

PRISCILA GRANATO

**ALTERAÇÕES RELACIONADAS À SARCOPENIA E A INFLUÊNCIA
DO TREINAMENTO DE FORÇA**

**Monografia apresentada como requisito parcial para
conclusão da especialização em Fisiologia do
Exercício, do Departamento de Educação Física,
Setor de Ciências Biológicas, da Universidade
Federal do Paraná.**

ORIENTADOR: Professor Ms. Rodrigo Bozza

Dedico esta monografia a minha família.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Eliana e Romeu, sem eles eu não teria conseguido chegar a esta fase, aos meus irmãos, Rodrigo, Renata e Patrícia e a minha tia Vera.

Agradeço aos meus amigos e amigas que puderam entender minha fase estressante e com pouco tempo para festas e baladas;

Aos meus colegas de trabalho que agüentavam meu constante mau humor;

Ao meu orientador Rodrigo Bozza;

Agradeço a Deus, pai querido que me iluminou e ajudou a terminar sem ficar louca, além de colocar todas estas pessoas maravilhosas no meu caminho.

“Viver e não ter a vergonha de ser feliz, cantar e cantar e
cantar a beleza de ser um eterno aprendiz...”.

Gonzaguinha

SUMÁRIO

RESUMO	v
ABSTRACT.....	vi
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 PROBLEMA.....	2
1.2 OBJETIVOS	3
1.3 JUSTIFICATIVA.....	3
2. MÉTODOS.....	5
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	6
3.1 O QUE É SARCOPENIA	6
3.2 PREVALÊNCIA DE SARCOPENIA.....	7
3.3 ALTERAÇÕES NA COMPOSIÇÃO CORPORAL.....	8
3.4 ALTERAÇÕES NA PROTEÍNA MUSCULAR	11
3.5 ALTERAÇÕES NEUROMUSCULARES	13
3.6 ALTERAÇÕES HORMONAIS	16
3.7 TREINAMENTO DE FORÇA	19
4. CONCLUSÃO.....	25
REFERÊNCIAS	26

RESUMO

O processo de envelhecimento vem acompanhado por diversas alterações fisiológicas e comportamentais que comprometem a realização de atividades básicas da vida diária. Uma das principais alterações está relacionada à diminuição de massa e força muscular com a idade, denominada sarcopenia que pode acarretar em quedas e fraturas que levam a perda da dependência funcional. Observando tais aspectos este estudo teve por objetivo analisar as alterações relacionadas à sarcopenia e a influência que o treinamento de força exerce sobre a mesma. Através de uma revisão de literatura foram investigados artigos relacionados a sarcopenia e aos principais mecanismos envolvidos no processo de perda de massa e força muscular com o envelhecimento. São observados aumentos de 24% na prevalência de sarcopenia para pessoas a cima de 70 anos e de 50% para aquelas com mais de 80 anos, sendo pouco mais evidente para o sexo masculino. As principais alterações relacionadas à composição corporal são o aumento da gordura nas primeiras décadas do envelhecimento e a diminuição nas idades mais avançadas em virtude da gradativa perda de massa muscular conseqüente a sarcopenia. O processo de envelhecimento também é responsável pela dificuldade do organismo em sintetizar novas proteínas em especial a proteína miofibrilar que chega a ter taxa de síntese 28% menor em idosos quando comparado com jovens. Entretanto há pouca alteração quanto à degeneração de proteínas danificadas. Com o passar da idade ocorre um decréscimo nos níveis circulantes de vários hormônios anabólicos, entre eles o hormônio do crescimento, a testosterona e o DHEA, que contribuem para a manutenção da massa e função muscular em indivíduos da terceira idade. A perda de neurônios destaca-se como a principal alteração relacionada ao sistema neuromuscular, sendo responsável pela atrofia muscular gerada pela desnervação seletiva, principalmente nas fibras tipo II. O treinamento de força é considerado a principal prevenção e opção terapêutica no combate aos malefícios causados pela sarcopenia. O treinamento de força deve fazer parte do programa de atividade física de indivíduos com mais de 40 anos que pretendem minimizar ou impedir o desenvolvimento da sarcopenia. Quanto maior as intensidades do treinamento maiores serão os incrementos de força, podendo chegar a até 227% de 1RM. O planejamento de um programa de força para idosos segue as mesmas orientações para montagem de um programa de treinamento para qualquer outra faixa etária e deve incluir exercícios para os principais grupos musculares.

Palavras chaves: sarcopenia, envelhecimento, treinamento de força.

ABSTRACT

The aging process brings a lot of physiological and comportamental changes that endanger the practice of basic activities from the everyday. One of the principal changes is related to the reduce of muscle mass and strength, called sarcopenia, that can result in falls and broken bones which will occasion the loss of functional dependency. This study has as goal to analyze changes related to sarcopenia and the influence that the strength training has in the prevention and treatment of sarcopenia. Looking for support at literature articles related to sarcopenia and to the principal mechanisms involved in the process of muscle mass loss and strength were found. There is an increase of 24% on the prevalence of sarcopenia in people who are more than 70 years old and 50% for those who are more than 80 years old, being more evident in the males. The principal changes related to body composition are the increase of fat mass on the first decades of aging and the reduce in the more advanced ages as a result of the constant loss of body mass, a sarcopenia's consequence. The aging process is also responsible for the organism's difficulty to synthesis new proteins, specially the myofibrillar protein, which can have 28% less of synthesis rate in older people than in young people. However there are few changes when we analyze the breakdown proteins. Normal aging results in decreased circulating levels of several anabolic hormones, including growth hormone, testosterone and DHEA, that may contribute to the changes in muscle mass and function seen in older people. Loss of neurons shine through as the principal change related to the neuromuscular system, being responsible for the muscle mass loss occasioned for the selective atrophy of type II fibers. The strength training is considered the principal prevention and therapeutic option in the combat of the bad consequences of sarcopenia. Strength training must be part of the physical activity programs for people above 40 years old, who intend to minimize or prevent the sarcopenia's development. The bigger the training intensity, the bigger will be the strength increases, which can be over 227% of 1RM. The strength program planning for the elderly must be the same as the one for the other age groups, including exercises for the principal muscle groups.

Key words: aging, sarcopenia, strength training.

1. INTRODUÇÃO

O aumento da expectativa de vida da população tem levado pesquisadores e profissionais da área da saúde a voltarem sua atenção para estudos que visem a melhoraria da qualidade de vida na terceira idade. As diversas alterações fisiológicas decorrentes do envelhecimento levam a diminuição da capacidade funcional e, por consequência, a dificuldades para realização de atividades rotineiras (MATSUDO; MATSUDO; BARROS; Leite, 2000; MAIOR, 2004).

Pode-se atribuir a esta situação o declínio gradual da força com o passar dos anos. Fiataroni (1998) sugere que esta perda possa chegar aos 30% entre os 70-80 anos. Outros autores indicam que o declínio da força muscular seria aproximadamente de 15% por década entre 60-70 anos e 30% depois desta faixa etária (DANENSKOILD-SAMSOE et al.,1984; HARRIES E BASSEY, 1990; LARSSON, 1978; MURRAY et al., 1985), sendo que estas alterações são maiores nas mulheres (INAMURA et al., 1993).

Este decréscimo está relacionado com a diminuição da massa muscular, alterações no sistema nervoso quanto à capacidade de processar informações e responder a estímulos, a alterações hormonais e à atrofia por desuso ocasionada pelo aumento do sedentarismo decorrente do avanço da idade (SIMÕES, 2004).

Ao analisar estes fatores e as consequências por eles ocasionadas, em especial relacionadas aos decréscimos de massa muscular, fator mais limitante para a diminuição da capacidade funcional do idoso, surgiu no início da década de 90 o termo

sarcopenia que se refere à perda de força e massa muscular relacionada à idade ocorrendo mesmo no envelhecimento saudável (EVANS, 1995;1996).

Vários fatores estão relacionados às alterações musculares e metabólicas conseqüentes a sarcopenia, entre eles: alterações na composição corporal, alterações hormonais, alterações nas proteínas musculares, alterações neuromusculares e inatividade física (ROUBENOFF, 2000).

1.1 PROBLEMA

Observando e estudando as diversas modificações que acompanham o processo do envelhecimento, será discutido através de uma revisão de literatura as alterações fisiológicas e comportamentais relacionadas a sarcopenia, assim como sua prevenção através de um adequado treinamento de força.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar as alterações fisiológicas relacionadas à sarcopenia

1.2.2 Objetivos específicos

Analisar as alterações relacionadas à composição corporal;

Analisar as alterações relacionadas aos fatores hormonais;

Analisar as alterações relacionadas às adaptações neuromusculares;

Analisar as alterações relacionadas às modificações na proteína muscular;

Analisar a influência do treinamento de força no processo da sarcopenia.

1.3 JUSTIFICATIVA

A realização de atividades diárias acaba sendo comprometida com o avanço da idade devido ao fato de que as conseqüências da sarcopenia afetam de maneira significativa a capacidade funcional da população idosa levando a dependência para realização de atividades rotineiras.

Sendo assim o exercício físico, especialmente o treinamento de força pode diminuir os efeitos da sarcopenia promovendo através do aumento da capacidade funcional a qualidade de vida do idoso.

2. MÉTODOS

Esta revisão de literatura inclui artigos que tratam sobre o problema da sarcopenia em geral, e alguns livros que explicam sobre as alterações neuromusculares e metabólicas relacionadas à sarcopenia.

Os artigos que tratam sobre as alterações relacionadas à sarcopenia, assim como os artigos sobre treinamento de força foram selecionados em revistas e periódicos que utilizam a língua inglesa e em periódicos nacionais e alguns internacionais.

Os artigos foram selecionados a partir da procura por palavras chaves como sarcopenia, envelhecimento e treinamento de força. Nos artigos selecionados procedeu-se o exame de suas referências a fim de buscar algum outro artigo de relevância para o trabalho.

Após ler todos os artigos, deu-se início ao processo de redação da monografia que teve início em maio de 2008 e término em novembro de 2008.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 O QUE É SARCOPENIA

No início da década de 90, surgiu o termo sarcopenia, que se refere ao declínio em força e massa muscular relacionado à idade (EVANS, 1995;1996), diferentemente da perda muscular causada por doença inflamatória, perda de peso ou por doenças em estágio avançado (ROUBENOFF et al, 1997).

A sarcopenia se refere à mudança na capacidade neuromuscular com o avanço da idade, acompanhada da perda involuntária da massa muscular e força, conseqüentemente, alterações na síntese de proteína, mudança da composição corporal e redução dos componentes neuromusculares (MAIOR, 2004).

A redução de força e massa muscular é evidente em todos os idosos quando comparados com jovens saudáveis e fisicamente ativos. Quando o envelhecimento é acompanhado por doenças severas o processo de perda de massa muscular é acelerado aumentando os riscos de fragilidade e morte (ROUBENOFF, 2000).

A sarcopenia é uma das variáveis utilizadas para definição da síndrome de fragilidade, que é altamente prevalente em idosos, conferindo maior risco para quedas, fraturas, incapacidade, dependência, hospitalização recorrente e mortalidade. Essa síndrome representa uma vulnerabilidade fisiológica relacionada à idade, resultado da deteriorização da homeostase biológica e da capacidade do organismo de se adaptar às novas situações de estresse (SILVA et al., 2006).

Não há um valor absoluto para que se possa diagnosticar presença da sarcopenia. Há uma estrutura direta entre massa muscular e força muscular, onde quanto maior a massa muscular maior a força e vice-versa. Entretanto esta relação não se estabelece para comparações quanto a ganhos de massa e força muscular (ROUBENOFF, 2000).

Evidências apontam para um limite de perda de massa muscular que pode ser perdida antes de morrer. Winick (1979), ao estudar pacientes com AIDS ou doenças críticas, sugeriu que uma perda superior a 40% de massa é fatal.

A perda gradativa da massa do músculo esquelético e da força que ocorre com o avanço da idade, conhecida como sarcopenia, tem sido definida por alguns autores como a perda de massa muscular correspondente a mais de dois desvios-padrão abaixo da média da massa esperada para o sexo, na idade jovem (MATSUDO; MATSUDO; BARROS; Leite, 2000).

3.2 PREVALÊNCIA DE SARCOPENIA

Em estudo epidemiológico realizado na cidade de New México com 1.666 homens e mulheres idosos dos quais 1.130 completaram as entrevistas feitas em casa e 883 completaram todos os exames, constatou-se aumento da prevalência de sarcopenia de 13-24% para pessoas com idade superior a 70 anos e para 50% para aquelas com mais de 80 anos. Utilizando-se para isso a definição de sarcopenia correspondente a dois ou mais desvios-padrão abaixo da média para jovens saudáveis (BAUMGARTNER et al., 1998).

IANNUZZI-SUCICH; PRESTWOOD; KENNY (2002) quantificaram a prevalência de sarcopenia em 195 mulheres e 142 homens, de 64 a 93 anos de idade, por meio de densitometria óssea de corpo total. A prevalência de sarcopenia, definida como MMET menor do que $7,26\text{kg/m}^2$ para o sexo masculino e menor do que $5,45\text{kg/m}^2$ para o feminino, foi 22% para as mulheres e 27% para os homens. E em indivíduos com mais de 80 anos, a prevalência aumentou para 31% em mulheres e 45% em homens.

A sarcopenia está bastante definida e comprovada. Análise da secreção urinária de creatina (TZANKOFF & NORIE, 1978), comprovaram perda de quase 50% entre as idades de 20 a 90 anos e Spirduso (1995) e Fiatarone (1998), mediante análise do potássio corporal, relatam perdas em ambos os sexos de 3,6% por década.

3.3 ALTERAÇÕES NA COMPOSIÇÃO CORPORAL

Concomitantemente à sarcopenia ocorrem mudanças na composição corporal com o decorrer dos anos e o processo de envelhecimento (ROUBENOFF et al., 1999). Entre as mudanças estão: o aumento da gordura nas primeiras décadas do envelhecimento, a perda de gordura nas décadas mais tardias da vida, a redução da taxa de velocidade metabólica e o nível de atividade física, somado a uma ingestão energética que não se iguala a redução da necessidade calórica (ROBERTS et al., 1992). Essas mudanças parecem ser o padrão mais provável de comportamento da adiposidade corporal com o processo do envelhecimento (MATSUDO; MATSUDO; BARROS; Leite, 2000; HUGHES et al., 2002).

Em sua pesquisa, Kyle et al. (2001), ao avaliar os parâmetros da composição corporal de homens e mulheres entre 60 e 95 anos observaram que homens acima de 80 anos apresentavam reduções de 7,3% de massa gorda em relação aos de 70 anos e que nas mulheres acima de 80 anos esta redução era de 6,8% em relação as de 70 anos.

Hughes et al. (2002) ao avaliarem a composição corporal por meio de hidrodensitometria em idosos com idades iniciais de aproximadamente 62 anos observaram aumento de 7,5% por década em relação à massa gorda em ambos os sexos quando reavaliados 10 anos depois. Em mulheres este aumento se atenuou em idades mais avançadas.

Durante dois anos consecutivos, Visser et.al. (2003), avaliaram a composição corporal de homens e mulheres brancos e negros com idades variando entre 70 e 79 anos. Estes autores apresentaram em seus resultados um declínio na massa corporal total de 0,3% para homens e 0,4% para mulheres. A massa de gordura total aumentou em 2,0% nos homens, porém nas mulheres não ocorreu mudança significativa.

Com o envelhecimento existe uma redistribuição da gordura corporal dos membros para o tronco, especialmente na região abdominal (GOING et.al., 1995). Em estudo realizado com tomografia computadorizada, Fiatarone et. al., 1994, observaram depósito de gordura intramuscular nos membros inferiores de idosos, e aumento da gordura visceral na região abdominal.

Os homens apresentam gordura subcutânea diminuída na periferia, mas aumentada centralmente (tronco) e internamente (víceras). Assim 40% do aumento da gordura intra-abdominal acontece na quinta década de vida. Nas mulheres a gordura subcutânea pode permanecer estável até os 45 anos, sendo que o aumento da gordura

corporal total acontece por acúmulo de gordura corporal interna e intramuscular (MATSUDO; MATSUDO; BARROS; Leite, 2000).

Ao avaliar as alterações em relação ao índice de massa corporal (IMC), Spirduso (1995) relatou que os homens apresentam seu valor máximo de IMC entre 45 e 49 anos apresentando em seguida um pequeno declínio, enquanto as mulheres somente atingem o pico entre 60 e 70 anos, o que significa que elas continuam aumentando de peso.

A taxa de perda muscular tem sido estimada na escala de 1-2% de perda por ano, após os 50 anos de idade (HUGHES et al.,2002). Em estudo transversal, Evans, 1995, sugere uma perda de massa muscular entre os 20 e 80 anos de aproximadamente 35-40%.

Nas mulheres o peso corporal aumenta entre os 40 e 50 anos, estabilizando-se após esta idade. Da mesma maneira o percentual de massa gorda permanece estável até os 40 anos e aumenta de 28 para 35% entre as idades acima citadas (BROZEK, 1952). Em outro estudo transversal com homens e mulheres de 18 a 85 anos, o percentual de massa gorda aumentou de 18% para 36% nos homens e de 33% para 44% nas mulheres (YOUNG, et al. 1963).

Homens apresentam maior perda muscular entre os 41 e 60 anos, enquanto que nas mulheres esta perda é mais acentuada após os 60 anos (NOVAK, 1972).

Recentes pesquisas epidemiológicas sugerem que a perda muscular inicia-se após a segunda década de vida diminuindo de maneira lenta e progressiva após esta data.

Embora ocorra aumento do percentual de gordura, não ocorre relação direta com o peso corporal, que tende a diminuir nas idades mais tardias da vida, relacionando-se a esta situação a perda de massa magra decorrente da sarcopenia (MATSUDO; MATSUDO; BARROS; Leite, 2000).

A redução da massa muscular relacionada a sarcopenia leva também a diminuição do gasto energético pelos declínios no metabolismo basal, que chega a ser de 10% por década (ROUBENOFF, 2000).

3.4 ALTERAÇÕES NA PROTEÍNA MUSCULAR

Aproximadamente 20% do peso muscular é composto por proteínas. Sendo assim, alterações na massa muscular estão associadas com alterações das proteínas musculares, incluindo a síntese de novas proteínas e a degradação de proteínas danificadas (BROSS; JAVANBAKHT; SHALENDER, 1999).

Como não há evidências conclusivas da aceleração da degradação de proteínas musculares em idosos saudáveis, sugere-se que a idade está associada com uma redução da capacidade da musculatura esquelética em sintetizar novas proteínas (NAIR, 1995).

Volpi et al (2001) comparam a síntese e degradação da proteína muscular em 26 jovens (28anos) e 22 idosos (70 anos) do sexo masculino, saudáveis e independentes, por meio do equilíbrio arteriovenoso. Os resultados mostraram que os jovens apresentavam a síntese protéica (48nmol/min) por 100ml de volume da coxa significativamente maior que idosos (32nmol/min). A degradação da proteína

muscular apresentou 66nmol/min por 100ml de volume da coxa nos idosos e 53nmol/min por 100ml de volume da coxa nos jovens, demonstrando que com o envelhecimento ocorrem mudanças significativas em relação à síntese protéica muscular, mas pouca alteração ao se tratar da degradação da proteína muscular ocorrente em idosos.

Estudos preliminares têm demonstrado que a síntese de miosina de cadeia pesada, a maior proteína estrutural que é responsável junto com a actina pela hidrólise do ATP, é significativamente reduzida na meia idade (31%) e na terceira idade (41%), tanto em homens como em mulheres (BALAGOPAL, et al. 1997).

Alterações protéicas não são somente necessárias para manter a integridade de proteínas estruturais e contráteis como a miosina, mas também para manutenção de outras funções, como as enzimas. Rooyackers et al. (1996) reportaram um declínio de 40% na síntese de proteínas mitocondriais na meia idade (54 ± 1 ano), porém nenhum decréscimo significativo em idosos de 70 anos (73 ± 2 anos). Esses resultados são intrigantes porque as atividades das enzimas mitocondriais continuam a declinar após a meia idade. Sendo assim, as reduções nas atividades enzimáticas na terceira idade poderiam ser explicadas pela redução na síntese de proteínas mitocondriais possivelmente resultando no aumento nas alterações do DNA mitocondrial relacionado à idade.

Todas as proteínas declinam do nascimento até a terceira idade (FRONTERA, et. al 1990), entretanto, quando as taxas de proteínas são normalizadas para massa livre de gordura, não há diferença entre jovens e idosos (FUKAGAWA, 1989). Como as pessoas idosas perdem massa magra, mas não peso é possível que a diferença

observada na síntese total de proteína corporal nos idosos é devido ao aumento na massa gorda (KEHAYIAS et. al 1997).

Existem alterações nas taxas de síntese individual de proteínas musculares em idosos. Quando comparados com jovens, adultos na meia idade e idosos, estes apresentam taxa de síntese de miosina de cadeia pesada mais demorada, sendo a síntese de proteína miofibrilar 28% mais lenta em idosos (FUKAGAWA, 1989).

Outros fatores que apresentam fortes influências no equilíbrio entre a síntese e a degradação das proteínas musculares, observadas com o envelhecimento são a interleucina-1, o fator de necrose tumoral, a interleucina-15 e o fator ciliar neurotrófico. O equilíbrio entre essas citocinas descobertas recentemente é crítico para viabilidade a longo prazo do tecido muscular esquelético (MATSUDO et al., 2000).

3.5 ALTERAÇÕES NEUROMUSCULARES

O envelhecimento é acompanhado por alterações substanciais da capacidade de processamento de informações e de ativação muscular do sistema nervoso. Especificamente, o envelhecimento afeta a capacidade de detecção de estímulos e de processar informações para produzir uma resposta (WILMORE E COSTILL, 2001).

Os efeitos cumulativos do envelhecimento sobre a função do sistema nervoso central são exibidos por um declínio de 37% no número de axônios medulares e por um declínio de 105% na velocidade de condução nervosa. Essas modificações podem contribuir para a queda relacionada à idade pelos tempos de reação e de movimento tanto simples quanto complexos. Quando o tempo de reação é dividido em um tempo

de processamento central e um tempo de contração muscular, o tempo necessário para identificar um estímulo e processar a informação de forma a produzir a resposta é o mais afetado pelo processo de envelhecimento (MCARDLE, KATCH, KATCH, 1998, pág. 609).

Com o passar dos anos ocorre perda de neurônios motores alfa da medula espinhal com a subsequente degeneração dos seus axônios, ocasionando a redução no recrutamento das unidades motoras e, conseqüentemente, limitação no funcionamento do sistema neuromuscular e aumento da dependência funcional (ROTH et al, 2000).

A diminuição dos neurônios motores ao longo da vida torna-se um processo contínuo e irreversível, que resulta na desnervação das fibras musculares no interior das unidades motoras, conseqüentemente, menor velocidade contrátil (EVANS, 1997).

Em estudo com 47 indivíduos de idades entre 13 e 95 anos, Tomlinson e Irving (1977) calcularam a quantidade de neurônios motores de membros lombosacrais (L1-S3) e concluíram que a perda de neurônios motores a partir da segunda para a décima década de vida foi de aproximadamente 25%. Em idosos a partir de 60 anos ocorreu redução de 50% em relação a jovens e adultos de meia idade.

As fibras do tipo II são as que sofrem maior impacto com o envelhecimento por apresentarem maior número de cadeias de miosina por área transversa da fibra, enquanto que o tamanho das fibras do tipo I é muito menos afetado (PORTER; VANDERVOORT; LEXELL, 1995).

A desnervação das fibras do tipo II pode apresentar aumento das taxas de reinervação através das fibras do tipo I no neurônio motor, ou a capacidade de reinervação é diminuída, algumas fibras musculares se tornarão desnervadas

permanentemente, explicando assim a atrofia das fibras de tipo II nos idosos (ROTH et al, 2000). Segundo Porter (2000), o sistema neuromuscular previne-se de uma atrofia total. Isso ocorre quando um neurônio motor morre e um neurônio motor adjacente associa-se a fibra do tipo I para dar início ao processo de reinervação das fibras, denominada unidade motora remodelada.

A atrofia seletiva das fibras do tipo II associa-se a redução da força muscular. Frontera et al (2000) avaliaram através de biópsia muscular que a área de secção transversa era responsável por cerca de 90% da força muscular e que seu declínio está associado à redução da força.

Segundo Matsudo & Matsudo (1992), ocorre uma perda de 10-20% na força muscular e menor capacidade para hipertrofia em indivíduos idosos.

Ocorrem decréscimos de 10-15% por década da força voluntária, que geralmente se tornam aparentes somente a partir dos 60 a 70 anos de idade. Dos 70 aos 80 anos de idade tem sido relatada perda maior, que chega aos 30%. Indivíduos saudáveis de 70-80 anos têm desempenho 20-40% menor (chegando a 50% nos mais idosos) em testes de força muscular em relação aos jovens. Essa perda do desempenho pode também ser explicada pelas mudanças nas propriedades intrínsecas das fibras musculares (FIATARONE, 1998).

Em estudo de Nóbrega et al (1999) destacou-se que indivíduos em torno de 60 anos apresentam reduções da força máxima entre 30 e 40%, o que corresponde a uma perda de 6% por década dos 35 aos 50 anos e a partir daí de 10%. De acordo com recentes estudos, ocorre um declínio de força muscular de 1 a 2% por ano que

acontece depois da sexta década de vida (VANDERVOORT, 2002; RANTANEM et al, 1998).

As mudanças neuromusculares associadas à idade tornam-se um fator etiológico nas ocorrências de fraturas associadas á quedas. Estatisticamente as quedas são observadas em 32% dos idosos entre 65 e 74 anos, 35% em idosos entre 75 e 84 anos e 51% em idosos acima de 85 anos (BARAFF; DELLA PENNA; WILLTANS, 1997).

3.6 ALTERAÇÕES HORMONAIIS

Com o passar da idade ocorre um decréscimo nos níveis circulantes de vários hormônios anabólicos que contribuem para as alterações na massa e função muscular em indivíduos da terceira idade (TENOVER, 1992).

Como o hormônio do crescimento começa a declinar a partir da quarta década de vida em paralelo ao declínio de massa muscular, sugere-se que a perda do GH esteja associada às perdas de massa muscular relacionadas á idade (ROUBENOFF, 2000).

Declínios progressivos da secreção do hormônio do crescimento e concentrações nos níveis plasmáticos de IGF-I nas idades mais avançadas têm sido sugeridos como o possível mecanismo para as alterações na composição corporal relacionada á idade. Para suportar esta hipótese, Rudman et al., (1991) observaram que homens idosos (>61 anos) que receberam injeções de GH durante 18 meses, aumentaram sua massa livre de gordura em 6% e diminuíram sua massa gorda em 15%.

Um recente estudo duplo-cego com grupo placebo controle envolvendo 27 mulheres e 34 homens com idades entre 68 e 88 anos a quem foram dados ou hormônio do crescimento ou placebo por seis meses e meio, confirmou os efeitos do hormônio do crescimento na composição corporal, mas não houve nenhuma alteração na força muscular, corroborando com os achados do estudo de Papadakis et al. (1996) envolvendo 52 homens saudáveis com idades entre 70 e 85 anos que tomaram hormônio do crescimento ou placebo.

Butterfield et al (1997) reportaram um significativo aumento nas taxas de proteínas musculares com o tratamento feito com GH, entretanto, WELLE et al. (1996) falharam ao tentar demonstrar aumentos na síntese de proteínas miofibrilares. Contudo é possível que a indução protéica pelo GH ocorra com algumas proteínas específicas e pode não ser refletida para mensurar a síntese de proteínas musculares (PROCTOR; BALAGOPAL; NAIR, 1998). A exposição ao hormônio do crescimento leva invariavelmente a aumentos nos níveis de IGF-I, que tem propriedades anabólicas e é utilizado para estimular a síntese de proteínas musculares quando administrado localmente (FRYBURG et al. 1995).

A relação entre idade e sarcopenia tem sido associada com o declínio nos níveis de testosterona em homens. Os efeitos da reposição de testosterona na massa muscular, força e metabolismo de homens idosos são pouco definidos. Em um estudo que exemplifica este quadro, Tenover (1992) administrou testosterona intramuscular para homens com idades entre 57 e 76 anos por três meses e relatou aumento na massa livre de gordura, mas nenhuma alteração na força de pressão manual.

Morley et al. (1993) encontraram exatamente resultados opostos em homens hipogonádicos. Urban et al. (1995) reportaram aumentos na força muscular e síntese de proteínas musculares após administração de testosterona em um pequeno grupo de homens idosos. Entretanto, os efeitos da testosterona sobre as alterações relacionadas à sarcopenia precisam ser mais claramente definidos e, além disso, não se podem prever os efeitos da reposição de testosterona para o risco de câncer de próstata (PROCTOR; BALAGOPAL; NAIR, 1998).

A concentração circulante de DHEA e DHEAS em humanos aumenta progressivamente começando por volta dos 5 anos de idade. Após atingir seu pico entre a segunda e terceira década de vida os níveis de DHEA começam a declinar e este declínio acelera após a oitava década. Isto leva à hipótese que a idade relacionada a alterações na composição corporal, sensibilidade á insulina e doenças do envelhecimento podem estar associados à deficiência de DHEA. O declínio de DHEA e DHEAS é paralelo ao declínio de GG/IGF-I. Baixos níveis de DHEA estão relacionados ao risco de câncer de mama em mulheres e morbidades cardiovasculares em homens (ORENTREICH et al. 1984).

O declínio do DHEA com a idade coincide com o desenvolvimento de outras alterações relacionadas à idade, incluindo a sarcopenia e desordens metabólicas. Embora muitos estudos tenham falhado ao documentar os efeitos fisiológicos em jovens saudáveis, a administração de DHEA parece ser mais eficiente em homens e mulheres idosos (YEN et al. 1995).

Morales et al. (1998) demonstraram que uma dose diária de 100mg de DHEA restaurou os níveis circulatórios de DHEA, DHEAS e IGF-I em homens e mulheres

idosos para aqueles observados em homens e mulheres jovens e um aumento na força lombar e de joelhos de homens.

3.7 TREINAMENTO DE FORÇA

Um programa de treinamento de força planejado adequadamente pode resultar em aumentos significativos na massa muscular, na hipertrofia das fibras musculares, na densidade óssea e no aperfeiçoamento no desempenho relacionado à força (FLECK; KRAEMER, 1999).

O treinamento de força destaca-se como uma intervenção poderosa para a prevenção e tratamento da sarcopenia (ROTH et al, 2000). Segundo o American College of Sports Medicine (2000), o treinamento de força deve ser incluído no programa de treinamento físico, principalmente em indivíduos com mais de 40 anos de idade, que objetivam minimizar ou impedir o desenvolvimento da sarcopenia.

Pratley et al (1994) avaliaram o percentual de gordura, a massa livre de gordura e a taxa metabólica basal de 13 homens de meia-idade (45-55 anos) e idosos (65-70 anos), submetidos ao programa de treinamento de força por 16 semanas. Os indivíduos apresentaram reduções em relação ao percentual de gordura, aumento da massa livre de gordura e por meio da calorimetria indireta foi avaliada a taxa metabólica basal, que apresentou aumentos de 7,7%.

O treinamento de força destaca-se efetivamente por aumentar os requerimentos energéticos, diminuir a massa de gordura corporal, manter a massa do tecido

metabolicamente ativo e melhorar a ação da insulina em pessoas idosas (HAGERMAN et al, 2000; CAMPBELL et al, 1994).

Sipila e Suomien (1995) compararam o treinamento de força, treinamento de endurance e composição corporal através do estudo dos músculos extensores e flexores de joelhos em idosas (76-78 anos), divididas em dois grupos (endurance e força) durante 18 semanas. Os resultados mostraram que o grupo que treinou força obteve 5,8% de aumento de massa magra em relação ao grupo de treinamento aeróbio. Concluiu-se então que o treinamento de força reduz a quantidade relativa de gordura intramuscular e aumenta a massa magra, considerando sem relevância o resultado do treinamento aeróbio.

Tanto o condicionamento cardiorrespiratório quanto a força muscular são importantes para determinar a capacidade funcional em idosos frágeis e com avançada sarcopenia, mas se não apresentarem problemas cardíacos ou enfisema a fraqueza muscular se torna mais limitante do que o condicionamento aeróbico (SHEPHARD, 1987).

O treinamento de força é um fator importante para a manutenção da síntese protéica, pois seu efeito progressivo aumenta a proteína muscular e suas unidades contráteis, o que contribui diretamente para a melhora na capacidade funcional do idoso (KRAEMER; FLECK; EVANS, 1996).

YARASHESKI; ZACHWIEJA; BIER (1993), realizaram um estudo de duas semanas com idosos entre 63 e 66 anos participantes de um programa de força e verificaram aumento significativo da síntese de proteína no músculo esquelético de aproximadamente 55%. Os mesmos autores em 1999 realizaram uma nova pesquisa

com idosos entre 76 e 92 anos, durante três meses, participantes de um programa de treinamento de força com 65 a 100% de 1RM. Com este estudo observaram aumento de 50% no volume vastos laterais.

Hasten et al (2000), puderam observar através de um treinamento de força de 2 semanas, realizado com idosos de idades entre 78 e 84 anos, que era composto por 2 a 3 series de 8-12 repetições (60-90% da força máxima), aumento das taxas de síntese e proteína aproximadamente de 105 a 182%.

Em relação aos efeitos do envelhecimento sobre as fibras do tipo II, o treinamento de força devidamente administrado melhora o recrutamento de fibras musculares, a eficiência das unidades motoras e aumenta a velocidade contrátil, proporcionando maior produção de força (ROUBENOFF, 2001).

Trappe et al (2000) investigaram a relação do treinamento de força e fibra tipo II em homens idosos com faixa etária de aproximadamente 74 anos, submetidos ao exercício de extensão de joelho a 80% de 1RM, 3 vezes por semana, durante 12 semanas. Os resultados foram obtidos através da biópsia do músculo vasto lateral e observou-se aumento de 20% no diâmetro das fibras tipo II. No ano seguinte realizaram novo estudo, com iguais características, entretanto com mulheres idosas (74 anos), e os resultados apontaram para um aumento de 24% nas fibras tipo II.

Quando observadas as alterações relacionadas à força muscular em ambos os estudos de TRAPPE et al (2000; 2001), destaca-se melhorias de 56% para mulheres e 50% para homens.

Os incrementos de força são destacados de acordo com a intensidade dos exercícios em que o treinamento de baixa intensidade nos idosos reporta incrementos

de força de 20%, enquanto que o treinamento de força de moderada a alta intensidade resulta em incrementos acima de 227% de 1RM (PORTER; VANDERVOORT; LEXELL, 1995).

Estudo relacionado ao aumento de força e área de secção transversa, foi realizado por Hakkinen et al (1998) que avaliaram, homens e mulheres idosos entre 67 e 72 anos, submetidos ao treinamento de força durante 6 meses. Concluíram que a força dos homens aumentou 36% e das mulheres 57%, em relação à área de secção transversa, as mulheres apresentaram aumentos de 6% e os homens de 2% (sem mudança significativa).

Fiatarone et al (1994) apresentaram resultados parecidos em relação à mudança não significativa da área de secção transversa (2,7%) em idosos, que demonstram que os ganhos iniciais de força tornam-se de origem neural e não pelo aumento da área de secção transversa.

Benefícios diretos do treinamento de força muscular são mais proeminentes nos membros inferiores do que nos superiores. Raso et al (1997) concluíram que exercícios direcionados aos membros superiores incrementam sua capacidade de produzir força muscular em valores que variam de 25,6% a 66,8%, enquanto que o aumento observado para membros inferiores variou de 69,7% a 135,2% em relação à população idosa submetida a 12 semanas de treinamento de força.

Sendo assim, o treinamento de força apresenta resultados significativos sobre os efeitos do envelhecimento, tais como a sarcopenia, e proporciona independência funcional ao idoso (RASO et al, 1997). Segundo Fiatarone (1998), o treinamento de

força de alta intensidade nesta faixa etária é seguro e muito mais eficiente para que ocorram as adaptações musculares e metabólicas.

Como consequência das alterações morfofuncionais advindas com o envelhecimento o programa de treinamento deve ser individualizado e uma atenção especial deve ser dada ao período de adaptação, antes de iniciar o treinamento propriamente dito (FLECK; KRAEMER, 1999).

O planejamento de um programa de força para idosos segue as mesmas orientações para montagem de um programa de treinamento para qualquer outra faixa etária. Assim sendo, faz-se necessário a consulta médica, a ficha de anamnese e um levantamento dos fatores de risco, bem como a realização de testes funcionais de exercícios (ACMS, 1995).

Um programa de força para idosos deve incluir exercícios para os principais grupos musculares, de tamanha maneira que muitas fibras musculares recebam um estímulo para reestruturação e hipertrofia (SANTOS et al 2000).

Sendo assim, Fleck e Kraemer (1999) apresentaram algumas características de um programa de treinamento de força para idoso. De acordo com suas considerações os exercícios básicos concentram-se nos exercícios para os grandes grupos musculares, acrescentando-se exercícios suplementares para os pequenos grupos musculares. A ordem dos exercícios compreende: aquecimento, exercício para os grandes grupos musculares, exercício para os pequenos grupos musculares e atividades de desaquecimento. Devem ser realizadas de uma a três séries ao percentual de aproximadamente 80% de 1RM, o que gira em torno de 8 a 12 repetições, com 2 a 3 minutos de intervalo entre as séries.

O treinamento de força progressivo melhora o equilíbrio nitrogenado, que melhora a retenção de nitrogênio em qualquer ingestão de proteína, e isto pode significar a diferença entre a redução continuada ou a retenção dos estoques de proteína corporal (primariamente muscular). Além disso, o treinamento de força é um meio efetivo para aumentar os requerimentos energéticos, diminuir a massa de gordura corporal e manter a massa muscular em indivíduos idoso saudáveis. O treinamento de força também aumenta a massa e força muscular, equilíbrio dinâmico e os níveis totais de atividade física (MAZZEO et al, 1998). Todos esses benefícios podem resultar na diminuição do risco de fraturas ósseas conseqüentes à sarcopenia levando a melhoria da qualidade de vida dos idosos.

4. CONCLUSÃO

A sarcopenia é um processo inevitável mesmo no envelhecimento considerado saudável em virtude das inúmeras alterações fisiológicas que acontecem no organismo humano como passar dos anos podendo acarretar quedas e fraturas que levam a hospitalizações e dependência para realização de atividades da vida diária (AVD).

Entretanto a prática de atividades físicas regulares administradas por um profissional de educação física apto a desenvolver um adequado treinamento de força voltado à população idosa, conciliado a hábitos alimentares adequados tendem a atenuar os danos conseqüentes a sarcopenia proporcionando a independência funcional do idoso.

REFERÊNCIAS

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Guidelines for exercise testing and prescription. 6.ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000.

BARAFF, L.J; DELLA PENNA, R.; WILLTANS, N. Practice guideline for the ED management of falls in community-dwelling elderly persons. **Ann Intern Med** v. 30, pag. 480-92, 1997.

BAUMGARTNER, R.N. et al. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. **Am. J. Epidemiol.** v.147, p.755-63, 1998.

BROSS, R.; JAVANBAKHT, M.; SHALENDER, B. Anabolic interventions for aging associated sarcopenia. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v.84, n.10, p.3420-3430, 1999.

BROZEK, J. Chances of body composition in man during maturity and their nutritional implications. **Fad Proc**, v.11, p.784-93, 1952.

BUTTERFIELD, G.E. et al. Effect of rhgh and rhigf-1 treatment on protein utilization in elderly women. **AM. J. Physiol.** 1997.

CAMPBELL, W.W. et al. Increased protein requirements in the elderly: new data and reyspective reassessments. **Am. J. Clin. Nutr.**, v. 60, n.4, p.501-9, oct., 1994.

EVANS, W. Effects of exercise on body composition and functional capacity of the elderly. **J. Gerontol.** v.50A, p.147-150, 1995.

EVANS, W. "Functional and Metabolic Consequences of Sarcopenia." **J Nutr**, v.127. n. 5S, p.998S-1003S, may, 1997.

FIATARONE, M.A. **Body composition and weight control in older adults.** In: Lamb, D.R.; Murray R. ed. Perspectives in exercise science and sports medicine: exercise, nutrition and weight control. Carmel: Cooper, v.11, p.243-88, 1998.

FIATARONE, M.A et al. Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. **N. Engl. J. Med.** v 333, n. 25, p 1769-75, jun, 1994.

FLECK, S. J. KRAEMER, W. J. **Fundamentos do Treinamento de Força Muscular.** 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, 1999.

FRONTERA, W.R.; MEREDITH, C. N.; O'REILLY, K. P.; EVANS, W. J. Strength training and determinants of VO₂ max in older men. **J Appl Physiol**, v.68, p.329-33, 1990.

FRONTERA, W.R. et al. Aging of skeletal muscle: a 12- yr longitudinal study. **J. Appl Physiol**, v.88, p.1321-26, april: 2000.

FUKAGAWA, N.K. et al. Leucine metabolism in aging humans: effects of insulin and substrate availability. **Am J Physiol**, v.256, p.E288-E294, 1989.

HAGERMAN, F.C. et al. Effects of high-intensity training of untrained older men. I. Strength, cardiovascular, and metabolic responses. **J. Gerontol. A Biol. Sci Med Sci.**, v.55, n.7, p.336B-346, jul. 2000.

HAKKINEN, K. et al. Changes in Agonist-Antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people. **J. Appl. Physiol.**, v.84, n.4, p.1341-49, april. 1998.

HASTEN, D.L. et al. Resistance exercise acutely increases MHC and mixed muscle protein synthesis rates in 78-84 and 23-32 yr olds. **Am J Physiol. Endocrinol Metab.** v.278, n.4, p.E620-6, april. 2000.

HUGHES, V.A. et al. Longitudinal changes in body composition in older men and women: role of body weight change and physical activity. **Am J. Clin Nutr**, v.76, n.2, p. 473-81, august. 2002.

IANNUZZI-SUCICH, M.; PRESTWOOD, K. M.; KENNY, A. M. Prevalence of sarcopenia and predictors of skeletal muscle mass in healthy, older men and women. **J. Gerontol.** v.57, p.M772-7, 2002.

KEHAYIAS, J.J. et al. Total body potassium and body fat: relevance to aging. **Am. J. Clin. Nutr.** v.66, p.904-10, 1997.

KRAEMER, W.J; FLECK, S. J; EVANS, W. J. Strength and power training: physiological mechanisms of adaptation. **Exerc Sport Sci Rev.** v.24, p.363-97, 1996.

MAIOR, A.S. Relação sarcopenia e treinamento de força. **Rev. Fisioter. UNICID**, São Paulo, v.3, n.2, p.125-139, jul/dez 2004.

MATSUDO, Sandra Mahecha; MATSUDO, Victor Keihan Rodrigues; BARROS NETO, Leite, Turíbio. Impacto do envelhecimento nas variáveis antropométricas, neuromotoras e metabólicas da aptidão física. **Rev. Bras. Cien. Movimento.** v.8, n.4, p.21-32, 2000.

MATSUDO, S.M.; MATSUDO, V. K. R. Prescrição e Benefícios da Atividade Física na terceira Idade. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. v.6, n.4, p.19-30, 1992.

McARDLE, W.; KATCH, F.; KATCH, V. Fisiologia do Exercício, Energia, Nutrição e Desempenho. Quarta Edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.

MAZZEO et al. Exercise and Physical Activity for older adults. Posicionamento Oficial do ACSM. Traduzido por Matsudo, S.: e Raso, V. Exercício e Atividade Física para Pessoas Idosas. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**. v.3, n.1, p.48-78, 1998.

MORALES, A.J. et al. The effect of six months treatment with 100 mg daily dose of dehydroepiandrosterone (DHEA) on circulating sex steroids, body composition and muscle strength in age-advanced men and women. **Clin. Endocrinol.** v.49, p.421-32, 1998.

MORLEY, J.E. et al. Effects of testosterone replacement therapy in old hypogonadal males: a preliminary study. **J. Am. Geriatr. Soc.** v.41, p.149-52, 1993.

NAIR, K.S. Muscle protein turnover: methodological issues and the effect of age. **J. Gerontol.** v.50A, p.107-12, 1995.

NÓBREGA, A.C. L. et al. Posicionamento Oficial da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte e da Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia: atividade física e saúde no idoso. **Rev. Bras. Med. Esportes**. v.5, n.6, p.207-11, 1999.

NOVAK, L.P. Aging, total body potassium, fat free-mass, and cell mass in males and females between ages 18-85 years. **J. Gerontol.** v.27, p.438-43, 1972.

ORENTREICH, N.; BRIND, J.L.; RISZER, R.L.; VOGELMAN, J. H. Age changes and sex differences in serum dehydroepiandrosterone sulfate concentrations throughout adulthood. **J. Clin. Endocrinol. Metab**, v.59, p.551-55, 1984.

PORTER, M.M. The effects of strength training on sarcopenia. **Can J Appl Physiol**, v.26, n.3, p.60-9, 2000.

PORTER, M.M.; VANDERVOORT, A. A.; LEXELL, J. Aging of human muscle: structure, function and adaptability. **Scand J. Med Sci Sports**. v.5, n.3, p. 129-42, jun. 1995.

PROCTOR, D.N.; BALAGOPAL, P.; NAIR, K.S. Age-Related Sarcopenia in Humans is Associated With Reduced Synthetic Rates of Specific Muscle Proteins. **The Journal of Nutrition**, v.128, n.2, p.351S-355S, feb, 1998.

RASO, V. et all. Exercícios com pesos para mulheres idosas. **Rev. Bras. Aitv. Fís. Saúde**, v.2, n.4, p.17-26, 1997.

ROOYACKERS, O.E. et all. Effect of age on in vivo rates of mitochondrial protein synthesis in human skeletal muscle. **Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.** v.93, p.15364-69, 1996.

ROTH, S.M.; FERELL, R F.; HURLEY, B.F. Strength training for the prevention and treatment of sarcopenia. **J Nutr Health Aging**, v.4, n.3, p. 143-55, 2000.

ROUBENOFF, R. Origins and clinical relevance of sarcopenia. **Can. J Appl Physiol**, v.26, n.1, p.78-89, feb. 2001.

ROUBENOFF, R. Sarcopenia and its implications for the elderly. **European Journal of Clinical Nutrition**, v.54, p.S40-S47, 2000.

ROUBENOFF, R. et all. Standardization of nomenclature of body composition in weight loss. **Am. J. Clin. Nutr.** v.66, p.192-96, 1997.

RUDMAN, D. et all. Effects of human growth hormone on body composition in elderly men. **Orm. Res.** v.36, p.73-81, 1991.

SHEPHARD, R.J. **Physical Activity and Aging**. 2nd ed. Rockville, MD: Aspen, 1987.

SILVA, T.A A.; JUNIOR, A. F.; PINHEIRO, M. M.; SZEJNFELD, V. L. Sarcopenia Associada ao Envelhecimento: Aspectos Etiológicos e Opções terapêuticas. **Revista brasileira de reumatologia**. v.43, n.6, p.391-397, nov/dez. 2006.

SIPILA, S.; SOUMIEN, H. Effects of strength and endurance training on thigh and leg muscle mass and composition in elderly women. **J Appl Physiol**, v.78, n.1, p.334-40, jan. 1995.

TENOVER, J.S. Effects of testosterone supplementation in the aging male. **J. Clin. Endocrinol. & Metab.** v.75, p.1092-1098, 1992.

TOMLINSON, B.E.; IRVING, D. The numbers of limb motor neurons in the human lumbosacral cord throughout life. **J. Neurol. Sci.** v.34, n.2, p.213-9, nov. 1977.

TRAPPE, S. et all. Effects of resistance training on single muscle fiber contractile function in older men. **J Appl Physiol**, v.89, n.1, p.143-52, jul. 2000.

TRAPPE, S. et all. Resistance training improves single muscle fiber contractile function in older women. **Am J Physiol Cell Physiol**, v.281, n.2, p.C398-C406, aug. 2001.

URBAN, R.J. et al. Testosterone administration to elderly men increases skeletal muscle strength and protein synthesis. **Am. J. Physiol.** v.269, p.E820-E826, 1995.

VANDERVOORT, A.A. Aging of the human neuromuscular system. **Muscle Nerve**, v.25, n.1, p.17-25, jan. 2002.

VOLPI, E. et al. Muscle amino acid kinetics and protein synthesis in healthy young and older men. **JAMA**, v.286, n.10, p.1206-12, sep. 2001.

WELLE, S.; THORNTON, C.; STATT, M.; MCHENRY, B. Growth hormone increase muscle mass and strength but does not rejuvenate myofibrillar protein synthesis in healthy subjects over 60 years old. **J. Clin. Endocrinol. & Metab.** v.81, p.3239-43, 1996.

WILMORE, J.H.; COSTILL, D.L. **Fisiologia do Esporte e do Exercício**. Segunda Edição. São Paulo: Manole, 2001.

WINICK, M. *Hunger Disease-Studies by Jewish Physicians in the Warsaw Ghetto*. New York: John Wiley & Sons, 1979

YARASHESKI, K.E.; ZACHWIEJA, J.J.; BIER, D.M. Acute effects of resistance exercise on muscle protein synthesis rate in young and elderly men and women. **A. J. Physiol.** v.265, n.2 pt.1, p.E210-4, aug. 1993.

YEN, S.; MORALES, A.; KHORRAM, O. Replacement of DHEA in aging men and women. Potential remedial effects. **Ann. N. Y. Acad. Sci.** v.774, p.128-42, 1995.

YOUNG, C.M. et al. Body composition studies of "older" women, 30-70 years of age. **Ann. NY Acad. Sci.** v.110, p.589-607, 1963.