

FORÇA MUSCULAR: UMA ABORDAGEM FISIOLÓGICA EM FUNÇÃO DO SEXO, IDADE E TREINAMENTO

RESUMO

É consenso na literatura que a força muscular representa um dos principais componentes da aptidão física e muitos são os estudos que ressaltam a sua importância em diversos campos do conhecimento. O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão, envolvendo o comportamento da força em função do sexo e faixa etária, assim como dos principais aspectos fisiológicos e metodológicos associados ao seu treinamento. No que diz respeito ao sexo serão analisadas as manifestações da força nos âmbitos absoluto e relativo. Quanto à faixa etária, será realizada uma descrição passando por algumas características da força em crianças, adultos e idosos. Sequencialmente, serão abordados os principais aspectos que envolvem o treinamento da força, bem como a sua aplicabilidade em crianças e indivíduos idosos.

Palavras Chave: Força muscular, Treinamento de força, Fisiologia da força, Sexo, Idade.

WALACE DAVID MONTEIRO

Laboratório de Fisiologia do Exercício
Núcleo do Instituto de Ciências da Atividade Física -
NulCAF/Aeronáutica

MUSCLE STRENGTH: A PHYSIOLOGICAL APPROACH OF GENDER, AGE AND TRAINING

ABSTRACT

It is a consensus in the literature that muscle strength is one of the main components of physical fitness. The objective of the present study was to review the behavior of strength concerning gender and age, and the physiological and methodological aspects involved in training. Strength was analyzed in its static and dynamic aspects when related to gender. When age was considered, a description of its characteristics in children, adults and elderly was done. Sequentially, strength training and its applicability in children, adults and elderly was discussed.

Key Words: Muscle strength, Strength training, Strength physiology, Gender, Age.

veis moderados serem importantes em todas as idades, para o idoso ela assume um destaque especial, em função de sua associação à locomoção, ao equilíbrio e à execução de tarefas cotidianas básicas. Na criança a evolução da força pode ser um indicador precioso do processo de crescimento e de diferenciação sexual. Intervenções que contribuam à melhora da força são assim importantes no contexto da aptidão física global e, apesar de aparentemente dizerem respeito apenas à função muscular, possuem um espectro bem mais amplo de influência.

Visto que a força muscular desempenha um importante papel em diversos campos do conhecimento, este trabalho tem como objetivo abordar alguns aspectos fisiológicos associados ao comportamento desta qualidade física em função do sexo e da faixa etária, bem como os principais tópicos relacionados ao seu treinamento.

FORÇA MUSCULAR EM FUNÇÃO DO SEXO

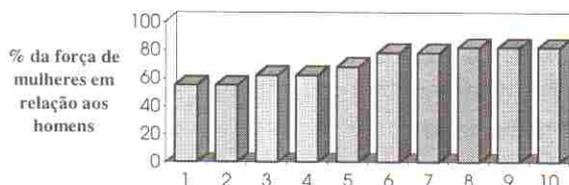
Força Absoluta

Quando a força muscular é considerada em escores absolutos, em geral os homens são mais fortes que as mulheres em todos os grupamentos testados. Essa caracterização sexual da força muscular é verdadeira, independente do dispositivo usado para medi-la (MC ARDLE et al., 1992). No entanto, os estudos indicam que o percentual superior verificado no sexo masculino se manifesta de forma diferenciada quando são considerados distintos grupamentos musculares.

SNOOCK et al. (1970) e SNOOCK & CIRIELLO (1974), demonstraram, por exemplo, que os indicadores de força dinâmica em mulheres variavam de 59% a 84% em relação aos homens para um percentual médio de 68,6%. Dados idênticos são apresentados por HOLLMAN & HETTINGER (1983) relatando que, na média, em relação a todos os grupamentos musculares, pode-se calcular aproximadamente que a força da mulher equivale a cerca de 70% da apresentada pelos

homens. Porém, faixas bem amplas de variações podem ser observadas nos diversos grupamentos. Nesse caso, a força nas mulheres pode assumir valores que estão em média entre 54% a 80% da exibida pelos homens (Figura 1).

FIGURA 1 - Força de diversos grupos musculares nas mulheres em % da força dos homens.



Legenda: 1- Extensores do antebraço
2- Flexores do antebraço
3- Extensores do tronco
4- Flexores do tronco
5- Extensores da perna
6- Extensores do punho
7- Flexores do punho
8- Flexores do quadril
9- Extensores do quadril
10- Flexores da perna

(Adaptado de HOLLMAN & HETTINGER, 1983, p.183)

No tocante à força de característica estática, LAUBACH (1976) revisando vários estudos concluiu que, nas extremidades superiores do corpo as mulheres apresentaram de 35% a 79% da força exibida pelos homens; nas extremidades inferiores os valores situam-se entre 57 a 86%. Nas médias envolvendo os músculos do tronco, as mulheres evidenciaram valores de 37% a 70% daqueles obtidos pelos indivíduos do sexo masculino.

Um fator que contribui para a diferença na força de homens e mulheres relaciona-se com a área de seção transversa do músculo, onde as mulheres geralmente apresentam menores valores que os homens. Contudo, HOLLOWAY & BAECH (1990) ressaltam que o tecido muscular feminino, unidade por unidade, não difere em potencial de força do tecido muscular masculino. Esta afirmação sugere que a quantidade e localização do tecido muscular são importantes determinantes da força absoluta quando se compara homens e mulheres. Isto explica, em parte, algumas das diferenças de força encontradas entre os sexos, nos diversos segmentos corporais.

Independente do contexto em que a força muscular é expressa, é importante ressaltar que as

diferenças entre os sexos podem variar bastante em função das diferentes estratégias metodológicas aplicadas. Isto inclui diferentes testes e equipamentos, ou os distintos grupos musculares avaliados.

Força Relativa

A força relativa tem sido comumente expressa em relação ao peso corporal e à massa corporal magra em homens e mulheres. O'SHEA & WEGNER (1981) observaram que as mulheres eram mais fracas em IRM no exercício de rosca bíceps e agachamento do que os homens, tanto em força absoluta quanto relativa ao peso corporal, antes e depois de nove semanas de treinamento contra resistência. Dados idênticos foram verificados por MORROW & HOSLER (1981), comparando jogadoras de basquete e voleibol com homens destreinados. Estes autores concluíram que os homens eram superiores tanto para a força absoluta quanto relativa de membros superiores e inferiores.

Achados distintos foram relatados por BOND et al. (1985), também em estudo comparativo, utilizando mulheres fisiculturistas e homens destreinados. Neste caso, foi evidenciado que as fisiculturistas eram mais fracas em força absoluta nos membros superiores, porém iguais na força absoluta nos membros inferiores. Porém, não havia diferença significativa entre os sexos, para força relativa quando expressa em função do peso corporal. Possivelmente, esta diferença em relação aos estudos apresentados anteriormente pode ser atribuída, em parte, às solicitações diárias de esforço exigidas no treinamento de fisiculturistas, que diferenciam esta população das demais citadas anteriormente, principalmente no que tange à massa corporal magra.

Segundo ANDERSON et al. (1979), quando a força é expressa por quilograma de massa corporal, as diferenças entre os sexos são reduzidas, podendo ainda não haver nenhuma diferença no caso da força de pernas. Dados que confirmam esta premissa foram verificados por WILMORE (1974), medindo a força relativa à massa corporal magra.

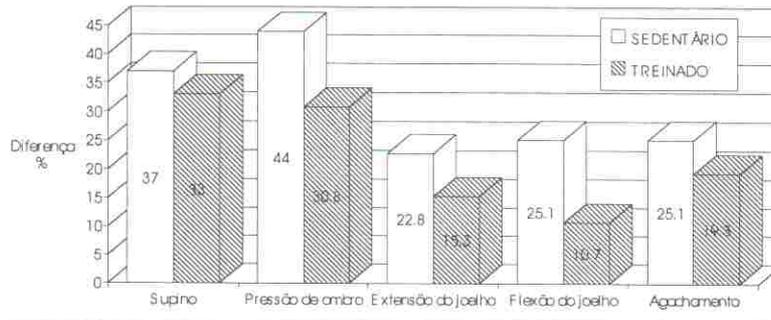
Este autor constatou que os homens possuíam maior força nos membros superiores, porém valores semelhantes em membros inferiores quando comparados com mulheres. Tal achado, combinado com a observação de que a força por unidade de área transversa é similar em homens e mulheres, sugere que a diferença sexual da força está relacionada à quantidade e não à qualidade do tecido muscular (SALE, 1991).

MC ARDLE et al. (1992) citando um estudo realizado por KELLER (1989), mostraram que quando homens e mulheres possuíam peso corporal equivalente, as diferenças sexuais eram maiores para o grupo sedentário em comparação com o grupo treinado. Tais diferenças eram menores, no entanto, para os grupos sedentário e treinado quando apresentavam equivalência para o peso corporal magro como ilustram as Figuras 2 e 3.

Quando se criam escores de relação entre a força muscular e algumas dimensões corporais, de fato a diferença entre homens e mulheres tende a diminuir. HEYWARD et al. (1986), conduzindo um estudo neste sentido, verificaram que as diferenças sexuais eram minimizadas quando expressas em relação à massa corporal magra, distribuição da massa muscular e gordura subcutânea nos segmentos superiores e inferiores do corpo. Apesar desta investigação ter sido realizada com sujeitos fisicamente ativos, acredita-se que seus resultados possam ser generalizados pois, na caracterização da amostra, não foi evidenciada nenhuma prática de atividade envolvendo trabalho excessivo de força, o que tenderia a gerar um problema de ordem metodológica quanto à validade externa do estudo.

A criação de escores que tentam igualar a força entre homens e mulheres pode ser válido no sentido de um melhor entendimento de algumas diferenças sexuais aparentes. No entanto, sob o ponto de vista prático, há de se levar em conta que um aspecto de grande importância reside no fato dos indivíduos terem que movimentar todo o peso do seu corpo no espaço. Para tanto, é necessário que a força muscular seja compatível com a demanda de trabalho requerida, de modo a oferecer condições que os permitam desenvolver adequa-

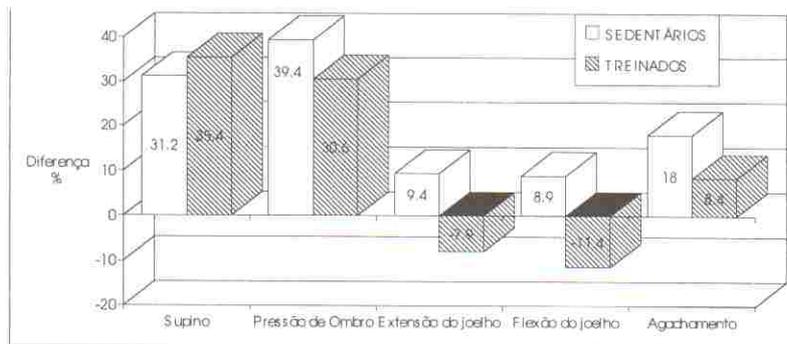
FIGURA 2 - Homens x Mulheres: % da superioridade masculina em força relativa ao peso corporal.



Acima da linha zero, está o percentual em que os homens ultrapassam as mulheres.

(Adaptado de MC ARDLE et al., 1993, p.298)

FIGURA 3 - Homens x mulheres: diferença % em força relativa à massa corporal magra.



Acima da linha zero, está o percentual em que os homens ultrapassam as mulheres.
(Adaptado de MC ARDLE et al., 1993, p.298)

damente suas tarefas diárias.

Resumindo esta seção, pode-se concluir que a força muscular, tanto absoluta quanto relativa, tende a exibir um comportamento diferenciado em função do sexo. A magnitude destas diferenças deve-se a fatores como as diferentes metodologias adotadas para a media da força, os diversos grupos musculares avaliados, ou ainda, a forma pela qual a força pode ser expressa.

FORÇA MUSCULAR E IDADE

O crescimento físico desempenha um importante papel no desenvolvimento da massa muscular e determinação da força. ZAUNER et al. (1989) propõem que a musculatura esquelética em neonatos seja equivalente a cerca de 25% do peso corporal,

enquanto ao final da adolescência teríamos a musculatura esquelética respondendo por 40% do peso corporal. Uma vez que o número das fibras musculares estão praticamente definidos ao final da fase pré-natal (PARISKOVÁ, 1982) o aumento do volume das fibras é o maior responsável pelo desenvolvimento da massa muscular em crianças.

Segundo ASTRAND & RODAHL (1986) pelo menos três fatores afetam a força muscular em crianças: o aumento das dimensões anatômicas, a maturidade sexual e a maturação das estruturas do sistema nervoso. Quando uma criança cresce fisicamente até a idade adulta, a capacidade de força rapidamente aumenta, passando por um período de quase estabilidade nos dois sexos. Porém, com a proximidade do período pubertário, inicia-se seu maior desenvolvimento que se estende durante toda esta fase, atingindo sua maturação com

o estado adulto (OLIVEIRA & ARAÚJO, 1985).

O comportamento entre os sexos, todavia, assume um padrão diferenciado. Com a chegada da puberdade, inicia-se um período de franca diferenciação da força a favor do sexo masculino devido a ação androgênica da testosterona (BEUNEN & MALINA, 1988, FROBERG & LAMMERT, 1996). Já para o sexo feminino, o pico de força seria constatado logo após a puberdade, sem ganho significativo a partir daí (MALINA & BOUCHARD, 1991). FRANÇA et al. (1984) relatam que as diferenças de força entre meninos e meninas são mais pronunciadas nos grupamentos musculares do tronco e membros superiores do que nos membros inferiores. Logo, em atividades que exijam força explosiva e velocidade, os meninos são em média superiores que as meninas.

O pico de ganho em muitas tarefas dependentes da força se dá geralmente depois do pico ponderal e de estatura, enquanto o 'estirão' no tecido muscular (apesar de também manifestar-se após o pico de estatura), é razoavelmente coincidente com o de peso. Assim, o tecido muscular tende a aumentar em massa para depois refletir este aumento no perfil das manifestações de força. Tal fato poderia sugerir alterações metabólicas ou contráteis na musculatura, ou ainda na maturação neuromuscular. Todas estas possibilidades parecem encontrar respaldo na literatura (FARINATTI, 1995).

MONTOYE & LAMPHIER (1977) relatam que, nos indivíduos do sexo masculino, o pico da razão entre massa corporal e força ocorre no início dos 20 anos. Em contraste, a razão da massa corporal com a força em mulheres pode ter seu pico antes da puberdade. SALE & NORMAN (1982) citando um estudo realizado por FISHER & BIRREN (1947), colocam que o pico de força absoluta em homens e mulheres destreinados ocorre em torno dos 25 anos, decrescendo gradualmente de modo que aos 65 anos 80% do pico de força ainda é mantido. Dados semelhantes foram relatados por BERGER (1982) reiterando que o pico da força máxima é atingida entre os 20 e 30 anos de idade, declinando gradualmente até que, na idade de 65 anos, a força é 20% menor. No entanto, acredita-se que para o sexo feminino, valores máximos de de-

seenvolvimento de força tendem a ocorrer, na maior parte dos casos, antes dos 25 anos (MONTOYE & LAMPHIER, 1977; BRANTA et al. 1984). Independentemente da faixa etária, o grau de treinamento é um fator que deve ser levado em consideração quando se analisa o desenvolvimento da força. A partir daí, pode-se esperar valores máximos para o pico de força diferentes dos padrões citados anteriormente. O mesmo pode-se dizer em relação ao decréscimo da força, bastante influenciado pelo treinamento (MONTEIRO et al., 1997).

A perda da força muscular está relacionada diretamente com a redução da massa corporal magra (FLEG & LAKATA, 1988; GRIMBY et al., 1982; SHEPHARD, 1991). Tal perda não ocorre de forma uniforme em todos os grupamentos musculares. Há evidências que os membros inferiores são mais atingidos que os membros superiores (MURRAY et al., 1985; SPIRDUSO, 1995). Da mesma forma, a perda de força dos membros inferiores acarretaria problemas funcionais mais graves (JETTE et al., 1990). Outro aspecto importante relacionado a perda da força, diz respeito a sua diferenciação quanto ao comportamento estático e dinâmico. A força estática é em geral mais preservada que a força dinâmica e esforços de contração excêntrica parecem ser melhor mantidos que os de contração concêntrica (FARINATTI & MONTEIRO, 1997).

AOYAGI & SHEPHARD (1992), numa tentativa de explicar uma possível relação causal entre o enfraquecimento e a redução da massa muscular sugerem que tal processo pode ser decorrente de fatores como o declínio do número de fibras, redução na área de seção transversa ou ambos aspectos. Subordinada a estes aspectos, os autores também citam uma provável desinervação em função da morte de neurônios motores com uma reinervação subsequente de um menor número de fibras.

TREINAMENTO DE FORÇA

O princípio da especificidade constitui o primeiro ponto a ser considerado para a elaboração do treinamento de força. A especificidade pode variar em função do grupamento muscular traba-

lhado, do ângulo articular em que o movimento é conduzido, do tipo de contração muscular a que os músculos são submetidos, da velocidade de contração e do padrão motor desempenhado. POLLOCK & WILMORE (1993) preconizam que os aumentos na força ocorrem devido à integração de diversos fatores neuromusculares que incidem diretamente na capacidade do músculo produzir tensão e na habilidade do sistema nervoso em ativá-lo. Tal prerrogativa também é aceita por SALE (1987, 1988), ENOKA (1988) e MCARDLE et al. (1992). Por isso, a capacidade de produzir tensão muscular controlada escapa à esfera puramente químico-fisiológica, estando também associada a aspectos coordenativos e treináveis motoricamente (FARINATTI & MONTEIRO, 1992).

Para que haja adaptações fisiológicas provenientes do trabalho de força, o músculo deve ser submetido a uma sobrecarga de esforço acima daquela em que ele habitualmente está acostumado a suportar. Cada estímulo aplicado irá favorecer no músculo um desgaste que implicará em um período de tempo para a sua recuperação. Quando sucessivos estímulos são aplicados adequadamente, o músculo se adapta aumentando sua capacidade para gerar força no chamado princípio da sobrecarga. Neste sentido, a interação das bases fisiológicas com as características metodológicas que regem o treinamento constituem o ponto chave para a obtenção de efeitos positivos.

TREINAMENTO ESTÁTICO

O treinamento de força pode ser conduzido de forma estática ou dinâmica. O trabalho estático, também conhecido por isométrico, foi introduzido no início da década de 50 por HETTINGER & MULLER (1953). Em condições estáticas podemos aplicar maiores níveis de tensão que em dinâmicas, onde tensões iguais só são alcançadas com altas cargas, em fases curtas de movimento. No entanto, devido a sua especificidade, o trabalho estático implica apenas em ganho de força nos ângulos treinados. Este fato faz com que ele encontre menor aplicação no âmbito das tarefas di-

árias e grande aplicação em determinados desportos, como a ginástica olímpica e em trabalhos de reabilitação músculo-articular.

O primeiro aspecto a ser levado em conta na prescrição do trabalho estático diz respeito à intensidade do esforço. O treinamento deve exceder 20% a 30% da máxima contração voluntária (MCV) do músculo. Trabalhos abaixo desta intensidade correspondem ao nível de solicitação diária da força, não produzindo efeitos significativos em seu ganho (HOLLMANN & HETTINGER, 1983). Os mesmos autores preconizam que, sob o ponto de vista da tensão muscular, estímulos de treinamento ótimos situam-se entre 50% a 70% da MCV, não existindo ganhos significativos a partir daí. No entanto, esta prerrogativa é feita para não atletas e, portanto, em se tratando de pessoas que apresentam elevados níveis de força, estes valores podem chegar próximos, ou mesmo a 100% da MCV (ATHA, 1982; BOMPA, 1983; FLECK & KRAEMER, 1997).

No que tange ao tempo de tensão ao qual o músculo deverá ser submetido, WEINECK (1986) revisando alguns estudos relata que o tempo de contração deverá situar-se entre 6 e 8 segundos. FLECK & KRAEMER (1997), também realizando um levantamento sobre o assunto, reportam que os estímulos geralmente variam de 3 a 10 segundos. Analisando esses tempos de contração isométrica, pode-se concluir que os mesmos estão diretamente associados ao sistema ATP-CP, implicando em maiores ganhos de força máxima. Contudo, em determinados casos pode ser interessante treinar a força isométrica submáxima, que geralmente está associada ao sistema do ácido láctico. Neste caso, maiores tempos de tensão muscular podem ser aplicados. Referindo-se a este ponto, KRAEMER et al. (1988) preconizam que os estímulos poderiam atingir 30 segundos de duração. Finalizando este aspecto do treinamento isométrico pode-se dizer que a variabilidade nos tempos de estímulos esta relacionada com o objeto da prescrição, que por sua vez, incide diretamente no sistema energético acionado.

O intervalo entre a aplicação das cargas é outro fator a ser levado em conta no trabalho

isométrico, sendo estabelecido em função do somatório da duração e intensidade dos estímulos. BOMPA (1983) preconiza que o descanso entre as repetições pode variar de 60 a 90 segundos. Entretanto, a capacidade de recuperação apresenta um comportamento diferenciado entre os diversos praticantes, o que leva a crer que as faixas de descanso podem variar bastante. Uma forma interessante para determinar o tempo de descanso entre as repetições dos exercícios é o acompanhamento da sensação subjetiva de cansaço. Quando o praticante sentir-se apto, um novo estímulo poderá ser aplicado.

Quanto à frequência dos estímulos, MELLEROWICZ & MELLER (1987) preconizam que indivíduos não treinados já experimentam ganhos de força com estímulos aplicados através de uma MCV ao dia. MCARDLE et al., (1992), analisando estudos sobre o treinamento de força isométrica em indivíduos que diferiam nos níveis iniciais de força e idade, verificaram que o número de repetições aplicadas pode variar de 5 a 10 vezes por dia. A literatura, contudo, não é unânime a este respeito, verificando-se uma exposição aos estímulos que variam de três a um número superior a quarenta vezes (IKAI & FUKUNAGA, 1970; DAVIES & YOUNG, 1983; GARFINKEL & CAFARELLI, 1992). Acredita-se que as variações na frequência dos estímulos, estejam associados aos diferentes objetivos que envolvem a prescrição de exercícios nas amostras utilizadas, bem como os distintos grupos musculares envolvidos no treinamento. Neste sentido, tais aspectos devem ser cuidadosamente pesados para escolha do número de estímulos a serem aplicados no treinamento.

O aumento da força isométrica também é proporcional ao número de sessões semanais (ATHA, 1981; FLECK & KRAEMER, 1997). HETTINGER (1961) verificou que o trabalho conduzido uma vez por semana já produzia aumentos de até 40% na força isométrica, durante 6 a 16 semanas de treinamento. Entretanto, isto não é suportado pela literatura, onde um mínimo de três sessões semanais associa-se a ganhos significativos na força isométrica (DAVIES et al., 1988;

ALWAY et al., 1990; CAROLYN & CAFARELLI, 1992). Obviamente, para que a sobrecarga de esforço seja aplicada corretamente, o início do trabalho poderá ser pautado em menores frequências de treinamento, evoluindo posteriormente. Contudo, é importante ressaltar que em indicações especiais, como na reabilitação de algumas lesões ortopédicas, pode ser aconselhado a realização diária de trabalhos isométricos.

TREINAMENTO DINÂMICO

O treinamento dinâmico da força deve ser fundamentado nos seguintes componentes: número de exercícios, seqüência de trabalho, intensidade do esforço, número de séries e repetições, intervalo entre os exercícios, frequência semanal, forma de condução e amplitude trabalhada nos exercícios. Estes componentes funcionam como elos de uma corrente, onde um fator exerce influência direta sobre o outro para o aprimoramento da força.

O número de exercícios varia geralmente em função do nível do praticante e dos grupos musculares a serem trabalhados. MONTEIRO & FARINATTI (1996), através de um estudo conduzido em não atletas, verificaram que geralmente as sessões de treinamento são compostas por 8 a 12 exercícios envolvendo grupamentos musculares variados. Os exercícios mais comuns foram: *desenvolvimento anterior e posterior, desenvolvimento supino, puxada por trás, rosca bíceps e tríceps, remada ao peito, remada alta, extensão e flexão dos joelhos, meio agachamento, leg press, flexão plantar do tornozelo e abdução dos ombros*. Nas mulheres, também foram verificados os exercícios de *extensão, adução e abdução do quadril*. Quando o trabalho é voltado para o treinamento de atletas, a variação do número e tipos de exercícios pode diferir bastante em função do desporto praticado e suas respectivas fases de treinamento.

Quanto à seqüência de trabalho, POLLOCK & WILMORE (1993) após uma revisão sobre o assunto, relatam que a maioria dos especialistas recomenda iniciar o treinamento com exercícios

que solicitem grandes grupamentos musculares, passando então para os menores grupamentos. Quando o praticante possui um elevado nível de aptidão, o treinamento pode ser fracionado em mais de um dia. Neste sentido, é comum vermos seqüências que podem conter um dia de treinamento específico para membros inferiores e outro para os músculos da porção superior do corpo. Outra característica importante que envolve a seqüência de trabalho é a ordem de alternância dos segmentos. Algumas pessoas preferem trabalhar de forma variada, como por exemplo, *desenvolvimento supino, meio agachamento e abdominal*. Este trabalho é muito indicado para o iniciante, pois evita a instalação de fadiga precoce, melhorando o rendimento nos exercícios e reduzindo as possibilidades de lesões.

Para os praticantes que possuem elevados níveis de força, é comum observarmos na prática variações específicas dentro de um mesmo grupamento como: *desenvolvimento supino reto, desenvolvimento supino a 45° e crucifixo frontal*. Nesse caso, notamos uma seqüência de trabalho que evoluiu do maior para o menor número de grupamentos, sem no entanto alternar o segmento acionado. Para estabelecer a seqüência adequada de trabalho, fatores como o nível de aptidão do praticante, seu objetivo e as características específicas da fase de treinamento, constituem pontos importantes que devem ser levados em conta na arquitetura dos programas.

A intensidade do treinamento pode atingir níveis elevados, chegando próximos a 100% de uma repetição máxima (1RM) (HOLLMANN & HETTINGER, 1983; ENOKA, 1988; WILMORE & COSTIL, 1988). Dependendo do tipo de força a ser trabalhada, distintas intensidades de esforço serão requeridas. Cabe ressaltar que as cargas extremamente elevadas predisõem o executante a um maior risco de lesões, o que implica em maiores cuidados durante a condução dos exercícios. Desta forma, o ritmo de progressão das cargas deve ser realizado com cuidado. Geralmente, não é necessário realizar testes de 1RM em todos os exercícios para determinar o percentual de cargas a ser trabalhado. Um procedimento interessante é esta-

belecer o número máximo de repetições a serem trabalhadas e detectar qual é a maior carga que o indivíduo consegue mobilizar, para executar os movimentos. Quanto menor o número de repetições máximas executadas, maior será o percentual de carga trabalhada (MONTEIRO, 1996, FLECK & KRAEMER, 1997).

Em relação as séries e repetições conduzidas em cada exercício, parece ser consenso entre os autores que devam ser trabalhadas 3 a 6 séries com 6 a 12 repetições. Geralmente, pessoas que desejam manter-se aptas fisicamente, realizam trabalhos que compreendem 3 a 5 séries realizadas com 10 repetições. Um menor número de repetições associadas a uma maior quantidade de séries é muito preconizado para indivíduos que desejam desenvolver elevados níveis de hipertrofia (MONTEIRO, 1996). FLECK & KRAEMER (1988) preconizam que neste caso, o volume deve ser aplicado através do aumento do número de séries, onde são mantidos esforços com intensidades compreendidas entre 70 a 90% de 1RM. Para treinar a essa intensidade de esforço, o número de repetições deverá situar-se entre 6 a 8. Embora os autores não tenham esclarecido a importância desta relação para a obtenção de hipertrofia, pode-se inferir que no trabalho visando o aumento do volume muscular, o músculo deve ser exposto a elevados níveis de tensões, sendo estas mantidas por um maior tempo possível. Como seria inviável aplicar tensões que exigissem do músculo um esforço próximo a 100% de 1RM através de muitas repetições, são conduzidos um maior número de séries realizadas com poucas repetições.

Para aprimorar a resistência muscular, o treinamento deve ser realizado através de um maior número de repetições com menores limiares de carga. Neste caso, não é necessário trabalhar com cargas elevadas pois o objetivo é favorecer ao músculo um maior aproveitamento de energia sem que se instale a fadiga. Por isto, no treinamento de resistência devem ser levados em consideração fatores como a produção e remoção de metabólitos como o ácido láctico, e suas interferências sobre os parâmetros fisiológicos que influenciam no trabalho muscular desta natureza (FARINATTI &

MONTEIRO, 1992).

Os intervalos entre os exercícios dependem da duração e intensidade em que o esforço é conduzido. É consenso na literatura que o descanso compreendido entre as séries deve ser suficiente para promover uma adequada ressíntese de ATP no músculo, favorecendo uma nova seqüência de exercícios sem o acúmulo demorado de metabólitos como o ácido láctico. Exemplificando esta situação pode-se dizer que, ao realizar quatro repetições máximas em um exercício, o sistema energético predominante na contração muscular é o ATP-CP. Observações práticas demonstram que a duração desse esforço situa-se em torno de 10 segundos. Já quando são executadas 10 repetições máximas, o tempo em que o músculo ficará exposto à tensão poderá, dependendo do exercício, chegar a 30 segundos ou mais. Pode-se notar que em ambos os casos, o músculo foi submetido ao máximo de repetições que conseguia desempenhar com suas respectivas cargas. No entanto, como a duração do trabalho foi diferenciada, intervalos distintos devem ser dados de modo a favorecer ao músculo uma adequada recuperação.

A recuperação da força após trabalho intenso como no primeiro exemplo é rápida, pois a ressíntese do ATP nas fibras rápidas é beneficiada devido às suas maiores concentrações de enzimas como a miocinase e a CPK (TESCH, 1980). Isto significa em que nem todas as atividades que envolvem força máxima aplicadas por curtos períodos necessitam de 3 a 5 minutos de recuperação para serem repetidas, como por vezes é prescrito indiscriminadamente em qualquer exercício suprido pelo sistema ATP-CP. Em relação ao primeiro exemplo pode-se assumir que, dependendo do nível do praticante, intervalos de um a dois minutos podem ser suficientes para aplicação de uma nova seqüência de esforço. No segundo exemplo, como o sistema do ácido láctico é predominante, um maior tempo deverá ser promovido antes de iniciar outra seqüência de contrações. Neste contexto, os intervalos podem variar de dois a cinco minutos, dependendo do nível do praticante. Isto se deve, principalmente, à variabilidade individual na capacidade de produzir, suportar e remover os

metabólitos provenientes do esforço. Independente do tempo, uma conduta que pode ajudar no controle dos intervalos entre os estímulos é o acompanhamento da sensação subjetiva de cansaço. Quando o praticante sentir-se apto, uma nova série de exercícios poderá ser promovida (MONTEIRO, 1996).

A freqüência semanal mínima para provocar efeitos positivos está relacionada a um número de duas sessões (ACSM, 1991), onde níveis ótimos estão associados a 3 a 5 vezes de treinamento por semana (POLLOCK & WILMORE, 1993; MOFFAT, 1994; FLECK & KRAEMER, 1997). Para estabelecer e freqüência ideal de treinamento, os principais fatores a serem levados em conta são: o nível de aptidão física do praticante, o tipo de treinamento a ser conduzido, a forma pela qual o trabalho foi elaborado, a disponibilidade de tempo para o desenvolvimento do trabalho, a fase de treinamento e os recursos disponíveis para a sua realização.

A forma de condução dos exercícios vai variar em função da carga suportada, o que incide diretamente na manifestação de força a ser treinada. Como regra geral pode-se assumir que quanto maiores as cargas, menores serão as velocidades imprimidas e vice versa. Segundo FARINATTI & MONTEIRO (1992) no trabalho de força pura, o movimento apesar de lento é realizado com a máxima velocidade para aquela resistência. Os mesmos autores ressaltam que devido aos altos graus de tensão, as pontes transversas demandariam níveis energéticos também altos para fixação nos sítios ativos, 'impossibilitando' suprimento adicional para geração de velocidade. Em contrapartida, no trabalho de força explosiva diminui-se a carga mais tenta-se manter uma alta freqüência de estimulação através do aumento da velocidade de movimento. Neste caso, a energia é menos canalizada para suportar a carga, passando também a ter importância para a geração de velocidade.

Uma das principais vantagens do treinamento dinâmico sobre o estático, é a possibilidade de se desenvolver força em toda amplitude de movimento. Além de estar relacionada à carga imposta

aos músculos, o recrutamento das fibras também sofre influências dos ângulos trabalhados. Como relatam ASTRAND & RODHAL (1986), a possibilidade de se gerar tensão muscular depende de uma interação ótima entre as pontes transversas de miosina e os filamentos de actina. A partir daí, existe uma faixa de variação no comprimento do músculo na qual ele pode exercer sua tensão máxima. Quando o músculo é demasiadamente alongado ou encurtado, a força produzida é menor. HAY (1988) fazendo menção às propriedades biomecânicas do músculo relata que, em função do segmento acionado e do tipo de alavanca requerida, a força imprimida em distintos ângulos do movimento sofre variações.

No trabalho dinâmico, as fases da contração muscular também exercem uma influência direta na capacidade do músculo produzir tensão. O treinamento dinâmico pode ser dividido em concêntrico (positivo) e excêntrico (negativo). No trabalho concêntrico, a força gerada promove um torque onde o músculo é encurtado e o segmento é deslocado no sentido da força. Na contração excêntrica haverá um alongamento do músculo e o segmento será deslocado no sentido oposto à linha de força. MELLEROWICZ & MELLER (1987) relatam que no trabalho excêntrico, o músculo é contraído e alongado por uma força de ação externa. Este alongamento promove um desenvolvimento passivo de tensão na porção elástica dos músculos, favorecendo maiores possibilidades de gerar força. No entanto, o risco de lesões aumenta pois as tensões geradas sobre os tecidos elásticos do músculo são extremamente elevadas (NEWHAM et al., 1983; EVANS et al., 1986; EVANS, 1987).

Uma forma particular de treinamento dinâmico é o isocinético. Na contração isocinética a produção de força é constante durante toda a amplitude de movimento, em função de uma velocidade pré-estabelecida. É evidente, por definição, que os movimentos isocinéticos requerem o uso de um aparelho eletromecânico capaz de manter constante a velocidade do movimento. Neste caso, a velocidade é uma variável controlada de acordo com a atividade funcional específica do grupo muscular em trabalho (BALZOPoulos &

BRODIE, 1989).

MC ARDLE et al. (1992) relatam que no treinamento isocinético é possível ativar o maior número de unidades motoras, solicitando constantemente os músculos de forma a alcançarem sua capacidade máxima de desenvolver tensão ou de produzir força em qualquer amplitude de movimento. Isto possibilita uma grande aplicação do conceito isocinético em sessões de reabilitação músculo-articular. Em contrapartida, para todas as modalidades desportivas cuja velocidade de movimento apresentam características de força alternáveis, o trabalho isocinético é menos apropriado (WEINECK, 1991). As aplicações dos aparelhos isocinéticos são variadas e por vezes envolvem programas informatizados sofisticados. No entanto, o elevado custo para a aquisição e manutenção de tais instrumentos dificulta sobremaneira a sua utilização em larga escala.

TRABALHO DE FORÇA APLICADO A CRIANÇAS E IDOSOS

Quanto à opinião geral de que o treinamento com sobrecarga prejudica o crescimento dos organismos jovens, esse é um conceito que deve ser pesado com muito cuidado. É claro que precauções devem ser tomadas mas, exercícios cujas cargas são adequadas ao estágio de maturação tendem a trazer benefícios (FARINATTI & MONTEIRO, 1992; FARINATTI, 1995). Os mesmos autores ressaltam que, o importante não é saber a idade com que se começa um treinamento com pesos, mas conhecer a correspondência das cargas usadas com as possibilidades da idade.

PFEIFFER & FRANCIS (1986) comparando as respostas do treinamento de força em crianças, adolescentes e adultos verificaram que, independentemente do nível de maturidade, podem ser obtidos ganhos significativos da força. BLINKE (1993) em extensa revisão sobre a treinabilidade da força em crianças e adultos propõe que, em termos absolutos, o pré-adolescente seja menos treinável. Contudo, em termos relativos, a resposta ao treinamento seja a mesma, se não maior, na

dependência majoritária da intensidade e volume da aplicação das cargas.

WELTMAN (1989) citando o parecer da *National Strength and Conditioning Association* sobre este assunto relata que: a) crianças pré-púberes demonstram ganho de força muscular como resultado do treinamento; b) o treinamento de força aumenta o desempenho motor em crianças pré-púberes. Contudo, alguns cuidados devem ser tomados para uma adequada prescrição dos exercícios. Como exemplo, pode-se assumir que os ossos e articulações em crescimento são mais suscetíveis a certos tipos de lesões que os adultos, em especial as superfícies articulares, os discos epifisários e as inserções tendões/ossos (BLINKIE, 1993). Uma conduta importante para evitar o desenvolvimento de lesões é impedir que o trabalho com pesos seja realizado com cargas elevadas, e que seja conduzido através de exercícios balísticos e extremos de amplitudes articulares. Esta conduta parece ser relevante não somente para o treinamento de força, mas para qualquer atividade física dimensionada para crianças.

Quanto ao treinamento de força voltado para pessoas idosos, a literatura indica que o trabalho de força pode trazer efeitos positivos (FRONTERA et al., 1988; SHEPHARD, 1990; VANDERVOORT, 1992; ROGER & EVANS, 1993; WILMORE & COSTILL, 1994; FLECK & KRAEMER, 1997). Um exemplo disso é dado por FIATARONE et al. (1990) que observaram melhoras significativas da força, em indivíduos com idades entre 86 a 96 anos, após oito semanas de treinamento. Os praticantes treinavam a 80% de IRM, sendo verificados aumentos médios de 177% da força nos músculos do quadríceps. Tal ganho foi acompanhado de uma melhora de 50% da velocidade da marcha, onde 20% dos praticantes conseguiram abdicar de suas bengalas para se locomoverem.

BROWN et al. (1990) estudaram 14 homens saudáveis com idades entre 60 e 70 anos, submetidos ao treinamento de força durante doze semanas. Os autores constataram aumentos médios de 40% nas cargas utilizadas nos exercícios e 17,4% na área em corte transversal dos músculos devido a

hipertrofia seletiva das fibras do tipo II. No entanto, é importante ressaltar que os idosos são mais frágeis e as possibilidades de lesões tendem a ser maiores que em indivíduos mais jovens, fato este que implica em cuidados adicionais na aplicação das cargas de esforço (LILLEGARD & TERRIO, 1994).

Uma prescrição segura e eficiente do trabalho de força em idades avançadas deve encontrar seus alicerces na determinação das cargas de esforço, bem como em seu ritmo de progressão. Dentro deste contexto, é importante destacar que as sessões convencionais que envolvem o trabalho de força podem ser desestimulantes, não encontrando grande aceitação por parte dos idosos. Por isto, o treinamento deve ser integrado a outras atividades que proporcionem uma redução do caráter monótono que normalmente cerca a rotina dos exercícios para o desenvolvimento da força. Outro ponto importante é o conhecimento das características clínicas e da integridade do aparelho locomotor do praticante, para a determinação do repertório de exercícios (MONTEIRO et al., 1996). Adequando corretamente estes aspectos com as necessidades individuais dos idosos, o treinamento tenderá a exercer efeitos favoráveis à saúde.

CONCLUSÕES

Está bem reportado na literatura que a força muscular representa um dos principais componentes da aptidão física relacionada à saúde. Como já visto nesta revisão, níveis adequados de força tornam as pessoas capazes de desenvolverem tarefas diárias com menor esgotamento fisiológico, atuando também como fator preventivo para diversos problemas neuromusculares e músculo-esqueléticos. Quando traduzida através do desenvolvimento muscular, a força pode exercer influências marcantes em diversos aspectos da esfera psicológica como na auto-estima e auto-confiança. Além disso, a força é de fundamental relevância para a prática desportiva, onde quase todas as formas de atividades necessitam em maior ou menor grau do seu desenvolvimento. Apesar de im-

portante em todas as idades, para o idoso, a força assume um papel de maior destaque devido a sua influência nas possibilidades de autonomia.

Quando a força muscular é considerada em escores absolutos, em geral os homens são mais fortes que as mulheres em todos os grupamentos musculares. Já em relação à força relativa ao peso corporal e à massa corporal magra, as diferenças se reduzem, principalmente nos membros inferiores onde podem ser bastante pequenas, ou mesmo inexistentes. Entretanto, o sexo masculino ainda tende a exibir níveis de força superiores aos das mulheres. Pode-se dizer que a magnitude das diferenças na força entre os sexos deve-se a fatores como as distintas metodologias adotadas para a medida da força, os diversos grupamentos musculares avaliados e a forma pela qual a força é expressa.

Em relação à idade, a força apresenta uma característica semelhante em ambos os sexos até a puberdade, onde o sexo masculino assume um padrão diferenciado, exibindo maiores níveis de força, principalmente em função da ação androgênica da testosterona. Já para o sexo feminino, o pico de força seria após a puberdade sem ganho significativo a partir daí. Entre as idades de 20 e 30 anos, a força apresenta um platô em ambos os sexos, declinando gradualmente com perdas mais significativas após a sexta década de vida. Independentemente da faixa etária, o grau de treinamento é um fator que deve ser levado em conta quando se analisa o desenvolvimento da força. A partir daí, pode-se esperar valores máximos de pico de força em idades variadas, o mesmo ocorrendo com a sua redução.

O primeiro aspecto a ser levado em consideração ao trabalho de força é a sua especificidade que pode variar em função do grupo muscular trabalhado, do ângulo articular em que o movimento é conduzido, do tipo de contração muscular a que os músculos são submetidos, da velocidade de contração e do padrão motor desempenhado. Os principais componentes que envolvem o trabalho estático são: a intensidade do esforço; o tempo de tensão ao qual o músculo é submetido; o intervalo entre a aplicação das cargas; a frequência dos estímulos e o número de sessões semanais. No que

concerne ao trabalho dinâmico temos como principais componentes: o número de exercícios; a seqüência de trabalho; o número de séries e repetições, os intervalos entre os exercícios; a frequência semanal; a forma de condução e a amplitude trabalhada nos exercícios. Os componentes funcionam como elos de uma corrente, onde um fator exerce influência direta sobre o outro no aprimoramento da força.

Finalizando, é importante ressaltar que o trabalho de força aplicado a crianças tende a promover efeitos benéficos, desde que o mesmo respeite uma metodologia adequada ao estágio de desenvolvimento do praticante. Neste aspecto, deve existir um rígido controle na determinação da intensidade e do volume de aplicação das cargas. Quanto ao trabalho voltado para indivíduos idosos, o desenvolvimento da força pode atuar de forma positiva, melhorando suas possibilidades de autonomia. Além dos cuidados inerentes à escolha dos exercícios e aplicação das cargas, deve-se priorizar atividades que evitem ao máximo o caráter monótono que pode cercar trabalhos convencionais de força, de modo a favorecer a adesão dos idosos aos programas de exercícios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALWAY, S.E. et al. Twitch contractile adaptations are not dependent on the intensity of isometric exercise in the human triceps surae. **European Journal of Applied Physiology**, v. 60, p. 346-352, 1990.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM). **Guidelines of Exercise Testing and Exercise Prescription**. 4a ed. Philadelphia: Lea and Febiger. 1991.
- ANDERSON, M.B. et al. Leg power, muscle strength and peak EMG activity in physically active college men and women. **Med. Sci. Sports**, v. 11, n. 1, p. 81-86, 1979.
- AOYAGI, Y. & SHEPHARD, R.J. Aging and muscle function. **Sports Medicine**, v. 14, n. 6, p. 376-396, 1992.

- ASTRAND, P.O. & RODAHL, K. **Textbook of Work Physiology**. 3a ed. New York: McGraw Hill, 1986.
- ATHA, J. Strengthening muscle. In: MILLER, D.I. (ed.). **Exercise and Sports Sciences Reviews**, v.9, p. 1-73, 1982.
- BALZOPOULOS, V. & BRODIE D.A. Isokinetic Dynanometry: Applications and Limitations. **Sports Medicine**, v. 8, n. 2, p. 101-116, 1989.
- BERGER, R.A. **Applied Exercise Physiology**. Philadelphia: Lea e Febiger, 1982.
- BLINKE, C.J.R. Resistance training during preadolescence. **Sports Medicine**, v. 15, n. 6, p. 389-407, 1993.
- BOUCHARD, C. et al. Exercise, Fitness, and Health: The Consensus Statement. In: BOUCHARD, C., SHEPHARD, B. J., STEPHENS, T., SUTTON, J. R., Mc PHERSON, B. D. (eds). **Exercise Fitness And Health. A Consensus Of Current Knowledge**. Champaign: Human Kinetics. 1990. p. 4-28.
- BOLOGUN, J.A. Muscular strength as a predictor of personality in adult female. **J. Sports Med**, v. 26, p. 377-383, 1986.
- BOMPA, T.O. **Theory and Methodology of Training - The Key to Athletic Performance**. 3 ed., Dubuque: Kendal/Hunt, 1983.
- BOND, V. et al. Strength comparisons in untrained women bodybuilders. **Journal of Sports Medicine**, v. 25, p. 131-134, 1985.
- BRANTA, C. et al. Age changes in motor skills during childhood and adolescence. In: Terjung, R.L. (ed.). **Exercise and Sports Sciences Reviews**, v. 12, 1984.
- BROWN, A.B. et al. Positive adaptations to weight-lifting training in the elderly. **J. Appl. Physiol.**, v. 68, p. 1725- 1730, 1990.
- CAROLYN, B. & CAFARELLI, E. Adaptations in coactivation after isometric resistance training. **Journal of Applied Physiology**, v. 73, p. 911-917, 1992.
- CHANDER, J.T. et al. The effect of the squat on knee stability. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 21, n. 3, p. 299-303, 1989.
- DAVIES, J. et al. Changes in strength and cross sectional area of the elbow flexors as a result of isometric strength training. **European Journal of Applied Physiology**, v. 57, p. 667-670, 1988.
- DAVIES, C.T.M. & YOUNG, K. Effects of training at 30 and 100% maximal isometric force on the contractile properties of the triceps surae of man. **Journal of Physiology**, v.36, p.22-23, 1983.
- ENOKA, R.M. Muscle strength and its development: new perspectives. **Sports Med.**, v. 6, p. 146-168, 1988.
- EVANS, W.J. Exercise-induced skeletal muscle damage. **Phys. Sportsmed.**, v. 15, p. 89-100, 1987.
- EVANS, W.J. et al. Metabolic changes following eccentric exercise in trained and untrained men. **J. Appl. Physiol.**, v. 61, p. 1864-1868, 1986.
- FARINATTI, P.T.V. **Criança e Atividade Física**. Rio de Janeiro: Sprint. 1995.
- FARINATTI, P.T.V. Avaliação da Autonomia do Idoso: Definição de Critérios para uma Abordagem Positiva. **Anais do I Seminário Internacional Sobre Atividade Física Para Terceira Idade**, v.1, p.93-131, 1996.
- FARINATTI, P.T.V. & MONTEIRO, W.D. **Fisiologia e Avaliação Funcional**. Rio de Janeiro: Sprint. 1992.
- FARINATTI, P.T.V. & MONTEIRO, W.D. **Fisiologia do Esforço**. In: Faria Junior (org.). **Uma introdução a Educação Física**. Niterói: Lachartre, 1997. (no prelo).
- FIATARONE, M.A. et al. High intensity strength training in nonagenarians. **J. Am. Med. Ass.**, v.263, n.11, p.3029-3034, 1990.
- FISHER, M.B. & BIRREN, J.E. Age and strength. **J. Appl. Physiol.**, v. 31, p. 490-497, 1947.
- FLECK, S.J. & KRAEMER, W.J. Resistance Training: Basic Principles. **The Physician and Sports Medicine**, v. 16, n.3, p. 160-171, 1988.

- FLECK, S.J. & KRAEMER, W.J. **Designing Resistance Training Programs**. 2 ed. Champaign: Human Kinetics, 1997.
- FLEG, J.L. & LAKATA, E.G. Role of muscle loss in the age-associated reduction in VO₂ max. **Journal of Applied Physiology**, v. 65, p. 1147-1151, 1988.
- FRANÇA, N.M. et al. Desenvolvimento da força muscular de membros inferiores em escolares de 7 a 18 anos. **Rev. Bras. Cienc. Esp.**, v. 5, n.2, p. 58-65, 1984.
- FROBERG, K. & LAMMERT, O. Development of muscle strength during childhood. In: BAR-OR, O. (ed.). **The Child and Adolescent Athlete**. Champaign: Human Kinetics. 1996. p. 25-41.
- FRONTERA, W.R. et al. Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. **J. Appl. Physiol.**, v. 64, n. 3, p. 1038-1044, 1988.
- GARFINKEL, S. & CAFARELLI, E. Relative changes in maximal force, EMG, and maximal cross-sectional area after isometric training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.24, p.1220-1227, 1992.
- GLEDHIL, N. Discussion: Assesment of fitness. In: BOUCHARD, C, SHEPHARD, B. J., STEPHENS, T., SUTTON, J. R., Mc PHERSON, B. D. (eds). **Exercise Fitness And Health. A Consensus Of Current Knowledge**. Champaign: Human Kinetics. 1990. p. 121-125.
- GRIMBY, G. et al. Morfology and enzymatic capacity in arm and leg muscles in 78-81 years old men and women. **Acta Physiological Scandinavica**, v. 115, p. 125-134, 1982.
- HAY, J.G. **The Biomechanics of Sports Techniques**. 2a ed. Englewood Cliffs: NJ Prentice Hall. 1988.
- HETTINGER, R. & MULLER, E. Muskelleistung and muskeltraining. **Arbeits Physiology**, v.15, p. 111-126, 1953.
- HEYWARD, V.H. et al. Gender Differences in Strength. **Res. Quart.**, v. 57, n. 2, p. 154-159, 1986.
- HOLLMAN, W. & HETTINGER, T. **Medicina do Esporte**. São Paulo: Manole. 1983.
- HOLLOWAY, J.B. & BAECHE, T.R. Strength Training for Female Athletes - A Review of Selected Aspects. **Sports Medicine**, v. 9, n. 4, p. 216-228, 1990.
- IKAI, M. & FUKUNAGA, T. A study on training effect on strength per unit cross-sectional area of muscle by means of ultrasonic measurement. **European Journal of Applied Physiology**, v. 28, p.173-180, 1970.
- JETTE, A.M. et al. Musculo-skeletal impairments and physical disablement among the aged. **J. Gerontol. Med. Sci.**, v. 45, n. 3, p. M203-M208, 1990.
- KELLER, B. **The Influence of Body Size Variables on Gender Differences in Strength and Maximum Aerobic Capacity**. Unpublished Doctoral Dissertation. University of Massachusetts: Amherst, 1989.
- KENDALL, F.P. & MC CREARY, E.K. **Músculos, Provas e Funções**. 3a ed. Rio de Janeiro: Manole. 1986.
- KRAEMER, W.J. et al. A review: Factors in exercise prescription of resistance training. **NSCA Journal**, v. 10, n. 5, p. 36-41, 1988.
- LAUBACH, L.L. Comparative muscular strength of men and women: a review of the literature. **Aviation Space and Environmental Medicine**, v. 4, p. 534-542, 1976.
- LAFORREST, S. et al. Effects of age and regular exercise on muscle strength and endurance. **Eur J Appl Physiol**, v. 60, n. 2, p. 104-111, 1990.
- LILLEGARD, W.A. & TERRIO, J.D. Treinamento apropriado para força. In: Mc Keg, D. B. (red.). **Clínicas Médicas da America do Norte - Medicina Desportiva**, Rio de Janeiro: Interlivros, 1994. p. 473-494.
- MALINA, R.M. & BOUCHARD, C. **Growth, Maturation, and Physical Activity**. Champaign: Human Kinetics. 1991.
- MATHEWS, D.K. **Medida e Avaliação em Educação Física**. 5a ed. Rio de Janeiro: Interamericana. 1980.

- MC ARDLE, W.D. et al. **Fisiologia do Exercício - Nutrição e Desempenho Humano**. 3a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1992.
- MELLEROWICZ, H. & MELLER, W. **Treinamento Físico: Bases e Princípios Fisiológicas**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1987.
- MOFFATT, R.J. Considerações para Prescrição de Exercícios. In: BLAIR, S.N., PAINTER, P., PATE, R.R., SMITH, L.K. & TAYLOR, B.C. (eds.). **Prova de Esforço e Prescrição de Exercício**. Rio de Janeiro: Revinter. 1994. p. 156-165.
- MONTEIRO, W.D. Aspectos fisiológicos e metodológicos do condicionamento físico na promoção da saúde. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v. 1, n.3, p. 44-58, 1996.
- MONTEIRO, W.D. & FARINATTI, P.T.V. Efeitos agudos do treinamento de força sobre a flexibilidade em praticantes não-atletas em academias. **Revista da APEF/Londrina**, v. 11, n.19, p. 36-42, 1996.
- MONTEIRO, W.D. et al. Índice de massa corpórea e relação cintura/quadril das alunas do projeto IMMA/UNATI-UERJ. **Anais do I Seminário Internacional sobre Atividade Física para a Terceira Idade**, v.2, p.127-140, 1996.
- MONTEIRO, W.D. et al. Força muscular e características morfológicas de mulheres idosas praticantes do programa de atividades físicas do SESI/Petrópolis. Tema livre apresentado no Congresso Mundial de Educação Física/ AIESEP. **ARTUS-Revista de Educação Física e Desportos**, v.1, n.13, p. 183-184, 1997.
- MONTOYLE, H.J. & LAMPHIER, D. E. Grip and arm strength in males and females, age 10 to 69. **Res. Quart.**, v. 48, p. 109-120, 1977.
- MORROW, J.R. & HOSLER, W.W. Strength comparisons in untrained men and trained women athletes. **Med. Sci. Sports**, v. 13, n. 3, p. 194-198, 1981.
- MURRAY, M.P. et al. Age-related differences in knee muscle strength in normal women. **J. Gerontol.**, v. 40, n. 3, p. 275-280, 1985.
- OLIVEIRA, A.C.C. & ARAÚJO, C.G.S. Avaliação da Idade Biológica e sua Aplicabilidade na Educação Física. IN: ARAÚJO, C.G.S. (org) **Fundamentos Biológicos Medicina Desportiva**. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1985. p. 35-64.
- O'SHEA, N. & WEGNER, J. Power weight training and the female athlete. **Phys. Sports Med**, v. 9, n. 6, p. 109-120, 1981.
- PARISCOVÁ, J. **Gordura Corporal e Aptidão Física**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogam, 1982.
- PFEIFFER, R.P. & FRANCIS, R.S. Effects of strength training on muscle development in prepubescent, pubescent and postpubescent males. **Phys. Sportsmed**, v. 14, n. 9, p. 134-143, 1986.
- POLLOCK, M.L. & WILMORE, J.H. **Exercícios na Saúde e na Doença. Avaliação e Prescrição para Prevenção e Reabilitação**. 2a ed..Rio de Janeiro: MEDSI. 1993.
- ROGER, M.A. & EVANS, W.J. Changes in skeletal muscle with aging: effects of exercise training. In: HOLOSZY, J.O. (ed.). **Exercise and Sport Sciences Reviews**. Baltimore: Williams & Wilkins, v.21, 1993.
- SALE, D.G. Influence of exercise and training on motor unit activation. **Exercise and Sports Sciences Reviews**, v.15, p. 95-151, 1987.
- SALE, D.G. Neural adaptation to resistance training. **Medicine and Sciences in Sports and Exercises**, v. 20, (Suppl.), p.135-145, 1988.
- SALE, D.G. Testing Strength and Power. In: MAC DOUGALL, J.D., WENGER, H.A. & GREEN, H.J. (Ed.). **Physiological Testing of the High-Performance Athlete**. 2a ed. Champaign: Human Kinetics, 1991. p. 21-106.
- SALE, D.G. & NORMAN, R.W. Testing Strength and Power. In: MAC DOUGALL, J.D., WENGER, H.A. & GREEN, H.J. (Ed.). **Physiological Testing of the Elite Athlete**. Ottawa: Mutual Press Limited, 1982. p. 7-37.
- SHEPHARD, R.J. The scientific basis of exercise prescription for the very old. **JAGS**, v.38, p.62-70, 1990.

- SHEPHARD, R.J. **Body Composition in Biological Anthropology**. London: Cambridge University Press, 1991.
- SPIRDUSO, W.W. **Physical dimensions of aging**. Champaign: Human Kinetics, 1995.
- SNOOCK, S.H. & CIRIELLO, V.M. Maximum weights and work loads acceptable to female workers. **J. Occupat. Med.**, v. 16, p. 527-534, 1974.
- SNOOCK, S.H. et al. Maximum weights and work loads acceptable to male industrial workers. **Am. Indust. Hygiene Assoc. J.**, v. 31, p. 579 - 586, 1970.
- STONE, M.H. Implications for connective tissue and bone alterations resulting from resistance training. **Medicine and Sciences in Sports and Exercise**. (Suppl.), v. 20, n. 5, p. 162-168, 1988.
- STONE, M.H. et al. Health- and performance-related potential of resistance training. **Sports Med.**, v. 11, n. 4, p. 210-231, 1991.
- TESCH, P. Muscle fatigue in man with special reference to lactate accumulation during short term intense exercise. **Acta Pysiol. Scand.**, Suppl. 480, p. 5-40, 1980.
- TUCKER, L.A. Muscular strength: a predictor of personality in males. **J. Sports Med.**, v. 23, p. 213-220, 1983.
- VANDERVOORT, A.A. Effects of ageing on human neuromuscular function: implications for exercise. **Can. J. Sports Sci.**, v.17, n.3, p.178-184, 1992.
- WEINECK, J. **Manual de Treinamento Desportivo**. São Paulo: Manole, 1986.
- WEINECK, J. **Biologia do Esporte**. São Paulo: Manole, 1991.
- WELTMAN, A. Weight training in prepubertal children: physiologic benefit and potential damage. In: BAR-OR, O. (ed.). **Advances in Pediatric Sport Sciences**, v. 3. Champaign: Human Kinetics, 1989.
- WILMORE, J.H. & COSTILL, D.L. **Physiology of Sport and Exercise**. Champaign: Human Kinetics, 1994.
- ZAUNER, C.W. et al. Physiological considerations in training young athletes. **Sports Medicine**, v.8, n.1, p.15-31, 1989.