofia muscular, a hiperplasia das células e a proliferação do tecido

conectivo (tendões, ligamentos e capsula articular), os quais promovem o aumento do volume muscular ([47]; [41]).

Assim sendo, as adaptações musculares promovidas pelo exercício resistido acontecem, basicamente, por dois processos: (1) hipertrofia das fibras musculares, caracterizada pelo aumento do volume e número das proteínas contráteis, em maior escala nas fibras de contração rápida (IIa e IIb) e em menor escala nas fibras lentas (do tipo I), constituindo-se numa adaptação crônica; e (2) hipertrofia sarcoplasmática, caracterizada pelo acúmulo de líquidos (edema) nos espaços intersticiais e intracelular do músculo exercitado, constituindo-se numa adaptação aguda [31].

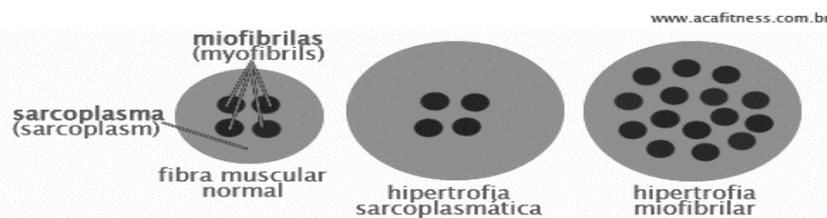


Figura 8 - Formas de hipertrofia muscular (Fonte: do Site “Nutrition Training”).

Segundo Barroso et al. [7], apesar do mecanismo de síntese proteica ser conhecido, o(s) estímulo(s) que o desencadeia(m) ainda não é(são) claro(s). Entre eles, diz o referido autor, figuram alguns possíveis estímulos, tais como: o alongamento (passivo ou ativo), o número e a intensidade das contrações.

O primeiro tipo de hipertrofia muscular é considerado pela literatura como característico dos atletas do levantamento de peso (*weightlifting*), que se exercitam com baixas repetições (abaixo de seis). Caracteriza-se pelo aumento do volume das fibras musculares, sem o aumento das organelas presentes no sarcoplasma, o que redundaria em ganhos de força desproporcionais em relação ao aumento do volume muscular. Já o segundo (sarcoplasmática), por sua vez, é aceito como característico dos atletas do

fisiculturismo (*bodybuilding*), que apresentam hipertrofia muscular pronunciada e menor de força em relação aos levantadores de pesos [26].

Assim sendo, segundo Gentil [26], as adaptações acabam por ser diferentes em virtude dos tipos diferentes de treino, de forma que os indivíduos que treinam força e resistência apresentam respostas orgânicas diferentes e específicas, como por exemplo: (1) o treinamento voltado para ganho de força acaba incrementando: coordenação intermuscular; bomba de Cálcio; atividade da enzima ATPase; velocidade de condução do impulso elétrico; e (2) treino para ganho de resistência incrementa: volume de mitocôndrias; densidade capilar; atividade das enzimas oxidativas e glicolíticas.

Contudo, o que se observa é que, ainda que haja hipertrofia seletiva das fibras rápidas (tipo II) e lentas (tipo I), o fato é que ambas acabam por aumentar o volume muscular como resultado do treino de força intenso, realizado com repetições bastante próximas da força máxima [26].

No que se refere às adaptações crônicas, o crescente acúmulo de proteína contrátil dentro da fibra muscular (em virtude do exercício) torna desproporcional o volume do sarcoplasma em relação ao número de fibras que cada núcleo é responsável (domínio mionuclear). Por isso, o músculo acaba requerendo um maior número de núcleos, os quais são obtidos fisiologicamente através da incorporação de células satélites pela fibra muscular [7].

Outra ação das células satélites (que se encontram inertes entre o sarcolema e membrana basal das fibras musculares) ocorre por ocasião das microlesões causadas pelo exercício. Elas proliferam-se e auxiliam o processo de reparo das lesões sofridas durante o exercício, incorporando-se às fibras musculares, e, com isso, promovem hipertrofia muscular [7].

Para Barroso et al. [7], a hipertrofia muscular obtida especificamente nos programas que utilizam contrações excêntricas está associada ao processo de regeneração tecidual e à hiperplasia. Ou seja, para ele, o aumento da sessão transversal

do músculo, nos programas de exercícios com pesos, não se restringe à hipertrofia muscular.

O processo de hiperplasia, também citado por Gentil [26], caracteriza-se por um estado reversível de adaptação celular em que o número final de células está aumentado em relação ao número inicial, proporcionando um aumento no volume total do órgão. Barroso et al. [7] afirma que, com relação ao sistema músculo-esquelético, a hiperplasia é dependente da participação das células satélites e guarda uma estreita ligação com as microlesões que ocorrem durante os exercícios [7].

Assim como acontece com as principais estruturas do sistema músculo-esquelético (músculos, tendões e ossos), também os ligamentos e as cartilagens terminam por receber estímulos de hipertrofia e de aumento de força, advindos da atividade física que utilizam pesos, tornando os exercícios resistidos os mais convenientes para tal finalidade, por causa da sobrecarga que exercem, do controle das amplitudes de movimento e da ausência de impactos [47].

Segundo Gentil [26], muito se questiona sobre a possibilidade de haver conversão de fibras de um tipo em outro (tipo I em fibras do tipo II), como resposta ao exercício resistido. Todavia, para o referido autor, muito embora haja hipertrofia muscular diferenciada das fibras musculares, em resposta ao exercício, não há comprovação científica de que um tipo de fibra se converta em outro.

Contudo, diversos autores, como Parcell et al., 2003; Goldspink, 1998; Pette, Staron, 2001; Williamson et al., 2001; Williamson et al., 2000 (apud [20]), defendem a mudança de conduta das fibras frente ao exercício físico, tanto no sentido de lenta para rápida quanto de rápida para lenta, sendo que, tal mudança, segundo esses autores, ocorre de forma mais eficiente nas fibras que respondem melhor ao estímulo aplicado.

Essas mudanças ocorrem através do ajuste da intensidade e da duração do treinamento, de forma que os treinos de baixa intensidade e longa duração são capazes de induzir a transformação de fibras rápidas em lentas. Entretanto, treinos de alta

intensidade e de pequena duração podem resultar em um resultado oposto, ou seja, a transformação de fibras lentas em rápidas ([12]; e [13]).

2.2.3 ADAPTAÇÕES CARDIOVASCULARES

Conforme mostra a literatura, quando se executa uma série de exercícios resistidos com ações musculares máximas (intensidade máxima), a pressão arterial pode alcançar valores pressóricos da ordem de 320/250 milímetros de mercúrio [42].

No entanto, de acordo com McKelvie, McCartney, Tomlinson, Bauer e MacDougall [36], os níveis de pressão arterial observados nos esforços submáximos são bem inferiores aos verificados nos esforços máximos, o que sugere que os valores pressóricos elevados são peculiares apenas aos exercícios com intensidade máxima [37]. Segundo a literatura, há três fatores que explicam tais níveis elevados de pressão arterial: a elevação do débito cardíaco, o aumento das pressões intra-abdominal e intratorácica e a elevação da tensão intramuscular [21].

Tais fenômenos promovem um decréscimo acentuado ou, até mesmo, uma interrupção do fluxo de sangue, por causa do bloqueio mecânico imposto pela contração muscular intensa (MacDougall, Tuxen, Venda, Moroz e Sutton, 1985). Porém, uma das explicações para o rápido aumento da pressão arterial, durante a contração muscular, pode ser a manobra de valsava que alguns atletas realizam comumente durante as contrações musculares muito fortes [22].

Assim sendo, os maiores níveis de pressão arterial parecem ser verificadas nas séries de longa duração, que chegam à completa exaustão muscular, permitindo que ocorram todos os fenômenos fisiológicos supracitados, os quais favorecem o aumento dos valores da frequência cardíaca e da pressão arterial [32]. Já nas séries de menor intensidade, nas quais o atleta chega aos níveis de intensidade máxima, não ocorre aumento exacerbado na pressão arterial e na frequência cardíaca.

Segundo Fleck et al. [22], em um experimento realizado para comparar as respostas cardiovasculares imediatas diante de esforço máximo com pesos que envolveu um grupo de fisiculturistas iniciantes e outro de pessoas sedentárias, foi verificado que o fato de ter experiência, na prática de treinamento com pesos, pode levar à diminuição das respostas pressóricas e do nível de frequência cardíaca durante os exercícios. Isto porque, tais indicadores foram menores nos fisiculturistas em comparação com o outro grupo. Dessa forma, é possível sugerir que a experiência tem um caráter preventivo, produzindo um decréscimo nos valores pressóricos máximos, verificados nos exercícios de intensidade máxima [23].

Com relação à frequência cardíaca, notadamente, os níveis elevados de pressão arterial, alcançados em exercícios com carga máxima, são seguidos por uma elevação progressiva na frequência cardíaca, a qual pode superar os 160 bpm [32]. No entanto, como ocorre com a pressão arterial, nas séries submáximas, a frequência cardíaca é bem mais baixa, atingindo níveis por volta de 90 bpm [37].

Portanto, em termos de segurança para a saúde cardiovascular, é possível concluir que, durante o descanso, entre as séries de exercícios com pesos, os parâmetros pressóricos e de frequência cardíaca praticamente voltam bem próximo aos níveis de repouso, diferentemente do que ocorre com os exercícios aeróbios de alta intensidade, nos quais a sobrecarga cardíaca conserva-se em níveis constantemente elevados, provocando, com relativa frequência, acidentes cardiovasculares, muitas vezes fatais [47].

A obstrução do fluxo sanguíneo, por ocasião dos exercícios resistidos estáticos (isométricos), faz com que os produtos do metabolismo, originados durante a contração das fibras musculares, concentrem-se em grande número no músculo, estimulando os quimiorreceptores, os quais desencadeiam um aumento substancial da atividade nervosa simpática e levam a um aumento da frequência cardíaca [11].

O aumento na frequência cardíaca, por sua vez, redundando no aumento do débito cardíaco, mostrando que o aumento da pressão arterial se deve muito mais ao aumento do número de batidas do coração do que ao volume sistólico[32].

Com relação aos exercícios dinâmicos (isotônico), onde as contrações musculares acompanham a realização de movimentos articulares, praticamente inexistem qualquer tipo de interrupção mecânica do fluxo de sangue, de forma que, tais exercícios causam também relativo aumento da atividade nervosa simpática, porém esse aumento é originado através de um comando do sistema nervoso central, que detecta alterações no organismo através de sensores espalhados pelo corpo, chamados de mecanorreceptores ([25]).

Com relação à medição estimativa de esforço do coração, conhecida como “duploproduto” (obtida pela multiplicação da frequência cardíaca pela pressão arterial sistólica), Benn et al. (1996) apud [47], definiu, em experimento, que o duploproduto no leg press (um aparelho de exercício resistido para membros inferiores), com 80% de carga máxima, é de 27,2; para o caminhar rápido na passarela é de 28,1 e o subir escadas é de 41,0. Com isso, dentre esses exercícios, o treinamento com pesos, na intensidade determinada pelo experimento, é o mais seguro para o coração do que os demais.

2.2.4 ADAPTAÇÕES METABÓLICAS

Conforme mostra a literatura, os três sistemas energéticos de produção de energia para a realização das ações motoras (fosfogênicos, glicolítico e oxidativo) encontram-se ativos durante a realização de todo e qualquer tipo de exercício, desde os mais simples aos mais complexos e dos mais suaves aos mais intensos, havendo preponderância de um em relação ao outro, dependendo de três fatores: de quão intenso é o exercício; da capacidade física do praticante e das reservas energéticas [31].

Os exercícios resistidos são eminentemente anaeróbios, usando, de forma imediata, no início das séries, o sistema dos fosfogênios (ATP-CP), o qual, em um exercício intenso (acima de 90% da carga máxima), fornece energia por, no máximo, 10 segundos [31], podendo chegar a 20 segundos, dependendo da quantidade de fosfocreatina (CP) disponível no músculo. O que não significa que os demais sistemas de produção de energia não estejam ativos, como foi dito anteriormente.

Quando a série se entende acima desse tempo, com alta intensidade (no trabalho de hipertrofia, por exemplo), há o predomínio do sistema glicolítico para fornecimento de energia, com produção de lactato, cujo acúmulo acaba por redundar e acidose e na sensação de ardência observada nas últimas repetições. Em seguida vem a fadiga e o exercício é interrompido instantaneamente.

Nos treinamentos de resistência muscular, caracterizados por cargas relativamente baixas (abaixo de 75% da carga máxima) e um número elevado de repetições (acima de 20, por exemplo), há a preponderância, por mais tempo, do sistema glicolítico de produção de energia, diferentemente das séries de força máxima em que a prevalência, por toda a série, é do sistema anaeróbio alático (ATP-CP). Importante lembrar que entre as séries a ressíntese de Adenosina Trifosfato (ATP) é feita pelo sistema aeróbio de produção de energia.

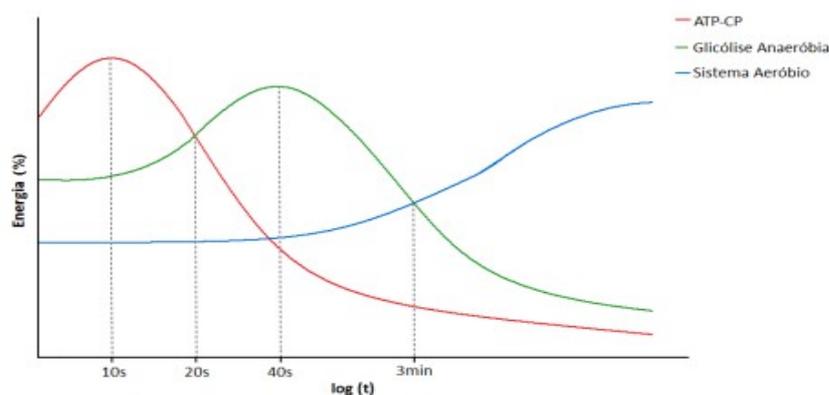


Figura 9 - Inter-relação entre as rotas metabólicas (Fonte: do Blog “Fisiologia do Exercício”).

Assim sendo, a percepção de que ocorre uma integração entre as vias de fornecimentos de energia durante a realização de esforços físicos pode levar as algumas considerações importantes, como, por exemplo: (1) em um esforço contínuo, a via anaeróbia de fornecimento de energia é substituída paulatinamente pela via aeróbia, sem ser uma alternativa, podendo voltar a ser preponderante caso a intensidade do esforço se eleve; (2) a ativação concomitante dos dois sistemas de produção de energia, faz com que haja estímulos para a formação de novos capilares sanguíneos, para o aumento das mitocôndrias e para o acúmulo de enzimas oxidativas mesmo nos exercícios que haja preponderância dos sistema anaeróbio de fornecimento de energia, pois o sistema aeróbio também atua [24].

Na produção de energia inicial do treinamento de força, duas enzimas têm importante atuação no sistema dos fosfogênios (ATP-CP), a creatinafosfocinase e a miocinase, as quais, segundo alguns autores, são encontradas em níveis elevados no músculo após 30 segundos de exercício, diferentemente do que ocorre com exercícios de 6 segundos em alta intensidade, onde não se observa mudanças [(Thorstensson, Hulten et al., 1976 e Komi et al.) apud [24]].

Já com relação ao sistema glicolítico, as adaptações são controversas. Enzimas como a fosfofrutoquinase (associada à glicólise) e a fosforilase são referidas como enzimas que aumentam significativamente após uma série de exercícios com pesos acima de 6 segundos (Costill et al., 1979, apud [24]). No entanto, as enzimas lactato desidrogenase e a hexocinase parecem não sofrer adaptações, ou até mesmo serem reduzidas posteriormente ao exercício resistido intenso [(Green et al., 1999, Thorsson e Colliander, 1990, Komi et al., 1982, Houston et al., 1983, Tesch, 1987, Tesch, Thorstensson, Hulten et al., 1976) apud [24]].

Segundo Fleck et al. (2017), os resultados apresentados acima sugerem que o tipo de programa com exercícios resistidos influencia a atividade das enzimas, de forma que programas intensos parecem causar efeito mínimo nelas. Todavia, um programa de

treinamento que não possui fins hipertróficos e privilegia os outros sistemas parece incrementar as atividades enzimáticas.

Outra adaptação metabólica que pode levar ao aumento da performance é o aumento no nível de substrato disponível para os três sistemas energéticos. Segundo MacDougall et al. (1977), apud [24], após cinco meses de treino de força, as concentrações intramusculares em repouso de fosfocreatina (CP) e adenosina trifosfato (ATP) são elevadas em 28 e 18%, respectivamente, em humanos.

O referido autor assegura, ainda, que as reservas de glicogênio intramuscular aumentam da ordem de 66% após 5 meses de treinamento [(MacDougall et al., 1977, apud [24]). Tesch (1992)) apud [24]], complementa essa informação, dizendo que os fisiculturistas demonstram possuir uma concentração consideravelmente maior de glicogênio total do que indivíduos não treinados (aproximadamente 50% a mais). Segundo a literatura, o aumento dos estoques musculares de triglicerídeos após treinamento resistido parece ser contraditório, visto que nenhuma diferença ou diminuição ocorre no conteúdo normal de triglicerídeos, armazenados nos músculos dos levantadores de peso treinados (Tesch, 1992, apud [24]).

Em pesquisa, Tesch(1992), apud [24], observou aumento no conteúdo de lipídeos no tríceps, mas não no quadríceps o que sugere que cada grupo muscular reage de forma diferente quanto ao armazenamento e utilização de triglicerídeos, dependendo de sua utilização em um programa de treinamento, isto é, se eles são ativados ou não.

Fleck et al. [24], complementa, com relação aos triglicerídeos, dizendo que mesmo que práticas alimentares e o tipo de programa venham a interferir na concentração de triglicerídeos, é aceitável sugerir que, por causa dos exercícios resistidos serem tipicamente anaeróbios, as concentrações de triglicerídeos são pouco afetadas nos exercícios com pesos, a não ser que tais exercícios resultem na perda de considerável de massa corporal gorda.

Com relação ao catabolismo intramuscular, que ocorre durante a série de exercícios e é caracterizado por lesões musculares, acidose e desequilíbrio de fluídos e eletrólitos, a literatura mostra que, logo após o exercício, é desencadeado um conjunto de reações químicas e de transformação que fazem parte do processo de regeneração muscular, devidamente tratados no item 6.2, deste trabalho (relativo às "adaptações morfológicas" provocadas pelos exercícios resistidos).

2.4 RECUPERAÇÃO FÍSICA E FISIOLÓGICA NO FISCULTURISMO

Em qualquer modalidade esportiva, ultrapassar os limites fisiológicos nos treinos representa correr sérios riscos de alcançar um estado de estresse agudo ou crônico, caracterizado por limitação no desempenho e perigo de lesões e patologias. Ou seja, quanto maior o nível de estresse, mais elevados serão os danos para o organismo e os prejuízos para o treino: taxa de recuperação reduzida, decréscimo da coordenação motora e diminuição da potência muscular [9].

Para Bompa et al. [9], a fadiga resulta de uma multiplicidade de fatores, incluindo o grau de condicionamento físico, a composição muscular e o tipo de desporto praticado, de forma que a fadiga experimentada por um atleta que treina endurance é diferente daquela experimentada por um atleta que treina força. Todavia, os autores, de uma forma geral, reconhecem que a fadiga não passa de uma forma de proteção que o organismo possui contra os danos causados ao mecanismo de contração muscular [35].

A fadiga muscular possui componentes centrais e periféricos, de sorte que, quanto ao sistema nervoso central (SNC), a fadiga está relacionada á chegada de impulsos aos centros superiores do cérebro, bem como à ativação dos neurônios motores alfa. No que se refere aos componentes periféricos, por sua vez, a fadiga envolve a junção neuromuscular, o processo de acoplamento excitação, a propagação do impulso elétrico pelos túbulos T, a liberação de cálcio e a ativação das miofibrilas dos músculos [9].

Quanto aos locais onde ocorre a fadiga e as fontes metabólicas, Bompa et al. [9] citam o neurônio motor e a junção neuromuscular como os locais mais prováveis (referidos na maior parte das pesquisas científicas) e a deficiência na liberação de cálcio como fonte metabólica da fadiga muscular.

Concernente aos exercícios resistidos, a acidez muscular, produzida por ocasião dos exercícios intensos, que usam o sistema anaeróbio de produção de energia (como os exercícios resistidos), é apontada como outra limitadora da continuidade do exercício, bem como a diminuição das reservas energéticas de glicogênio, visto que a capacidade de manter um esforço na musculação está diretamente relacionada à quantidade de glicogênio muscular existente antes de iniciar o esforço [9].

Segundo Bishop, Jones e Woods [8], a recuperação possui três vertentes: (1) a recuperação que ocorre logo após a realização de um esforço muito rápido; (2) a recuperação que ocorre entre dois esforços sucessivos (entre as séries da musculação, por exemplo); e (c) recuperação pós-treino (entre sessões e/ou eventos esportivos).

Já para Yessis (1987) e Platonov (1992), citados por [49], a recuperação possui três fases: (1) recuperação da capacidade de trabalho (restituição das reservas energéticas e dos sistemas corporais empregados na atividade física); (b) supercompensação (preparação para novo esforço), e (c) estabilização da nova forma física.

Para Bompa et al. [9] e outros autores, há alguns fatores relevantes que podem influenciar o processo recuperativo, dentre os quais destacam-se: (1) o gênero (as mulheres têm recuperação mais lenta, devido às diferenças hormonais); (2) a idade (os jovens recuperam-se mais rapidamente); (3) a experiência desportiva (os mais experientes recuperam-se mais rápido); (4) o tipo de fibra muscular utilizado (as fibras rápidas são mais susceptíveis à fadiga, com menor grau de recuperação) [38]; (5) o tipo de exercício (o sistema energético utilizado influencia na recuperação); e (6) a dieta (a quantidade de substrato influencia na recuperação [39]).

Não atentar para o tempo necessário de recuperação antes de aplicar um novo estímulo, caracteriza uma condição imprópria, pois, excedendo o limite de tolerância, pode haver uma queda no desempenho esportivo e um severo aumento no risco de lesões. Há dois processos bastante conhecidos que servem como exemplos de recuperação inadequada (adaptação crônica negativa), são eles: o *overreaching* e o *overtraining* [46].

Nos treinos de força e fisiculturismo, o repouso entre os esforços físicos e os exercícios possuem o objetivo de proporcionar a recuperação metabólica e funcional dos músculos e tendões, possibilitando, na próxima série de repetições, uma execução eficiente, sem prejuízos na mecânica do movimento [47].

Os treinos de força normalmente estão associados a danos musculares que podem ocasionar certo desconforto tanto nos músculos quanto nas articulações. Algumas pesquisas científicas têm mostrado que estimular os músculos lesionados com exercícios leves parecem trazer efeitos benéficos para a recuperação, tornando-a mais rápida do que uma cessação completa de atividade física envolvendo a parte lesionada [(Saxton e Donnelly, 1995; Sayers, Clarkson e Lee, 2000) apud [9]].

Por isso, é fundamental dar a devida atenção à etapa da recuperação do organismo, considerando que a combinação dos processos conduz à recuperação mais bem-sucedida, ao ponto de a literatura sugerir que a recuperação contribui com 50% na performance final [9].

No tocante à recuperação aguda, embora haja questionamentos em alguns trabalhos científicos, as faixas de repetições e as durações dos intervalos de descanso entre séries, utilizadas nos exercícios resistidos, são classicamente determinadas pelos objetivos do treinamento [47].

Segundo Santarem [47], a faixa de repetições entre 6 e 12, com intervalos entre 1 e 2 minutos, é o procedimento mais usado na musculação, uma vez que: (1) atinge praticamente todos os objetivos em termos de melhora do condicionamento físico; e (2) por se tratar uma quantidade razoável, que traz relativo conforto ao praticante. No

entanto, quando o assunto é força muscular, a abordagem mais utilizada é a faixa de repetições entre 1 e 5, com intervalos de descanso entre 3 e 5 minutos, a fim de permitir a completa recuperação dos músculos entre as séries.

Quando o praticante deseja obter resistência muscular localizada, segundo Santarem [47], a abordagem costuma ser a faixa de repetições entre 15 e 25, com intervalos menores que 1 minuto. Há ainda, segundo o citado autor, o treinamento em circuito, o qual utiliza intervalos mínimos de descanso, pois os músculos trabalhados são distintos, de forma que, enquanto se trabalha um músculo, o outro está descansando, podendo diminuir o tempo de descanso sem provocar fadiga.

Fisiologicamente falando, quanto menor o intervalo de repouso, menor quantidade de enzima ATP e a fosfocreatina (CP) serão restaurados e, como tal, uma menor quantidade de energia será disponibilizada na série subsequente. Se o intervalo de repouso for pequeno, a via metabólica utilizada será a anaeróbica láctica, com produção de ácido láctico e íons de hidrogênio, que resultará, como produto final, na fadiga muscular (Powers e Howley, 2009; apud [9], p. 59).

O aumento dos íons de hidrogênio traz a inibição da capacidade de ligação do cálcio com a troponina, de forma que a inativação dessa proteína terminará por limitar a contração muscular. Além disso, o aumento da acidose (dos íons de hidrogênio) provoca desconforto e induz à fadiga psicológica [9].

Assim sendo, a fonte de energia utilizada durante o treino é, indubitavelmente, o aspecto mais importante a ser levado em conta quando se planeja o intervalo de recuperação entre as sessões [44]. Se o trabalho realizado foi de força máxima, que se baseia principalmente no sistema anaeróbico alático (ATP-CP), o treino diário é aplicável, pois a restauração da Adenosina Trifosfato (ATP) e da Fosfocreatina (CP) está completa dentro de 2 a 4 min, e o glicogênio muscular em 24 h [9].

Em contrapartida, nos treinos de resistência muscular (para definição muscular), as sessões deverão ocorrer a cada dois dias, uma vez que a restauração completa do

glicogênio muscular possui um prazo médio de 48 horas, ainda que a dieta seja rica em carboidratos [9].

Segundo Bompa et al. [9], os seguintes fatores são importantes para dimensionar a duração adequada do intervalo de recuperação entre as séries: (1) a qualidade da força que o atleta está desenvolvendo; (2) a magnitude da carga empregada; (3) a velocidade de contração; (4) a quantidade de grupos musculares ativados durante a sessão; (5) nível de condicionamento; (6) período de descanso entre as sessões de treino; e (7) massa corporal (atletas mais pesados normalmente recuperam-se mais lentamente).

Para favorecer a recuperação, os trabalhos científicos defendem que o atleta deve realizar: (1) exercícios de relaxamento, a fim de remover metabólitos mais rapidamente; (2) atividades de distração, que atuam no sistema nervoso para facilitar a recuperação; e (3) a atividade aeróbia, a fim de manter o atleta capacitado para o plano anual de treino, física e psicologicamente ([9]; [44]).

Outro aspecto que influencia a recuperação é a suplementação nutricional. Segundo estudos, os suplementos de energia tem poder para impedir ou diminuir os diversos fatores ligados à fadiga, afetando positivamente o sistema imunológico e auxiliando na restauração das capacidades físicas, na profilaxia e nas intervenções terapêuticas ([9]; [44]).

No tocante às lesões e traumas no tecido muscular, diversos produtos farmacêuticos têm sido usados com frequência para recuperá-los, ainda que muitas dessas substâncias possam alterar o processo de cicatrização e oferecer somente alívio temporário.

Segundo Bompa et al. ([9], p. 63), muitos desses medicamentos causam efeitos colaterais (como irritação gastrintestinal) e ainda podem acelerar a degradação da articulação em longo prazo, de forma que, na concepção desse autor, o ideal para uma recuperação adequada são os remédios naturais, os quais comprovadamente reconstroem o tecido e restauram a função nas articulações.

Grande parte das substâncias naturais possui propriedades terapêuticas, contribuindo para recuperar o organismo, curar as estruturas danificadas, aumentam a recuperação de lesões como tensões e distensões, e ajudam a fortalecer os tecidos de suporte músculo-esqueléticos.

Bompa et al. [9], no livro “Treinamento de força levado a sério”, apresentam um quadro com algumas técnicas de recuperação que consideram adequadas, com seus respectivos efeitos.

No quadro apresenta-se de um breve resumo.

Quadro 1. Técnicas de Recuperação

TÉCNICAS VOLTADAS PARA A RECUPERAÇÃO
<p>MASSAGEM TERAPÊUTICA</p> <p>A massagem terapêutica é a realizada com as mãos ou equipamentos apropriados com vistas a obter benefícios terapêuticos. Os efeitos possíveis são muitos, tais como: mecânicos, neurológicos, psicológicos e reflexivos; é usado frequentemente com vistas a reduzir a dor ou possíveis aderências, provocar efeitos sedativos, movimentar líquidos corporais, relaxar a musculatura e estimular a dilatação dos vasos sanguíneos.</p>
<p>EFEITOS FISIOLÓGICOS</p> <ul style="list-style-type: none">• A compressão do tecido mole estimula a movimentação dos fluídos orgânicos.• Os líquidos corporais mobilizados saem dos tecidos moles e acessam os sistemas de drenagem linfática.• As pressões incitam a liberação de histamina, causando dilatação dos vasos sanguíneos superficiais e eliminando os resíduos do metabolismo. Dessa forma, ocorre o aumento no retorno do sangue ao coração e o conseqüente aumento no volume de ejeção.• Aumento da mioglobina, da creatina quinase e do lactato desidrogenase, mediante as massagens.• Diminuição dos marcadores sanguíneos de inflamação.• Diminuição do espasmo muscular e aumento da força contrátil da musculatura esquelética.• Com a diminuição do espasmo muscular, ocorre a diminuição da dor muscular e o incremento da resistência.

TERMOTERAPIA COM CALOR

É o tratamento realizado com a aplicação de calor, úmido ou seco, por um período que não afete a circulação e a integridade da pele, garantindo a eficácia (prazo máximo: calor seco= 30 minutos; calor úmido= 15 a 20 minutos.)

Fontes possíveis de energia:

- Corrente de alta frequência (como ondas curtas - calor profundo).
- Radiação eletromagnética (como micro-ondas - calor profundo).
- Condução (como banhos de água quente, bolsa de água quente, bolsas elétricas ou compressas de calor - calor superficial).

EFEITOS FISIOLÓGICOS

- Aumento da função celular.
 - Aumento do fluxo sanguíneo com dilatação dos vasos associada ao aumento da permeabilidade capilar (mudança localizada).
 - Aumento do metabolismo tecidual, podendo alterar o limiar da dor.
 - Dilatação reflexa dos vasos sanguíneos e diminuição do espasmo muscular em virtude do relaxamento muscular (alteração sistêmica).

CRIOTERAPIA

É o tratamento realizado com o frio ou substância que reduza o calor corporal, diminuindo, conseqüentemente, a temperatura dos tecidos (redução de 5 a 10 graus por 15 a 20 min de aplicação).

Usa-se comumente o gelo, os banhos gelados, as bolsas de gel e a massagem com gelo.

EFEITOS FISIOLÓGICOS

- Redução do edema dos tecidos moles:
 - a diminuição da circulação no local lesionado, resultante da constrição dos vasos sanguíneos, faz com que o sangue se torne mais viscoso e resistente à movimentação.
- Diminuição da hemorragia (pela vasoconstrição), da dor (pela sedação das terminações nervosas) e dos espasmos musculares (decorrente do relaxamento muscular).

ALONGAMENTO

Técnica de exercícios que atua no aumento da amplitude de movimento das articulações, melhorando a flexibilidade.

EFEITOS FISIOLÓGICOS

- O alongamento tem efeitos proprioceptivos.
- O alongamento atua beneficemente na redução da dor e da tensão musculares.

Fonte: Autor, com base em Bompa [9].

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fisiculturismo, em outros tempos, foi um desporto muito discriminado e baseado no conhecimento empírico, porém, com o reconhecimento científico da grande relevância dos exercícios resistidos para a promoção de saúde e de qualidade de vida, essa triste realidade parece estar mudando significativamente [47].

Em essência, tal desporto vai muito além de um corpo musculoso, denotando um estilo de vida onde construir músculos exige muito mais do que erguer pesos. Para ser um atleta de ponta, é necessário um programa de treinamento que envolve dieta adequada e principalmente uma disciplina rigorosa, semelhante aos desportos altamente competitivos [4].

No fisiculturismo, o esporte competitivo está aliado à estética corporal, de sorte que se trata de uma modalidade que alia beleza com os benefícios da musculação, com reflexos na velhice, pois tem ajudado milhares de idosos a manter a força e evitar ou reduzir, por exemplo, o processo de osteopenia e osteoporose [47].

No que se refere à nutrição, a grande quantidade de proteínas ingeridas pelos *bodybuilders* no passado foi, por anos, criticada e associada a uma situação de sobrecarga renal e hepática. Hoje, no entanto, os estudos comprovam que uma dieta rica em proteína é benéfica para a saúde e para a performance atlética [39].

No tocante à parte psicológica, o esporte, de uma forma geral, tem sido exibido ao mundo como modelo de saúde, de sorte que não é à toa que atletas palestram em grandes empresas a respeito dos mais diversos assuntos relacionados a motivação, métodos e estratégias de treinamento, competitividade, etc. [45]. Isso tem se tornado uma realidade também com relação aos atletas que competem nas modalidades do fisiculturismo, os quais vêm sendo procurados pelos órgãos ligados ao esporte para falarem publicamente e para participar de eventos educativos para jovens ([53]; [48]).

A rotina extenuante de treino, a dieta, o descanso e a mente de campeão são os fatores que diferenciam os atletas profissionais dos amadores, também no fisiculturismo. O sonho de ser campeão é que os torna "incansáveis" nos momentos difíceis.

Tanto empresários como atletas de alto rendimento não fazem escolhas fáceis e entendem que o resultado se constrói dia a dia, com trabalho árduo. Por isso, o fisiculturismo é estilo de vida e um exemplo de treinamento eficiente para ganho de massa muscular, emagrecimento, determinação e resiliência, desde que seja baseado em recursos ergogênicos lícitos.

O pesquisador Paulo Gentil salienta a importância de introduzir cada vez a abordagem científica no planejamento da preparação de fisiculturistas, a fim de ajudá-los a alcançar melhores resultados sem comprometer a saúde [26]. Até porque, não se pode negar que os fisiculturistas são os maiores candidatos a membros do grupo de risco da vigorexia (síndrome que causa obsessão pelo corpo perfeito) e uso de substâncias químicas ilícitas (esteroides anabolizantes) [40].

Assim sendo, mais do que nunca, é mister que tais atletas sejam acompanhados por uma equipe multiprofissional que lhes faça "andar" sobre bases científicas adequadas, quanto mais se considerarmos que o fisiculturismo ganhou status de esporte olímpico a ser disputado nos jogos pan-americanos de 2009 [50].

Dentro dessa ótica, este trabalho de revisão literária teve por objetivo apresentar a fundamentação científica da prática do fisiculturismo, caracterizando os tipos de esforços realizados, as exigências físicas e fisiológicas dos mesmos, os sistemas de produção de energia preponderantes, bem como, a forma como é desenvolvida a resistência e recuperação da fadiga por eles provocadas.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AABERG, E. *Musculação – Biomecânica e Treinamento*. Barueri: Manole, 2001.
- [2] ANDRADE, E.P.F., PEREIRA, F.C.F. *Anatomia Geral*. Sobral: INTA, 2015.
- [3] ARAÚJO, C.G.S. (2001). **Fisiologia do exercício físico e hipertensão arterial: uma breve discussão**. *Revista Hipertensão*, Rio de Janeiro, v. 4, n. 3, p. 78-83, dez. 2001.
- [4] ARRUDA, C.C.C.O, SIQUEIRA, M.M., ARRUDA, W.L.N. **Influência nutricional na hipertrofia muscular**. *Revista Digital*, Buenos Aires, ano 19, n. 196, set. 2014. Disponível em: <<https://www.efdeportes.com/efd196/influencia-nutricional-na-hipertrofia-muscular.htm>>. Acesso em: 13 out. 2019.
- [5] ASCENÇÃO, A., MAGALHÃES, J., OLIVEIRA, J., DUARTE, J., SOARES, J. **Fisiologia da fadiga muscular. Delimitação conceptual, modelos de estudo e mecanismos de fadiga de origem central e periférica**. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, Porto, v. 3, n. 1, p. 108–123, 2003.
- [6] BARBANTI, Valdir. **Treinamento físico: bases científicas**. 3. ed. São Paulo: CLR Balieiro, 2001.
- [7] BARROSO, R., TRICOLI, V., UGRINOWITSCH, C. (2005). **Adaptações neurais e morfológicas ao treinamento de força com ações excêntricas**. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 111-122, mar. 2005.
- [8] BISHOP, P.A., JONES, E., WOODS, A.K. **Recuperação do treinamento: uma breve revisão: breve revisão**. *Jornal de Pesquisa de Força e Condicionamento*, Alabama, v. 22, n. 3, p. 1015-1024, mai. 2008.
- [9] BOMPA, T.O., DI PASQUALE, M., CORNACCHIA, L.J. **Treinamento de força levado a sério**. 3. ed. São Paulo: Manole, 2015.

- [10] BORGES, J.M. **Teoria e Metodologia do Treino Desportivo**. Lisboa: IPDJ, 2016.
- [11] BRUM, P.C., FORLAZ, C.L.M., TINUCCI, T., NEGRÃO, C.E. **Adaptações agudas e crônicas do exercício físico no sistema cardiovascular**. *Revista Paulista de Educação Física*, São Paulo, v. 18, p. 21-31, ago. 2004.
- [12] CAIOZZO, V.J., HADDAD, F., PADEIRO, M., MCCUEU, S., BALDWIN, K.M. **Polimorfismo do MHC em músculo plantar de roedores: efeitos da sobrecarga mecânica e hipotireoidismo**. *Jornal Americano de Fisiologia*, Rockville, v. 278, n. 4, p. 709-717, abr. 2000.
- [13] CAMPOS, G.E., LUECKE, T.J., WENDLEN, H.K., TOMA, K., HAGERMAN, F.C., MURRAY, T.F., RAGG, K.E....STARON, R.S. (2002). **Adaptações musculares em resposta a três diferentes regimes de treinamento resistido: especificidade das zonas de treinamento máximo de repetição**. *Jornal Europeu de Fisiologia Aplicada*, v. 88, n. 1, p. 50-60, nov. 2002. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12436270>. Acesso em: 13 out. 2019.
- [14] CARVALHO, T.B., GONÇALVES, G.B., COSTA, I.S. **Adaptações neuromusculares e tendíneas ao treinamento de força: revisão de literatura**. *Revista Estação Científica*, Juiz de Fora, n. 1, p. 1-20, nov. 2012.
- [15] CORDEIRO, A.M.; OLIVEIRA, G.M; RENTERIA, J.M.; GUIMARÃES, C.A. **Revisão sistemática: uma revisão narrativa**. *Rev. Col. Bras. Cir.*, Rio de Janeiro , v. 34, n. 6, p. 428-431, dez. 2007 . Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69912007000600012&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 07 jul. 2020.
- [16] CORREIA, Pedro Pezarat. **Estudo do Movimento**. Lisboa: Faculdade de Motricidade Humana, 2019.
- [17] DIAS, R.M.R., CYRINO, E.S., SALVADOR, E.P., NAKAMURA, F.Y., PINA, F.L.C., Oliveira, A.R. (2005). **Impacto de oito semanas de treinamento com pesos sobre a força muscular de homens e mulheres**. *Revista Brasileira de Medicina e*

Esporte, São Paulo, v. 11, n. 4, p. 213-216, jul./ago. 2005. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/rbme/v11n4/en_26863.pdf. Acesso em: 14 out. 2019.

[18] DUMKE, R. Jr. **Alterações neuromusculares decorrentes do treinamento com pesos em homens**. Trabalho de conclusão de curso-Departamento de Educação Física, Setor de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

[19] ESTEVÃO, Adriana. **Prática do Fisiculturismo: significados**. Revista Motrivivência, Florianópolis, ano 17, n. 24, jun. 2005, p. 41-57.

[20] FERREIRA, A.D., ANTUNES, J.M.F.N. (2012). **Adaptações moleculares das fibras musculares induzidas pelo exercício sistematizado**. *Revista Digital*, Buenos Aires, ano 17, n. 176, abr. 2012. Disponível em: <<http://www.efdeportes.com/efd167/adaptacoes-moleculares-das-fibras-musculares.htm>>. Acesso em: 14 out. 2019.

[21] FLECK, S.J. (1988). **Adaptações cardiovasculares ao treinamento de resistência**. *Medicina e Ciência em Esportes e Exercícios*, v. 20, n. 5, p. 146-151, out. 1988. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3057314>>. Acesso em: 13 out. 2019.

[22] FLECK, S.J., DEAN, L.S. (1985). **Experiência de treinamento de resistência e a resposta pressora durante o exercício resistido**. *Jornal de Fisiologia Aplicada*, v. 63, n. 1, p. 116-120, jul. 1987. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3624118>>. Acesso em: 13 out. 2019.

[23] FLECK, S.J., KRAEMER, W.J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 2. ed. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda, 1999.

[24] FLECK, S.J., KRAEMER, W.J. **Fundamentos do Treinamento de Força Muscular**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

[25] FORJAZ, C.L.M., TINUCCI, T. (2000). **A medida da pressão arterial no exercício**. *Revista Brasileira de Hipertensão*, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 79-87. jan./mar. 2000.

- [26] GENTIL, Paulo. **Bases científicas do treinamento de hipertrofia**. 5. ed. Rio de Janeiro: Sprint, 2014.
- [27] GOLDSPINK, G. (2003). **Expressão gênica no músculo em resposta ao exercício**. *Jornal de Pesquisa Muscular e Motilidade Celular*, v. 24, n. 2, p. 121-126, abr. 2003. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14609023>>. Acesso em: 13 out. 2019.
- [28] GUYTON, A., HALL, J.E. **Tratado de fisiologia médica**. 13. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.
- [29] HOMRICH, Luciana Marotto. (Org.) **Fisiologia do Exercício**. Brasília: Fundação Valle, 2013.
- [30] HOMRICH, Luciana Marotto. (Org.). **Fisiologia Humana**. Brasília: Fundação Valle, 2013.
- [31] LAMP, C.R. **Fisiologia do exercício aplicada à educação física escolar**. In 2º CONGRESSO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO FÍSICA ESCOLAR E ESPORTE, Rondônia, mar. 2017. Disponível em: <http://www.seduc.ro.gov.br/educacaofisica/images/CONGRESSO_ED_FIS/Prof_Cesar_fisiologia.pdf>. Acesso em: 13 out. 2019
- [32] MACDOUGALL, J.D., TUXEN, D., VENDA, D.G., MOROZ, J.R., SUTTON, J.R. **Resposta da pressão arterial ao exercício de resistência pesada**. *Jornal de Fisiologia Aplicada*, v. 58, n. 3, p. 785-790, mar. 1985. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3980383>>. Acesso em: 13 out. 2019.
- [33] MAIOR, A.S. **Fisiologia dos Exercícios Resistidos**. 2. ed. São Paulo: Phorte, 2013.
- [34] MAIOR, A.S., ALVES, A. (2003). **A contribuição dos fatores neurais em fases iniciais do treinamento de força muscular: uma revisão bibliográfica**. *Revista Motriz*, Rio Claro, v. 9, n. 3, p. 161-168, set./dez. 2003.

- [35] MATOS, C.C., CASTRO, F.A.S. **Fadiga: alterações fisiológicas e modelos conceituais.** *Revista Brasileira de Ciências da Saúde*, São Paulo, v. 11, n. 37, p. 53-61, jul./set. 2013.
- [36] MCKELVIE, R.S., MCCARTNEY, N., TOMLINSON, C., BAUER, R., MACDOUGALL, J.D. (1995). **Comparação das respostas hemodinâmicas ao ciclismo e ao exercício resistido na insuficiência cardíaca congestiva secundária à cardiomiopatia isquêmica.** *Revista Americana de Cardiologia*, v. 76, n. 12, p. 977-979, nov. 1995. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7484846>>. Acesso em: 14 out. 2019
- [37] MEYER, K., HAJRIC, R., WESTBROOK, S., HAAG-WILDI, S., HOLTKAMP, R., LEYK, D., SCHNELLBACHER, K. **Respostas hemodinâmicas durante o exercício leg press em pacientes com insuficiência cardíaca congestiva crônica.** *Revista Americana de Cardiologia*, v. 83, n. 11, p. 1537-1543, jun. 1999. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10363867>>. Acesso em: 14 out. 2019.
- [38] MINAMOTO, V.B. (2005). **Classificação e adaptações das fibras musculares: uma revisão.** *Fisioterapia e Pesquisa*, Piracicaba, v. 12, n. 3, p. 50-55, dez. 2005.
- [39] MINDERICO, C. (2016). **Nutrição, treino e competição.** Lisboa: Instituto Português do Desporto e Juventude (IPDJ), 2016.
- [40] MUNDO INVERSO. **10 fisiculturistas que passaram dos limites.** [Arquivo de vídeo]. 4 dez. 2018. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=G45vPcTw-XM>>. Acesso em 15 out. 2019.
- [41] MURER, E. **Epidemiologia da Musculação.** In SAÚDE COLETIVA E ATIVIDADE FÍSICA. 1. ed. Cap. 4, p. 33-38. Campinas: Ipes Editorial, 2007.
- [42] PALATINI, P., MOS, L., MUNARI, L., VALLE, F., DEL TORRE, M., ROSSI, A., VAROTTO, L....DAL PALÙ, C. **A pressão arterial muda durante o exercício de**

- resistência pesada.** *Jornal de Hipertensão*, v. 7, n. 6, p. 72-73, dez. 1989. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2632751>>. Acesso em: 16 out. 2019.
- [43] PEREIRA, M.I.R., GOMES, P.S.C. (2003). **Testes de força e resistência muscular: confiabilidade e predição de uma repetição máxima – Revisão e novas evidências.** *Revista Brasileira de Medicina do esporte*, São Paulo, v. 9, n. 5, p. 325-335.
- [44] POWERS, S.K., HOWLEY, E.T. *Fisiologia do Exercício*. 8. ed. Barueri: Manole, 2014.
- [45] RIBEIRO, C.H.V. **Proposições e estudos na área do esporte e da responsabilidade social: a aprendizagem nos esportes individuais e coletivos.** *Revista Digital*, Buenos Aires, ano 13, n. 119, abr, 2008. Disponível em: <<https://www.efdeportes.com/efd119/estudos-na-area-do-esporte-e-da-responsabilidade-social.htm>>. Acesso em: 16 out. 2019.
- [46] ROHLFS, I.C.P.M., MARA, L.S., LIMA, W.C., CARVALHO, T. **Relação da síndrome do excesso de treinamento com estresse, fadiga e serotonina.** *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, São Paulo, v. 11, n. 6, p. 367-372, nov./dez. 2005
- [47] SANTAREM, J.M. **Musculação em todas as idades: comece a praticar antes que o seu médico recomende.** Barueri: Manole, 2012.
- [48] SARDINHA, F. **Fernando Sardinha - Palestra sobre Esteroides anabolizantes.** [Arquivo de vídeo]. 31 mai. 2014. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=BZPgp2UcLwQ>>. Acesso em: 17 out. 2019.
- [49] SILVA, L.P.O, OLIVEIRA, M.F.M., CAPUTO, F. (2013). **Métodos de recuperação pós-exercício.** *Revista de Educação Física*, Maringá, v. 24, n. 3, p. 489-508, jul./ago./set. 2013.
- [50] SILVA, R.V., VIANA, H.B. (2016). **Relação da imagem corporal e propensão à vigorexia.** *Revista Digital*, Buenos Aires, ano 21, n. 215, abr. 2016. Disponível em: <<https://www.efdeportes.com/efd215/imagem-corporal-e-propensao-a-vigorexia.htm>> . Acesso em: 16 out. 2019.



VOLUME 3, NÚMERO 4, ABRIL DE 2020

- [51] STOPPANI, J. *Enciclopédia e Musculação e Força*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- [52] UCHIDA, M.C., CHARRO, M.A., BACURAU, R.F., NAVARRO, F., PONTES, F.L.J. *Manual de musculação: uma abordagem teórico-prática do treinamento de força*. São Paulo: Phorte Editora, 2006.
- [53] VERAS, F. *Palestra sobre fisiculturismo pra galera do ensino médio* [Arquivo de vídeo]. 6 jun. 2018. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=xJ9V1f3vmT8>>. Acesso em: 17 out. 2019.
- [54] WILLIAMS, L. GROVES, D., THURGOOD, G. *Treinamento de Força*. Barueri: Manole, 2010.
- [55] ZANIZ, F.L., LIMA, E., PARENTE, E.V.Jr., FROTA, P.B., GONÇALVES, C.B.H., MORAES, M.R. (2008). **Análise do duplo produto no treinamento de força em séries com características metabólicas e tensionais**. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, São Paulo, v. 2, n. 7, p. 55-68, jan./fev. 2008.