



CBPF - CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS
Rio de Janeiro

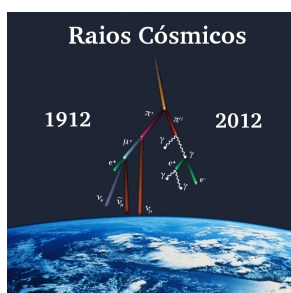
Ciência e Sociedade

CBPF-CS-005/12

março 2012

Atividade física e envelhecimento: uma análise lógica

Gerson Silva Paiva & Marcos de Castro Carvalho



Ministério da
**Ciência, Tecnologia
e Inovação**



Atividade física e envelhecimento: uma análise lógica

Gerson Silva Paiva e Marcos de Castro Carvalho

Coordenação de Física Experimental, Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas

Rua Dr. Xavier Sigaud, 150, 22290-180, Rio de Janeiro, Brasil.

INTRODUÇÃO

Na tentativa de se obter uma saúde plena, muitas pessoas costumam praticar atividades físicas em academias, nas ruas ou nos próprios lares, com a convicção de que trazem qualidade de vida e que o envelhecimento e as doenças a ele atreladas serão minimizados. Este é o consenso entre os profissionais de saúde, independentemente da especialidade que exerçam. Mas, infelizmente, algumas vezes as atividades físicas praticadas em excesso funcionam de forma contrária à esperada, sendo uma dificuldade para profissionais de desportos estabelecerem os limites dos exercícios físicos suportados pelo organismo. É fundamental que exista uma atividade física moderada ao longo da vida, de forma a trazer benefícios.

Atividade física pode ser considerada qualquer atividade que exerça uma ou mais contrações musculares, na qual irá queimar uma quantidade de energia na forma de açúcar no interior das células, energia essa quantificada como calorias. Quando uma atividade física é repetitiva, os músculos envolvidos irão adquirir volume, pois a energia consumida também é utilizada no processo de multiplicação celular e o organismo irá retirar essa energia das reservas, principalmente das gorduras adjacentes e dos açúcares. Um exercício físico continuado irá proporcionar *endurance* muscular e força, aumentando a capacidade motora.

Mas, em geral, não sabemos dosar muito bem nossas necessidades, quando nos é informado que certo alimento faz bem à saúde. Pensamos: se uma colher faz bem, umas dez farão melhor ainda, e ingerimos excesso de alimentos, esquecendo que o equilíbrio é a forma mais coerente de proceder. O mesmo ocorre com os exercícios: se levantar um peso de 1 kg faz melhorar o desempenho

muscular do braço, então com 30 kg o resultado será melhor e mais rápido. Este tipo de conduta é a principal causa das distorções observadas numa boa e correta forma de executar atividades físicas.

Um homem sábio é aquele que sabe olhar a natureza e consegue retirar os ensinamentos dela, que permanecem por muitos séculos. Basta uma reflexão em relação aos animais para concluir que sua longevidade é inversamente proporcional ao gasto de energia praticado por eles. Os beija-flores ou colibris são ágeis e inquietos, voando sem parar, em todas as direções. Estão sempre à procura do néctar de que se alimentam. A velocidade e a agilidade no voo são, sem dúvida, suas características mais marcantes. Apesar de pequenos, eles gastam uma grande quantidade de energia: suas asas movimentam cerca de setenta batidas por segundo, por isso sua dieta consiste de açúcar, que logo é transformado em energia. Ele costuma gastar num só dia mais energia do que qualquer outro animal de sangue quente. Na natureza, os colibris sobrevivem em média 6 anos e em cativeiro onde o gasto de energia é reduzido, sua expectativa de vida sobe para 16 anos. A tartaruga, com sua calma e tranquilidade, consome praticamente nenhuma energia em sua tarefa diária; sua carapaça de proteção lhe confere uma segurança contra os predadores, garantindo uma vida sem estresse. Tudo isso contribui para uma longevidade invejável: cerca de 200 anos. E porque os seres humanos seriam diferentes? Observa-se que os nativos da ilha de Okinawa, no Japão são os que têm maior longevidade, que deve estar associada à vida calma e pacata da ilha. Estes habitantes não são praticantes de esportes ativos, praticam caminhadas e uma alimentação de baixa caloria, práticas que podem contribuir para a característica comum de longevidade.

Uma análise científica do envelhecimento conduz a várias linhas de pensamento que tentam explicar suas causas e efeitos principalmente às das doenças associadas à passagem do tempo. Uma das causas prováveis do envelhecimento celular está correlacionada a FOXO, proteínas que se ligam a sequências específicas de ADN; assim, pode controlar o fluxo (ou transição) da informação genética do DNA para o mRNA, que desempenham papéis importantes na regulação da expressão de genes envolvidos no crescimento celular, proliferação, diferenciação e longevidade. A longevidade humana é um fenótipo complexo, com um significativo componente familiar. Ainda pouco se sabe sobre seus antecedentes genéticos. É cada vez mais evidente, a partir de modelos animais, que a via de sinalização insulina/IGF-1 (IIS) influencia na longevidade, ao contrário da prática de atividades físicas.

Sabe-se atualmente que existem fatores que controlam alguns hormônios denominados eicosanoides, que são responsáveis pelo bom funcionamento orgânico do ser humano. Esses hormônios são

processados pelo delta-6-dessaturase, sendo que sua atividade é reduzida quando a idade atinge cerca de 30 anos, e depois deste marco todas as doenças associadas à deficiência destes hormônios são evidentes. Mas não é só a idade o fator limitante na produção deste hormônio. Existem outros fatores que influenciam a atividade do delta-6-dessaturase como, por exemplo, a adrenalina. Ai está o elo que liga o exercício físico exagerado ao envelhecimento. O excesso de exercício promove uma produção de adrenalina na corrente sanguínea, assim como fatores psicológicos (medo ou atividades esportivas de alto grau de dificuldade e risco, os chamados esportes radicais). Um atleta, ao produzir adrenalina, estimula a produção de ácido araquidônico, que vai gerar hormônios desfavoráveis que irão prejudicar o colágeno dando-lhe uma aparência envelhecida, superior à sua idade biológica. Um corredor de maratona aparenta muito mais idade do que ele realmente tem; não só aparenta como biologicamente envelheceu, a sensação de aptidão e bem-estar é devido a uma musculatura desenvolvida que lhe confere capacidade motora superior, em resposta ao seu preparo físico. Outro fator desfavorável a uma atividade física demasiada é a oxigenação necessária para funcionalidade do organismo quando exigido o máximo de desempenho, obrigando-o a produzir moléculas instáveis que vão se estabilizar reagindo com outras moléculas para completar sua carga e se neutralizar. Uma parte do oxigênio que inalamos se transforma em radicais livres que são comprovadamente uma das causas dos processos degenerativos, associados ao envelhecimento e doenças como câncer. Os radicais livres tem o seu lado positivo, funcionam como catalisadores num processo iônico eliminando microrganismos danosos ao corpo e nos processos inflamatórios. Também podem aumentar o tônus dos músculos. A mitocôndria, por meio da cadeia transportadora de elétrons, é a principal fonte geradora de radicais livres. A atividade física exagerada faz a gente consumir mais e mais oxigênio, e com isso a cadeia respiratória das mitocôndrias ficam sobrecarregadas, gerando naturalmente mais radicais superóxidos ($O_2^{\cdot-}$). Devido ao fato de o DNA mitocondrial estar situado perto do local de produção destes radicais e por que lhes faltam proteínas de reparo (histonas), é altamente suscetível a danos causados pelos radicais livres. A mutação do DNA mitocondrial (além da desorganização de sua membrana e perda de fluidez) causada pelos radicais superóxidos levam a doenças típicas de idosos: Alzheimer, síndromes de fadiga, etc.

Uma forma de se proteger contra a ação dos radicais livres é a ingestão de antioxidantes como as vitaminas E, C e betacaroteno, além de alguns sais metálicos adquiridos na alimentação saudável.

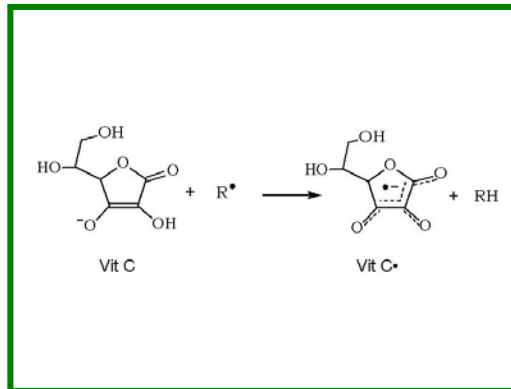


Fig. 1 – Ação antirradicalar da vitamina C: A vitamina C é uma molécula capaz de absorver o elétron de um radical livre (R^\bullet). Ao absorver este elétron, a vitamina finaliza o processo, resultando em radical reduzido (RH) e radical de vitamina C (Vit C $^\bullet$), que é menos reativo que o primeiro (R^\bullet). A vitamina C é antioxidante por excelência. No entanto, a presença de metais de transição como o ferro possibilita sua ação oxidante, tornando-a capaz de produzir espécies radicais (OH^\bullet) e não-radicaais (H_2O_2).

A prática de exercícios físicos pode ser uma fonte de radicais livres, principalmente se os exercícios forem exaustivos, em que a oxigenação do corpo sofre um aumento superior a 20 vezes mais do que a necessidade respirada em repouso. Esse excesso propicia a formação de radicais livres, que segundo especialistas, uma fração normal da conversão destes radicais está ligada a exercícios que estejam entre 65 a 80% de sua frequência cardíaca, mesmo assim o processo de oxidação é acentuado.

A intensidade dos exercícios é outro fator determinante na produção de radicais livres. Quando exercícios físicos são praticados intensamente, fazendo com que o fluxo sanguíneo seja otimizado para órgãos vitais, alguma parte do corpo passa por uma deficiência de oxigênio e assim quando o exercício cessar e o fluxo sanguíneo retornar à normalidade, o organismo terá uma grande quantidade de radicais livres liberados. Na tentativa de combater os radicais livres, nutricionistas e médicos recomendam algumas quantidades diárias de suplementos vitamínicos. Os processos de oxidações químicas e enzimáticas que envolvem a formação de radicais livres geram estresse oxidativo, formando a peroxidação dos ácidos graxos da dupla camada lipídica e acarretam morte celular. O organismo, na tentativa de se defender desta agressão, utiliza-se de compostos exógenos cuja capacidade diminui com o envelhecimento.

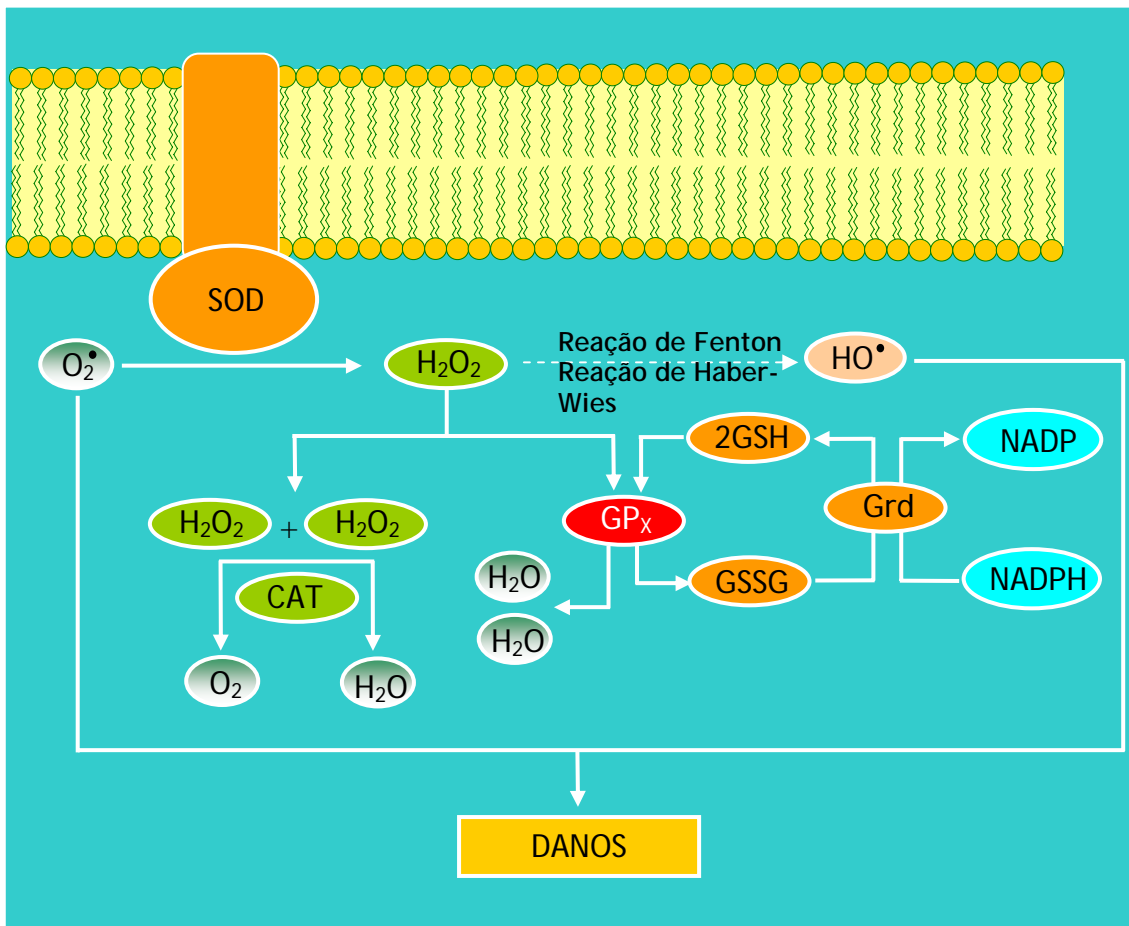


Fig. 2 – Sistema de defesa enzimático contra radicais livres. Por meio da reação de dismutação, a superóxido dismutase (SOD) catalisa a geração de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) a partir do radical superóxido ($O_2^{\bullet-}$). As enzimas catalase (CAT) e glutatona peroxidase (GPx) se integram para impedir o acúmulo de H_2O_2 que, apesar de não ser um radical livre, é igualmente reativo e capaz de promover danos potenciais. O acúmulo dessa espécie reativa possibilita, por meio de reações de Fenton e Haber Wies, a geração do radical hidroxila (OH^{\bullet}), contra o qual não existe defesa enzimática. A GPx reduz o H_2O_2 à água, no entanto o faz à custa de conversão de glutatona reduzida (GSH) em oxidada (GSSG), que promove ação oxidante em função da ligação dissulfeto existente em sua estrutura. Assim, é de extrema importância a ação da glutatona reduzida (GRd), responsável pela recuperação da glutatona redutase (GSH), possibilitando a manutenção da integridade do ciclo redox da glutatona e, conseqüentemente, do equilíbrio adequado ao sistema de defesa enzimático.

O atleta ou praticante de atividade física que treina de forma descuidada terá sua capacidade limitada com o avanço da idade e pode se transformar num paciente, com uma condição de vida sofrida e penosa. Em geral doenças principalmente ligadas às cartilagens e tendões e as circulatórias (produzidas por destruição de microvasos devido ao exagero da massa muscular) são mais relevantes em praticantes de esportes na juventude, dependendo diretamente do tipo de esporte praticado. O corpo humano, como tudo que existe na natureza, tem uma vida útil, que pode ser reduzida se for usado de forma inadequada. Impactos e esforços demasiados acarretam um desgaste estrutural e um trabalho exagerado dos órgãos para suprir a

demanda exigida que, na velhice acarreta dores nos joelhos, nas costas, nos pés e em outras partes do corpo lesionadas ou desgastadas.

É bastante difícil convencer um atleta de que os melhores exercícios são os de baixo impacto, sem esforço demasiado, como hidroginástica ou caminhada. Há uma forte associação entre a quantidade de exercício e a qualidade da saúde adquirida.

Exercícios excessivos afetam a ovulação e a concentração dos espermatozoides. Na mulher, os exercícios impedem a ovulação e no homem abaixam o nível de testosterona. Homens que realizam exercícios como musculação ou corrida em excesso têm uma diminuição expressiva na sua quantidade de espermatozoides, na diminuição da mobilidade e aumento de formas imaturas de sêmen. Nas mulheres o exercício em excesso pode levar a perturbações hormonais, ovulação inadequada e até ao desaparecimento da menstruação (amenorreia). Acredita-se que estas disfunções, que são características de uma pessoa idosa, tenham alguma relação com a atividade celular inibida pelo exercício exagerado.

Mas este artigo não tem o objetivo de condenar os desportos, ou a prática de exercícios físicos, e sim seu exagero.

Existem várias associações de atividades físicas e o aspecto comportamental, psico e imunológico, além de algumas doenças que podem ser beneficiadas como a capacidade respiratória e principalmente as cardiopatias e problemas circulatórios.

Obviamente uma atividade física no idoso leva a um melhor desempenho e retorno em qualidade de vida, sendo a caminhada a atividade de menor agressão para o organismo, seguida de hidroginástica que oferece menor impacto e envolve a totalidade de músculos do corpo humano.

Outras atividades físicas como a própria rotina de limpeza de uma casa, cuidar do jardim ou horta, fazer feira, ir ao mercado, quando rotineiro, partilha do benefício de envolvimento de uma musculatura que irá beneficiar e responder favoravelmente ao idoso. Outras atividades físicas como futebol, tênis, corridas, musculação etc., apesar de serem praticadas por uma pequena fração de idosos, são atividades que podem lesionar e prejudicar mais do que beneficiar.

O organismo humano não é um simples agregado de órgãos isolados. Neste sentido, a fisiologia busca compreender a integração e funcionamento harmônico. Desenvolver um músculo e atrofiar outro, não é uma prática salutar de exercícios. Atividades que envolvem a

totalidade de músculos sem exagero são as melhores a serem praticadas, de preferência por um idoso.

Nas grandes cidades, vários fatores prejudicam as atividades físicas, como a caminhada no espaço aberto. As principais queixas são a poluição, os buracos, a falta de árvores e sombras, dentre outras. As características limitantes entre o idoso ou uma pessoa que faz a atividade física com outros fins, como por exemplo, objetivando a perda de peso, são bem distintas e envolvem a determinação e as condições de saúde. No entanto, mesmo com tantas dificuldades logísticas, muitas pessoas conseguem ser ativas regularmente.

A importância do profissional da saúde, particularmente do médico em estimular a atividade física nos adultos e idosos como uma forma não só da prevenção primária das doenças crônicas, mas também da prevenção secundária em pacientes com doenças cardiovasculares e outras enfermidades, são medidas que comprovadamente trazem benefícios. Todavia, obstáculos funcionais como a falta de companhia, a falta de interesse, a fadiga, problemas de saúde, como artrite e outros, são as principais barreiras à prática de atividades físicas pelo idoso.

Qual é o nível adequado de atividade física para um idoso? Sua rotina diária de atividades é suficiente? Os padrões de atividade física durante o curso da vida em pessoas idosas ativas e sedentárias afetam os níveis praticados de exercícios? Os fumantes e indivíduos com sobrepeso são em geral os que têm maior probabilidade de ser sedentários; conseqüentemente são os grupos com maior probabilidade de ter hipertensão arterial, acidente vascular cerebral e limitações físicas. Todavia, idosos sedentários que praticam uma alimentação com restrição calórica têm apresentado excelentes condições de saúde.

Atividades físicas moderadas, convenientes e ligadas à rotina diária podem ser efetivas para idosos sedentários. Mesmo em se tratando de exercícios moderados, idosos com doenças crônicas, ou com presença de fatores de alto risco, antes de qualquer atividade, devem ser submetidos a testes de esforço. Embora o Colégio Americano de Medicina Esportiva recomende o teste de esforço para todo indivíduo acima de 50 anos que queira começar um programa de treinamento vigoroso, esta recomendação provavelmente não será necessária para indivíduos idosos que simplesmente queiram caminhar.

Nosso artigo parece contraditório, exercício em demasia pode levar ao envelhecimento, mas o exercício é fundamental no idoso, principalmente se tratando de atividade aeróbica e de baixo impacto, como caminhada, ciclismo, natação, hidroginástica, dança, ioga, *tai*

chi chuan etc. Estas atividades são preferíveis àquelas chamadas de alto impacto, como o *jogging*, a corrida, esportes que envolvam saltos, como vôlei e basquete, pular corda e aeróbica de alto impacto, que acarretam grande incidência de lesões, principalmente nos indivíduos da terceira idade. A caminhada é com certeza a atividade física ideal para os idosos, resultando em importantes efeitos benéficos para a saúde e envolvendo grandes grupos musculares. O exercício está associado ao bom humor, à melhoria das funções neurocognitivas, aumento da flexibilidade, mobilidade articular, equilíbrio estático e dinâmico, coordenação, deslocamento, relaxamento e, principalmente, à manutenção da capacidade funcional.

Os efeitos benéficos do *tai chi chuan* têm sido relacionados à saúde e à qualidade de vida de indivíduos idosos; tal prática resulta em melhoria da aptidão física e da capacidade funcional, além de ser uma alternativa que respeita o ritmo próprio de cada um, não gerando estresse e uma atividade não competitiva. As evidências científicas têm mostrado efeitos benéficos significativos da prática regular do *tai chi chuan* no equilíbrio e nos movimentos suaves dos braços, na flexibilidade tórax-lombar, na força muscular de extensão e da flexão dos joelhos, assim como na função cardiorrespiratória de pacientes com cirurgia de revascularização cardíaca.

Alguns estudos envolvendo o número bastante expressivo de indivíduos do sexo masculino, associando a atividade física vigorosa e não vigorosa com a longevidade, concluíram que existe uma relação inversa entre a atividade física e longevidade quando as atividades físicas são vigorosas (Paffenbarger, 1988; Blair *et al.*, 1989; Stephens *et al.*, 1990; Lee *et al.*, 1995).

O estímulo à atividade física, encorajando os indivíduos de todas as idades, mas em especial os maiores de 50 anos, a realizar pelo menos 30 minutos diários de exercício moderado, de forma contínua, constitui importante estratégia para obtenção de um estilo de vida ativo como mecanismo de promoção da saúde.

CONCLUSÕES

As evidências apresentadas nos permitem concluir que a atividade física regular leva à qualidade de vida durante o processo de envelhecimento. Os exercícios que devem ser praticados são atividades aeróbicas de baixo impacto, quando o exercício envolver pesos, com objetivo de estimular a força muscular dos membros

superiores e inferiores, devem ser apropriados e nunca ultrapassarem a centésima parte do próprio peso corporal.

É importante enfatizar, no entanto, que atividades físicas inapropriadas ou excessivas levam ao envelhecimento e, conseqüentemente, à morte prematura.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Monica Ramalho Silveira, secretária do APL, pela revisão gramatical e ortográfica do texto.

LEITURA COMPLEMENTAR

American College of Sports Medicine. Position stand on exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:992-1008.

Andrade EL, Matsudo SMM, Matsudo VKR, Araújo TL, Andrade DR, Oliveira LC, Figueira AJ. Barriers and motivational factors for physical activity adherence in elderly people in developing country [abstract]. *Med Sci Sports Exerc* 2000;33(Supl 7):141. [Presented at 47th American College of Sports Medicine Annual Meeting; 2000 Mai 31-Jun 3; Indianapolis (Indiana)].

Andrade EL, Matsudo SMM, Matsudo VKR, Araújo TL, Andrade DR, Figueira Jr. AJ, Oliveira LC. Nível de atividade física de adultos acima de 50 anos de idade do Estado de São Paulo. In: *Anais XXII Simpósio Internacional de Ciências do Esporte*; 1999 out 7-10. São Paulo, Brasil. Celafiscs, 1999:125.

Arent SM, Landers DM, Etnier JL. The effects of exercise on mood in older adults: a meta-analytic review. *J Aging Phys Act* 2000;8:407-30.

Evenson KR, Rosamond WD, Cai J, Toole JF, Hutchinson RG, Shahar E, Folsom AR. Physical activity and ischemic stroke risk. *Stroke* 1999;30: 1333-9.

Blair SN, Kohl HW, Paffenbarger Jr RS, Clark DG, Cooper KH, Gibbons LW. Physical fitness and all-cause mortality. *JAMA* 1989;262:2395-401.

Brill PA, Macera CA, Davis DR, Blair SN, Gordon N. Muscular strength and physical function. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:412-6.

Chen W, Chang J, Pollock M, Graves JE, Probart CK, Splitter D. Effect of aerobic exercise training on anxiety reduction and health behaviors of healthy men and women 60 to 79 years of age. *Res Q Exerc Sport* 1992; 63(Suppl 1):33-8.

Christmas C, Andersen RA. Exercise and older patients: guidelines for the clinician. *J Am Geriatr Soc* 2000;48:318-24.

Cousins SO, Keating N. Life cycle patterns of physical activity among sedentary and active older women. *J Aging Phys Act* 1995;3:340-59.

Daley MJ, Spinks WL. Exercise, mobility and aging. *Sports Med* 2000;29:1-12.

Dunn AL, Marcus BH, Kampert JB, Garcia ME, Kohl HW, Blair SN. Comparison of lifestyle and structured interventions to increase physical activity and cardiorespiratory fitness. *JAMA* 1999;281:327-34.

Evans WJ. Exercise training guidelines for the elderly. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31:12-7.

Faria Junior AG. Atividades físicas para idosos: um desafio para a educação gerontológica. In: *Anais do VII Congresso de Educação Física e Ciências do Esporte dos Países de Língua Portuguesa*; 1999 ago 26-30, Florianópolis, Brasil, 1999:119-28.

Farrell SW, Kampert JB, Kohl HW, Barlow CE, Macera CA, Paffenbarger Jr RS, et al. Influences of cardiorespiratory fitness levels and other predictors on cardiovascular disease mortality in men. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:899-905.

Feigenbaum MS, Pollock ML. Prescription of resistance training for health and disease. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31:38-45

Fiatarone MA. Physical activity and functional independence in aging. *Res Q Exerc Sport* 1996;67(Suppl 3):70. Kraemer AF, Hahn S, McAuley E. Influence of aerobic fitness on the neurocognitive function of older adults. *J Aging Phys Act* 2000;8:379-85.

Hakim AA, Petrovitch H, Burchfiel CM, Ross WG, Rodriguez BL, White LR, et al. Effects of walking on mortality among nonsmoking retired men. *N Engl J Med* 1998;338:94-9.

Hébert R, Brayne C, Spiegelhalter D. Factors associated with functional decline and improvement in a very elderly community-dwelling population. *Am J Epidemiol* 1999;150:501-10.

Hirvensalo M, Rantanen T, Heikkinen E. Mobility difficulties and physical activity as predictors of mortality and loss of independence in the community-living older population. *J Am Geriatr Soc* 2000;48:493-8.

Hu FB, Stampfer MJ, Colditz GA, Ascherio A, Rexrode KM, Willett WC, Manson JE. Physical activity and risk of stroke in women. *JAMA* 2000;283:2961-7.

Hurley BF, Hagberg JM. Optimizing health in older persons: aerobic or strength training? *Exerc Sport Sci Rev* 1998;26:61-90.

King AC, Rejeski WJ, Buchner DM. Physical activity interventions targeting older adults. A critical review and recommendations. *Am J Prev Med* 1998;15:316-33. Lan C, Lai JS, Chen S, Wong M. 12-month Tai Chi training in the elderly: its effect on health fitness. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:345-51.

Kushi LH, Fee RM, Folsom AR, Mink PJ, Anderson KE, Sellers TA. Physical activity and mortality in postmenopausal women. *JAMA* 1997; 277:1287-92.

Lan C, Chen S, Lai J, Wong M. The effect of Tai Chi on cardiorespiratory function in patients with coronary artery bypass surgery. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31:634-8.

Laukkanen P, Leskinen E, Kauppinen M, Sakari-Rantala R, Heikkinen E. Health and functional capacity as predictors of community dwelling among elderly people. *J Clin Epidemiol* 2000;53:257-65.

Lee IM, Paffenbarger RS. Associations of light, moderate, and vigorous intensity physical activity with longevity. *Am J Epidemiol* 2000;151: 293-9.

Lee IM, Sesso HD, Paffenbarger RS. Physical activity and risk of lung cancer. *Int J Epidemiol* 1999;28:620-5.

Lee Y. The predictive value of self assessed general, physical, and mental health on functional decline and mortality in older adults. *J Epidemiol Community Health* 2000;54:123-9.

Lee IM, Hsieh CC, Paffenbarger Jr RS. Exercise intensity and longevity in men. *JAMA* 1995;273:1179-84.

Leveille SG, Guralnik JM, Ferrucci L, Langlois JA. Aging successfully until death in old age: opportunities for increasing active life expectancy. *Am J Epidemiol* 1999;149:654-64.

Lissner L, Bengtsson C, Bjorkelund C, Wedel H. Physical activity levels and changes in relation to longevity. A prospective study of Swedish women. *Am J Epidemiol* 1996;143:54-62.

Matsudo SM, Matsudo VK. Physical activity and ageing in developing countries. *Perspectives* 2000;2:65-84.

Mensink GB, Ziese T, Kok FJ. Benefits of leisure-time physical activity on the cardiovascular risk profile at older age. *Int J Epidemiol* 1999; 28:659-66.

McCartney N. Role of resistance training in heart disease. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30(Suppl):S396-402.

Morey MC, Pieper CF, Cornoni-Huntley J. Is there a threshold between peak oxygen uptake and self-reported physical functioning in older adults? *Med Sci Sports Exerc* 1998;8:1223-9.

Murphy MH, Hardman A. Training effects of short and long bouts of brisk walking in sedentary women. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:152-7.

Okuma SS. Investigando o significado da atividade física para o idoso. O idoso e a atividade física. 1ª ed. Campinas: Papirus, 1998:111-9.

Oliveira RF, Matsudo SMM, Matsudo VKR. Efeito de um período de destreinamento após um programa de treinamento de Tai Chi Chuan sobre o nível de aptidão física de mulheres idosas. In: Anais XXII Simpósio Internacional de Ciências do Esporte; 1999 out 7-10. São Paulo, Brasil. Celafiscs, 1999:128.

Oliveira RF, Matsudo SMM, Andrade DR, Matsudo VKR. Effect of Tai-Chi-Chuan on physical fitness of elderly women [abstract]. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31(Suppl 5):385. [Presented at 46th American College of Sports Medicine Annual Meeting; 1999 Jun 2-5; Seattle (Washington)].

Oyama ER, Oliveira JG. Educação física e o idoso: implicações de gênero. *Revista da APEF* 1997;12:5-20.

Paffenbarger RS. Contributions of epidemiology to exercise science and cardiovascular health. *Med Sci Sports Exerc* 1988;20:426-38.

Paffenbarger Jr RS, Kampert JB, Lee IM. Physical activity and health of college men: longitudinal observations. *Int J Sports Med* 1997;18:S200-3.

Paffenbarger Jr. RS, Lee IM. Physical activity and fitness for health and longevity. *Res Q Exerc Sport* 1996;67:11-28.

Patla AE, Shumway-Cook A. Dimensions of mobility: defining the complexity and difficulty associated with community mobility. *J Aging Phys Act* 1999;7:7-19.

Satariano WA, Haight TJ, Tager IB. Reasons given by older people for limitation or avoidance of leisure time physical activity. *J Am Geriatr Soc* 2000;48:505-12.

Secretaria de Estado da Saúde-Celafiscs. Manual do Programa Agita São Paulo. São Paulo (SP), 1998.

Sesso HD, Paffenbarger RS, Ha T, Lee IM. Physical activity and cardiovascular disease risk in middle-aged and older. *Am J Epidemiol* 1999; 150:408-16. Sihvonen S, Rantanen T, Heikkinen E. Physical activity and survival in elderly people: a five-year follow-up study. *J Aging Phys Act* 1998;6: 133-40.

Shephard RJ. Does insistence on medical clearance inhibit adoption of physical activity in the elderly? *J Aging Phys Act* 2000;8:301-11.

Sparling PB, Cantwell JD. Strength training guidelines for cardiac patients. *Physician Sports Med* 1986;17:190-6.

Stephens KE, Vanhuss WD, Olson HW, Montoye HJ. The longevity, morbidity and physical fitness of former athletes. *Med Sci Sports Exerc* 1990;22:742-50.

Vita AJ, Terry RB, Hubert HB, Fries JF. Aging, health risks, and cumulative disability. *N Engl J Med* 1998;338:1035-41.

Wannamethee G, Shaper G, Walker M. Physical activity alterations, mortality and coronary disease prevalence in older men. *Lancet* 1998; 351:1603-8.

World Health Organization. WHO Guidelines for physical activity in older persons. Fourth International Congress of Physical Activity, Aging and Sports; 1996. August 27-31; Heidelberg, Germany; University of Heidelberg; 1996.

Yan JH, Downing JH. Tai Chi: an alternative exercise form for seniors. *J Aging Phys Act* 1998;6:350-62.

Yan JH. Tai Chi practice improves senior citizens' balance and arm movement control. *J Aging Phys Act* 1998;6:271-84

Young DR, Appel LJ, Jee SH, Miller ER. The effects of aerobic exercise and T'ai Chi on blood pressure in older people: results of a randomized trial. *J Am Geriatr Soc* 1999;47:277-84.