

EFEITO DO EXERCÍCIO AERÓBIO E DO EXERCÍCIO DE FORÇA NA MEMÓRIA EM IDOSOS**EFFECT OF THE AEROBIC EXERCISE AND THE EXERCISE OF FORCE IN THE MEMORY IN AGED**Marcelo Henrique Alves Ferreira da Silva ¹, Francisco Navarro ¹, Tânia Fernandes Campos ².**RESUMO**

Diversos estudos mostram que a prática regular de exercício físico proporciona resultados benéficos a vários aspectos psicobiológicos, dentre os quais a memória, em idosos. Este artigo de revisão tem o objetivo de verificar os efeitos fisiológicos do exercício aeróbio e do exercício de força sobre a memória em idosos, bem como as diferenças ou não entre os efeitos desses dois tipos de exercício físico sobre a memória dessa população, na tentativa de um embasamento teórico para futuros estudos. Antes disso, será descrito a memória, seu processo de formação e a fisiologia, bem como aspectos referentes ao envelhecimento e memória. De acordo com evidências literárias, tanto os exercícios aeróbios como os de força proporcionam benefícios mnemônicos a idosos. A literatura não dispõe suficientemente de estudos científicos para determinar qual o melhor exercício para a melhoria da memória em idosos e pouco se tem sobre os efeitos fisiológicos do exercício de força na memória. Por fim, podemos afirmar que, por provocar mudanças bioquímicas e psicofisiológicas, o exercício físico bem orientado, sistematizado e dependendo do tipo, pode ser utilizado como meio preventivo e de tratamento não medicamentoso para o retardamento do déficit de memória em idosos.

PALAVRAS-CHAVE: exercício aeróbio, exercício de força, memória e idosos.

1 – Programa de Pós-Graduação Lato-Sensu da Universidade Gama Filho – Fisiologia do Exercício: prescrição do exercício.

2 – Programa de Pós-Graduação Stricto-Sensu em Psicobiologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN.

ABSTRACT

Studies shows that regular practice of physical exercises provide for the elderly benefic in several psycho-biological aspects, as the memory. This review aims to discuss the physiological effects of the aerobic and resistance training over elderly memory. Moreover, to establish which of the two types of trainings has the most noticeable effects. First, we describe some aspects about memory, their formation processes and physiology, and the changes with aging. According with literature, both the aerobic and the resistance training provide benefits for the memory in the elderly. Though, the scientific evidence is still insufficient for distinguish which training is the most effective, and the knowledge about the physiological effect of resistance training on memory is scarce. It's possible to said that, by means of biochemical and physiological changes, and if appropriate, well oriented and systematized, the exercise may be a preventive and no drug-dependent method for maintain the memory levels in elderly.

KEY WORDS: aerobic exercise; resistance training; memory and elderly

Endereço para correspondência:

E-mail: marcelogly@hotmail.com;
mhafsilva@ig.com.br
Rua das Andorinhas, 8071
Cidade Satélite – Natal/RN
59067390

INTRODUÇÃO

Compreender a relação entre o exercício físico e a memória em idosos é um assunto novo e tem sido material de investigação atual, apesar da limitação de fundamentação científica neste assunto. E, a necessidade de se compreender o efeito de diferentes tipos de exercícios físicos sobre a memória é de suma importância para a qualidade de vida de idosos.

Mello e colaboradores, (2005) afirmaram que apesar de estudos apontarem benefícios do exercício físico às funções cognitivas (memória), há carência de pesquisas nesta área de estudo referente à intensidade, a duração do exercício, bem como o tipo de exercício (ênfase maior no exercício aeróbio) e combinações (por exemplo, força com aeróbico).

Existem ainda problemas metodológicos relacionados a: utilização de grupos heterogêneos (idades variadas); tipo, duração e intensidade do exercício aplicado; níveis de condicionamento do indivíduo no começo do estudo; gênero do grupo; natureza do grupo controle; e as tarefas usadas para medir a cognição (Colcombe e Kramer, 2003); (Simonsick, 2003).

Tendo em vista a necessidade de novos estudos, com propostas diferenciadas, esta pesquisa bibliográfica tem o objetivo de verificar os efeitos fisiológicos do exercício aeróbio e de força (resistido) sobre a memória em idosos, bem como as diferenças ou não entre os efeitos desses dois tipos de exercício físico sobre a memória dessa população (qual deles teria maior efeito sobre a memória?), na tentativa de um embasamento teórico para futuros estudos longitudinais.

E assim, a partir dessa proposta, alertar sobre a importância da prática regular de diferentes tipos de exercícios, para a melhoria da qualidade de vida da terceira idade, pela possibilidade do exercício retardar o processo de déficit de memória.

Desse modo, surgiu a necessidade de buscar os diferentes estudos realizados a respeito do efeito dos exercícios aeróbio e de força sobre a memória em indivíduos idosos.

Este estudo trata-se de uma revisão da literatura, onde foram pesquisados artigos nas bases de dados PubMed, Scielo e Web of Science, além de terem sido utilizados diversos livros clássicos sobre o assunto. A pesquisa foi iniciada em dezembro de 2006 e

foi concluída no início do mês de março de 2007. Na busca de periódicos usamos as combinações das seguintes palavras-chave em português e inglês: envelhecimento, exercício de força, exercício resistido, exercício aeróbio, memória, idosos, cognição, aptidão, idade, exercício físico e treinamento.

Iniciaremos esta revisão abordando o conceito de memória, seu processo de formação e fisiologia envolvida, bem como, o que a literatura mostra sobre o que acontece com a memória durante o envelhecimento. Tais assuntos servirão de base para entendermos como se dão as possíveis contribuições dos diferentes tipos de exercício a memória em idosos.

REVISÃO DA LITERATURA

MEMÓRIA: Conceitos, Processos de formação e Fisiologia

A literatura diz que a maioria das coisas que sabemos sobre o mundo em que vivemos não são inatas, mas sim foram construídas por meio da experiência (pessoal e social) e mantida pela memória. As mudanças sociais e o progresso acontecem pela capacidade intrínseca do cérebro de armazenar o que aprendemos pelos órgãos dos sentidos e de transmitir tais coisas às outras pessoas (Squire e Kandel, 2003).

Existem diferentes conceitos de memória. Alguns autores consideram como a capacidade que o ser humano e outros animais possuem de armazenar informações que possam ser evocadas e utilizadas em outro momento. Memória é a autobiografia de um indivíduo, o repositório de vivências e sentimentos (Lent, 2001). Para Byrne (2000), memória é a persistência do aprendizado que pode ser mostrado em outro momento quando for necessário, ou seja, é a retenção de alterações que dependem da experiência durante um determinado de tempo.

Os vários modelos propostos por estudiosos, o crescente número de trabalhos sobre memória e as várias formas de interpretação de diferentes autores resultaram em vários conceitos para a memória, dividindo-a e subdividindo-a em diferentes tipos e em vários sistemas.

Geralmente a memória é dividida em componentes temporais diferentes (tempo de retenção entre a aquisição e a evocação) –

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br

ultra-rápida, de curta duração e de longa duração. A memória ultra-rápida (memória sensorial pré-consciente) dura de frações de segundos a alguns segundos. É armazenada em áreas sensoriais, e acontece após ativação de alguma região neural por eventos internos ou externos (Lent, 2001).

A memória de curta duração é um tipo de memória que retém a informação temporariamente (dura minutos ou horas) até que seja esquecida (muito sensível a alterações) ou se incorpore em um armazenamento de longa duração, mais estável e permanente. A memória de curta duração é subdividida, de acordo com a psicologia cognitiva em: memória imediata e memória de trabalho.

Já a memória de longa duração é ilimitada em sua capacidade, automatizada e estável (dura dias, semanas), e pode reter milhares de fatos, conceitos e padrões, algumas vezes por toda a vida, garantindo o registro do passado autobiográfico e dos conhecimentos do indivíduo (Baxter e Baxter, 2001).

Além da memória de curta e de longa duração, alguns autores classificam um outro tipo de memória conhecida como memória intermediária a longo prazo, que pode durar dias ou semanas, mas que finalmente é perdida (Guyton e Hall, 1997).

Quanto a sua natureza a memória pode ser dividida em memória implícita (não-declarativa), explícita (declarativa) e operacional. A operacional é aquela que armazena informações temporárias apenas para a utilização rápida no raciocínio, resolução de problemas, e no planejamento do comportamento (Lent, 2001).

Memória declarativa ou explícita é a lembrança consciente de fatos e acontecimentos, que pode ser declarada de forma explícita verbalmente ou como uma imagem visual. Consiste em lembranças vividas do passado entremeadas com emoções. Além disso, compreende os vários fragmentos do conhecimento que fomos adquirindo durante nossa experiência de vida e aprendido. Subdivide-se em episódica (autobiografia dos eventos datados) e semântica (memória para fatos) (Baxter e Baxter, 2001).

Por outro lado, memória não-declarativa ou implícita é aquela que não necessita de recuperação consciente de

experiências prévias específicas. Apresenta qualidade automática resultante da experiência, onde tarefas são desempenhadas sem que percebamos. A aprendizagem de habilidades motoras e cognitivas relaciona-se a esse tipo de memória (Andreatini e colaboradores, apud Antunes e colaboradores, 2004); (Byrne, 2000).

O processo de formação da memória envolve algumas etapas. A primeira etapa, aquisição ou registro, consiste na entrada de um evento qualquer (um acontecimento, um objeto, um pensamento, uma emoção, seqüências de movimento) nos sistemas neurais ligados a memória (Squire e Kandel, 2003).

A segunda consiste na codificação que significa comparação ou seleção, através de semelhanças e diferenças, entre memórias recentes e antigas (Guyton e Hall, 1997). Refere-se ao modo pelo qual o material que encontramos, recebe atenção, é processado, preparado e priorizado, para ser armazenado na memória (Squire e Kandel, 2003).

A terceira etapa, armazenamento ou consolidação, é a manutenção do conhecimento, podendo ser reforçado pela repetição ou associação com outros dados. Processo durante o qual os aspectos selecionados de cada evento ficam disponíveis para ser lembrados (Guyton e Hall, 1997). Segundo Squire e Kandel (2003), não há um centro separado para a memória, onde as memórias são armazenadas de forma permanente, e ela não se encontra de forma homogênea dispersa ao longo do sistema nervoso. Diversas regiões do encéfalo apresentam funções especializadas e estão envolvidas na representação de um simples evento, mas cada região contribui de forma diferente para o armazenamento de memórias completas.

A última etapa é conhecida como evocação ou recordação (lembrança). Consiste num processo que permite a localização ou acesso a uma memória armazenada para utilizá-la mentalmente ou externá-la através do comportamento (Izquierdo, 2002). É através da evocação que a memória pode ser avaliada (medida) pelo desempenho numa sessão de testes (Santos, Milano e Rosat, 1998).

A regulação desses processos está diretamente relacionado às condições emocionais, motivacionais, níveis de

consciência e fadiga (Izquierdo, 2002). Aquilo que é armazenado na memória pode ser modificado pela aquisição de informação nova, interferente, assim como por episódios posteriores de recapitulação e de evocação, além de influências endógenas, hormonais e neuro-humorais. Uma informação nova adquirida em um determinado contexto neuro-humoral será melhor evocada se durante o processo de evocação o contexto neuro-humoral for semelhante ao momento da aquisição (“dependência de estado”) (Santos, Milano e Rosat, 1998).

Questões relativas à organização e o armazenamento da memória levaram a um avanço no conhecimento dos complexos mecanismos comportamentais, anatômicos, moleculares, fisiológicos e neurais envolvidos neste complexo sistema (Squire e Kandel, 2003; Izquierdo, 2002).

Estudos científicos chegaram a várias descobertas referentes ao assunto: há diferentes formas de memória; diferentes estruturas neurais encefálicas desenvolvem papéis específicos; e a memória é codificada em neurônios individuais e depende de mudanças na intensidade de suas conexões. Além disso, tais mudanças são moduladas pela ação de genes específicos nas células nervosas (Antunes e colaboradores, 2004).

Diante disso, chegou-se a conclusão que as regiões anatômicas que acontecem à memória declarativa são: lobo temporal medial e o diencéfalo (hipocampo, córtex parahipocampal, córtex perirrinal e entorrinal) (Byrne, 2000).

Já com relação à memória não-declarativa esta acontece em diferentes regiões encefálicas e são dependentes de estruturas envolvidas na tarefa e de estruturas específicas do cérebro. As regiões anatômicas são: a amígdala (respostas emocionais); o cerebelo e medula espinhal (músculo esquelético); estriado, córtex pré-frontal, córtex motor, córtex somatosensorial, córtex visual e cerebelo (habilidades e hábitos); neocórtex – córtex occipito-temporal; e sistema de reflexo (Baxter e Baxter, 2001).

A memória acontece, fisiologicamente, por circuitos neurais, ou seja, por modificações da capacidade de transmissão sináptica como resultado de atividade neural prévia (alterações altamente seletivas da força das conexões sinápticas entre os neurônios do cérebro). Tais modificações causam o

desenvolvimento de novas vias (traços de memória) para a transmissão de sinais pelos círculos neurais do cérebro (Guyton e Hall, 1997). Izquierdo (2002) conclui que as memórias são oriundas de neurônios, sendo armazenadas por redes neuronais e evocadas por essas mesmas redes ou por outras, e que há uma grande variedade de circuitos e mecanismos neurais, não conhecidos por completo, para a aquisição, armazenamento e evocação dos vários tipos de memória.

Há um consenso em considerar que as informações transitórias e duradouras são armazenadas em várias áreas corticais, relacionadas a sua função. Por exemplo, memórias motoras no córtex motor, memórias visuais no córtex visual (Lent, 2001).

Estudos evidenciam o desenvolvimento de um modelo de formação da memória trifásico seqüenciado e altamente dependente, que consiste em memória de curta duração, de duração intermediária e de longa duração. Neste modelo a consolidação da memória de longa duração está associada a um programa celular de ativação (enzimático) do sistema de mensageiros secundários (quinase), à transcrição genética no núcleo, à alteração da síntese protéica e ao crescimento de novas conexões sinápticas. Ou seja, a conversão de uma memória de curta duração numa de longa duração é acompanhada pelo crescimento de novas conexões e exige um programa celular de expressão genética e um aumento da síntese protéica (Byrne, 2000).

Algumas substâncias atuam com moduladores da memória – hormônios e peptídeos opióides. Uma delas é a β -endorfina (peptídeo), liberada após um estresse, e pode atuar como um marcador mnemônico causando uma dependência de estado. As catecolaminas – adrenalina e noradrenalina, vassopressina e ACTH (hormônio adrenocorticotrófico) são secretados de acordo com nível de estresse, e modulam a memória através de um nível ótimo de secreção ou causando a liberação de β -endorfina (Antunes, 2006).

A memória é susceptível a essas influências logo após a aquisição da informação. Estes hormônios e opióides reguladores da memória, também estão envolvidos na regulação homeostática do exercício físico, bem como o sistema nervoso central (simpático – participação da noradrenalina) – ajustes rápidos aos diversos

segmentos corporais durante o exercício (Santos, Milano e Rosat, 1998).

ENVELHECIMENTO E MEMÓRIA

De acordo com o IBGE (2002), no início da década de 90 a população idosa representava 7,3% da população total. Hoje a população de idosos (14.536.029 idosos) no Brasil está em torno de 8,6% da população total (169.799.170 pessoas). Estima-se que nos próximos 20 anos os idosos excederão 30 milhões de pessoas, chegando a representar cerca de 13% da população total do Brasil.

Outros dados mostram que os idosos no Brasil são portadores de, pelo menos, uma doença crônica, utilizam um medicamento regularmente e um em cada três pode apresentar sintomas psiquiátricos. Os serviços de saúde daqui são insuficientes para as necessidades dessa faixa etária (Garrido e Menezes, 2002). A maior parte dessa população é composta por mulheres de baixa renda, viúvas e de baixo nível de escolaridade – 60% dos responsáveis idosos por domicílios são considerados analfabetos. Além disso, existe um crescente aumento da proporção de idosos vivendo sozinhos (IBGE, 2002) e o comprometimento cognitivo ligado à dependência nas atividades da vida diária está relacionado com a mortalidade em idosos residentes em centros urbanos brasileiros (Ramos, Simões e Albert apud Charchat-Fichman e colaboradores, 2005).

De acordo com esses dados o crescente número de idosos leva-nos a uma preocupação com o processo de envelhecimento. Envelhecimento é a mudança natural de processos biológicos, isto é, a perda progressiva das capacidades fisiológicas, que ocorrem ao longo do tempo de vida (Robergs e Roberts, 2002). Nesse processo os sistemas orgânicos não conseguem desempenhar bem suas funções diante de variações do meio interno (Farinatti, 2002). Para Cotman e Engesser-Cesar (2002), o envelhecimento está associado ao comprometimento também da função cognitiva (memória, atenção, tempo de reação e velocidade de processamento), além da fisiológica.

O grau de disfunção de memória varia de indivíduo a indivíduo e dependendo do nível pode comprometer a qualidade de vida deste (Cunha e Sales apud Antunes, 2004). O

platô de desempenho cognitivo acontece no adulto jovem (Lyketos, Chen e Anthony apud Antunes, 2004) e começa a declinar progressivamente por volta dos 45 anos, podendo este declínio acontecer de forma mais lenta, em pessoas que mantenham um bom nível intelectual (Dunn e Lewis apud Antunes, 2004).

As causas do processo de envelhecimento tentam ser explicadas a partir de teorias biológicas, baseadas no declínio e degeneração da função e estrutura dos sistemas orgânicos e células. Estas teorias podem ser classificadas de acordo com a natureza genético-desenvolvimentista e estocástica. As de natureza genético-desenvolvimentista entendem o envelhecimento no contexto de um continuum controlado geneticamente, talvez até programado. Enquanto que a estocástica acredita que esse processo depende, principalmente, do acúmulo de agressões ambientais que atingem um nível incompatível com a manutenção das funções orgânicas. Tudo isso acarreta deficiência da síntese protéica, com conseqüente disfunção tecidual e de sistemas que compõe. Para tais teorias falta comprovação sobre suas influências e as formas pelas quais interagem no processo de envelhecimento (Farinatti, 2002).

Especificamente, essas teorias são decorrentes de desequilíbrio neuro-endócrino (mau funcionamento do eixo hipotálamo-hipófise), levando a uma diminuição de integração funcional dos sistemas orgânicos; genes relacionados com o controle de taxas de envelhecimento; problemas na reprodução e regeneração celular; diminuição da atividade enzimática por desequilíbrios homeostáticos do meio interno (pH, concentração de íons, temperatura, hidratação, etc); queda do sistema imunológico, e danos de origem química potencializados por poluição, alimentação ruim e inatividade (Farinatti, 2002). Além disso, desaceleração de reações no sistema nervoso por morte celular, perfusão cerebral deficiente, secreção alterada de neurotransmissores (Shephard, 2003) e alterações da condução neural (Fox e Alder, 2001).

Também foi verificada perda ou atrofia neuronal no núcleo basal, que pode estar relacionado à doença de Alzheimer, no nível subcortical, no lócus cerúleo e na substância cinzenta, que estão relacionados à doença de

Parkinson. Além da perda da substância cinzenta, há redução da substância branca por morte axônica ou degeneração da mielina, o que ocasiona perda da velocidade de condução neural e de processamento (lentidão) em regiões do córtex cerebral (Katzman, 1988). E ainda a deterioração da circulação sanguínea central, e da barreira hematoencefálica (Kramer e Willis apud Antunes e colaboradores, 2006).

Para Khalsa e Stauth (2001) a exposição crônica do cérebro a níveis tóxicos de cortisol é a principal causa da degeneração cerebral durante o processo de envelhecimento, pois o cortisol destrói os neurotransmissores e impede a utilização de glicose pelo cérebro.

Damasceno apud Antunes (2004) afirmou que com o envelhecimento o armazenamento sensorial e a memória prospectiva (episódica de curto prazo) enfraquecem – leve perda da capacidade de lembrar de atividades a serem feitas posteriormente ou recordar algo planejado, e a evocação de material verbal. Algumas alterações são observadas com respeito às narrativas, omissões na descrição de procedimentos e dificuldade de compreensão. Mas, freqüentemente, a habilidade de reconhecimento de longa duração permanece (Katzman, 1988).

A diminuição da memória de curta duração limita a capacidade de desenvolver novas capacidades e novos conceitos, ou seja, prejuízo na aquisição de novas informações e de converter essas em memória de longa duração (Sullivan e colaboradores, apud Fox e Alder, 2001).

Há também alterações na capacidade de abstração e integração de informações, na capacidade de organização e flexibilidade mental para mudar de estratégia, na capacidade de concentração, bem como, na realização de uma tarefa motora (Lezak apud Antunes, 2004).

Existe a necessidade da descrição clínica de dois grupos de idosos com declínio da capacidade cognitiva. Um relacionado à trajetória evolutiva estável e benigna, e outro com declínio da memória episódica associada à disfunção do lobo temporal medial (atrofia do hipocampo e do córtex entorrinal - risco de desenvolver Alzheimer) (Damasceno, 1999); (Charchat-Fichman e colaboradores, 2005).

É preciso ter cuidado em não generalizar o esquecimento a patologia. Com o tempo, os detalhes somem e fica apenas a essência do passado. Nossa memória antiga pode se tornar vaga e incerta. Algum grau de esquecimento, em indivíduos normais, é uma parte importante e necessária do funcionamento da memória, como fator preventivo de sobrecarga de sistemas cerebrais. Para o não excesso de informações armazenadas, existem áreas especiais do cérebro que determinam se as informações são importantes ou não, e tomam a decisão de armazenar ou não armazenar a informação como um traço de memória (Guyton e Hall, 1997).

Exames minuciosos laboratoriais, neurológicos e físicos, avaliação clínica e neuropsicológica, e técnicas de neuro-imagem ajudarão na distinção entre o patológico e o normal (Damasceno, 1999).

Além do fator idade, existem outros fatores de risco relacionado ao declínio da memória: baixo nível educacional (Almeida, 1998), baixo nível socioeconômico, sedentarismo (Lyketos, Chen e Anthony, 1999 apud Antunes, 2004), a doença de Alzheimer, falta de prática recente de habilidades motoras e sensoriais (Shephard, 2003), alteração na síntese de substâncias específicas da memória (Özkaya e colaboradores, 2005), doenças cardiovasculares, uso de medicamentos sedativos (Cotman e Engesser-Cesar, 2002), quadros de depressão e ansiedade (Stella e colaboradores, 2002); (Scorza e colaboradores, 2005); (Cheik e colaboradores, 2003), deficiência estrogênica (Cotman e Engesser-Cesar, 2002), o sono (Martins, Mello e Tufik, 2001), aumento da concentração plasmática da homocisteína – aminoácido sulfurado produzido durante o metabolismo da metionina (Selhub, 2000 apud Antunes, 2004), e baixa concentração plasmática de vitaminas B6 e B12, e ácido fólico (Goodwin, 1983 apud Antunes, 2004).

Diferentes características do exercício físico podem interferir na memória. Logo após a realização de um exercício físico intenso, a formação de novas memórias pode ser afetada (efeito agudo do exercício) (Antunes, 2006). Mas, o exercício físico regular sistematizado ajuda no armazenamento de informações novas (Mello e colaboradores, 2005).

Uma das estratégias que poderia retardar o processo de envelhecimento biológico é através do exercício físico regular.

Desse modo, é importante a discussão sobre as mudanças biológicas que ocasionam a degeneração das funções orgânicas, para entender como se dariam as possíveis contribuições do exercício (Farinatti, 2002).

EXERCÍCIO AERÓBIO, RESISTIDO E MEMÓRIA NA TERCEIRA IDADE

Apresentando a população idosa um alto nível de sedentarismo, a adoção de melhores hábitos de vida representa uma economia importante para os cofres públicos na medida em que se diminui a procura por atendimento em postos e hospitais da rede pública, bem como a utilização de medicamentos. Assim, o incentivo à prática de exercício físico regular deveria ser rotina na configuração das políticas públicas de saúde no presente e no futuro, pois esta prática pode contribuir para a redução de custos sociais de uma sociedade em envelhecimento, pela redução da necessidade de cuidados médicos e apoio institucional (Antunes e colaboradores, 2006); (Shephard, 2003).

Para Wilmore e Costill, (2001), a deterioração natural funcional com o envelhecimento deve-se, principalmente, ao fato das pessoas tornarem-se cada vez mais sedentárias com a idade, e ao envelhecimento físico.

Já para Cotman e Engesser-Cesar (2002), a contribuição do exercício no contexto do envelhecimento, reside nos aspectos funcionais e epidemiológicos (autonomia e prevenção de doenças – coronárias, apoplexia, diabetes, obesidade e osteoporose).

A partir da idade entre 20 e 35 anos, o desempenho de força e resistência, devido a alterações fisiológicas e bioquímicas, diminui a medida que vamos envelhecendo, em torno de 1 a 2% ao ano (Wilmore e Costill, 2001) e 15% entre a terceira e oitava décadas de vida (Evans, 1999). O exercício físico regular pode retardar essas perdas promovendo melhora e a manutenção dessas capacidades físicas, pelo fato dele (dependendo do tipo) promover adaptações endócrinas, neuromusculares e cardiorrespiratórias (Bassey, 2002).

Diversos estudos evidenciaram que a capacidade aeróbia pode ser melhorada em

qualquer idade e durante o envelhecimento ela pode ser modificada com a prática regular de exercício físico. Ou seja, a prática regular de exercício aeróbio proporciona melhora no sistema cardiovascular e no respiratório – aumento do consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), aumento da frequência cardíaca máxima, melhora da atividade enzimática oxidativa, aumento do débito cardíaco, diminuição ou não alteração da pressão arterial, diminuição da resistência vascular e aumento da diferença artério-venosa (Wilmore e Costill, 2001) e aumento da ação da insulina (Evans, 1999).

A participação em programas de exercício resistidos com o intuito de aquisição de força, ganhos relacionados a fatores neurais (adaptação neural), também tem proporcionado a idosos benefícios para a realização de atividades diárias – caminhar, subir escadas, equilibrar-se, sentar-se, levantar-se, tarefas domésticas, etc (Fiatarone e colaboradores, 1994); (Evans, 1999). De fato, Fiatarone, Marks e colaboradores, (1990), demonstraram que indivíduos com idade acima de 90 anos podem conseguir ganhos de força durante um período de oito semanas.

Gauchard e colaboradores, (2003) concluíram em estudo que, idosos que praticaram exercício durante toda a vida atenuam a perda de força muscular, e iniciar a prática na terceira idade melhora a função muscular a valores próximos a aqueles que praticaram exercício durante toda a vida.

O exercício de força aumenta o conteúdo mineral ósseo, bem como a massa magra - aumento da síntese protéica (Bassey, 2002), e diminui o tecido adiposo (Robergs e Roberts, 2002), e aumento do metabolismo basal e da ação da insulina em idosos (Evans, 1999).

Os efeitos benéficos do exercício de força só acontecem se o exercício provê uma sobrecarga e estes efeitos são específicos ao grupo muscular. Esta sobrecarga não deve ser excessiva e nem proporcionar desconforto cardiorrespiratório. Por isso, é importante um treino sistematizado (Bassey, 2002).

Idosos treinados apresentam níveis de resistência e força bem superiores a idosos não treinados. Níveis de força, até mesmo, igual ou superior a indivíduos não treinados que possuam um terço de sua idade (Gauchard e colaboradores, 2003). Uma pessoa ativa na terceira idade é capaz de

possuir uma idade biológica reduzida entre 10 e 20 anos relativa à idade de uma pessoa sedentária (Wilmore e Costill, 2001).

O exercício físico regular também melhora a função imunológica, o que aumenta a resistência a infecções agudas e aumenta o metabolismo basal. Além disso, o exercício é capaz de diminuir as concentrações de triglicérides no sangue, bem como aumentar as concentrações de colesterol HDL sanguíneo (Robergs e Roberts, 2002).

Vários estudos demonstraram o benefício do exercício físico (aeróbio) sobre as funções cognitivas (percepção, aprendizagem, memória, atenção, raciocínio e solução de problemas, e o funcionamento psicomotor - tempo de reação, tempo de movimento, velocidade de desempenho) na terceira idade (Hassmen e Koivula, 1997; Barnes e colaboradores, 2003; Kara et al, 2004; Cotman e Engesser-Cesar, 2002; Simonsick, 2003; Antunes e colaboradores, 2001).

Porém, alguns estudos não obtiveram a mesma relação (Read apud Antunes et al, 2004); (Molloy e colaboradores, apud Mello e colaboradores, 2005); (Swoap e colaboradores, apud Mello e colaboradores, 2005).

Alguns autores tentam explicar a não resposta cognitiva ao exercício como sendo devido à natureza temporária das alterações - programas de exercícios ineficazes (duração e intensidade insuficientes) (Molloy e colaboradores, apud Antunes e colaboradores, 2004); a necessidade de uma deterioração mínima de função cerebral a idade, antes que o benefício possa ser demonstrado (Hassman e Koivula, 1997); máximo de resposta cerebral quando um certo nível de condicionamento aeróbio tiver sido alcançado (Chodzo-Zajko e Moore apud Shephard, 2003); de que os ganhos nas funções cognitivas parecem ser maiores nas atividades mais complexas; ou, em geral, deve-se a problemas metodológicos (Colcombe e Kramer, 2003).

Alguns estudos que verificaram essa relação benéfica entre o exercício aeróbio e a função cognitiva serão descritos a seguir.

Hassmen e Koivula (1997) obtiveram resultados satisfatórios na memória - *Digit Span*, em 40 idosos (20 mulheres e 20 homens), com idade média de 66 anos, submetidos a um programa de três meses, 3 sessões semanais, de exercícios aeróbios de baixa intensidade (caminhada).

Antunes e colaboradores, (2001) em estudo realizado com 40 idosas de 60 a 70 anos ($64,37 \pm 3,31$ anos), um grupo (23 idosas) submetido a um programa de exercício aeróbio (1 hora de caminhada - baseado no limiar ventilatório 1 e frequência cardíaca) sistematizado durante seis meses, três vezes por semana, e outro sedentário (17 idosas - grupo controle), verificaram melhora na capacidade de memória lógica (imediate e tardia) do grupo experimental, através da comparação de testes neuropsicológicos antes e após o programa. Além disso, houve melhora na capacidade cardiorrespiratória, atenção, agilidade, humor e diminuição dos níveis de ansiedade e depressão. Todas as participantes foram submetidas à avaliação basal, teste de esforço submáximo com eletrocardiograma e testes neuropsicológicos, além da aplicação da análise do humor pela escala geriátrica de depressão.

Barnes e colaboradores, (2003) verificaram relação positiva entre o exercício aeróbio e memória em estudo longitudinal durante 6 anos, com 339 idosos (homens e mulheres) com idade a partir de 55 anos. Neste estudo, os idosos foram divididos em 3 grupos, realizando atividades de baixa, média e alta intensidade (de acordo com o VO_{2max}). Os resultados concluíram que idosos que estavam com alto nível de aptidão cardiovascular obtiveram melhorias na função executiva da atenção, na memória verbal e na fluência verbal.

Outro estudo com 45 mulheres idosas ($68,04 \pm 5,56$ anos), que durante 4 meses, 3 vezes por semana, realizaram exercícios aeróbios calistênicos (60-70% da frequência cardíaca máxima), com duração de 40 a 50 minutos, obtiveram melhorias significativas na memória imediata, na recordação a curto prazo e a longo prazo (Kara e colaboradores, 2004).

Diante das evidências anteriores, podemos concluir que idosos ativos (praticantes de exercício aeróbio regular) apresentam menor risco de disfunções mentais, o que confirma os benefícios desse tipo de exercício à variável memória. Outro estudo realizado com idosos para detectar déficit cognitivo, concluíram também que idosos sedentários apresentaram prevalência de déficit cognitivo cerca de duas vezes maior do que idosos ativos (Cavalini e Chor, 2003).

O retardamento do ritmo de declínio das perdas da memória pode acontecer pelo fato do exercício aeróbio ser capaz de ajudar no bom funcionamento do sistema cerebrovascular, na melhoria da função cardiorrespiratória (capacidade funcional), nas alterações bioquímicas, ou seja, no aumento do transporte de oxigênio para o cérebro (aumento do fluxo sanguíneo) (Antunes e colaboradores, 2001), no aumento na síntese e degradação de neurotransmissores (que precisam de oxigênio para as reações bioquímicas), na diminuição da pressão arterial, das concentrações de colesterol e triglicérides, na inibição da agregação plaquetária (Robergs e Roberts, 2002). Este tipo de exercício ajuda a reduzir o excesso de hormônios supra-renais, por exemplo, o cortisol que está relacionado a níveis altos de estresse (Khalsa e Stauth, 2001).

Além disso, Santos, Milano e Rosat (1998) acrescentam que o exercício (como agente estressor) estimula a liberação de hormônios como as catecolaminas, ACTH e vasopressina, β -endorfina, a serotonina, e a conseqüente ativação de receptores específicos, o que caracteriza uma relação do efeito do exercício na regulação da memória. Tais alterações, a longo tempo, atuariam em regiões encefálicas relacionadas à consolidação, armazenamento e evocação da memória - hipocampo, amígdala, septo medial e córtex entorrinal, modificando seus mecanismos reflexos de secreção e metabolismo (Izquierdo, 2002). Não há mudanças atribuíveis ao exercício nas concentrações dos hormônios sexuais masculinos e femininos na terceira idade (Bassey, 2002).

Antunes et al (2004) acreditam que além dos neuromoduladores citados, a melhora do condicionamento físico, a melhora do humor, diminuição dos níveis de ansiedade e depressão, e conseqüentemente, a melhora da qualidade de vida, também são responsáveis pelo benefício cognitivo adquirido com o exercício físico.

Estudos afirmaram que durante o exercício há modificação da secreção ou facilitação a passagem pela barreira hematoencefálica desses hormônios envolvidos, ou esses ativariam receptores periféricos e ou atuariam em regiões cerebrais pouco protegidas pela barreira hematoencefálica, o que otimizaria o desempenho cerebral (Debruin apud Antunes e colaboradores, 2004).

Outros defendem que o exercício aeróbio induz a expressão do gene do fator de crescimento neurotrófico (proteínas), que é responsável pela plasticidade cerebral e é importante para efetivação da função neural (conexões fortes e neuroproteção), principalmente no hipocampo - região importante na memória e alvo da deteriorização precoce para doenças neurodegenerativas. O fator de crescimento, em boa concentração, aumenta a capacidade sináptica e promove o acréscimo de novos neurônios no hipocampo (Cotman e Engesser-Cesar, 2002).

Essa ativação neural no córtex pré-frontal está associada com a recuperação mais rápida da memória de trabalho em idosos (Rympa e D'Esposito apud Colcombe e Kramer, 2003).

Tudo isso mostra que os efeitos do exercício aeróbio às funções cognitivas, dentre elas a memória, são multifatoriais e estão relacionados a alterações feitas pelo exercício em vários sistemas (Antunes e colaboradores, 2006).

Ao contrário das várias evidências citadas sobre os efeitos do exercício aeróbio sobre a memória em idosos, poucos estudos foram realizados para verificar possíveis efeitos do exercício de força sobre a memória na terceira idade (Özkaya e colaboradores, 2005; Perrig-Chiello, 1998; Lachman e colaboradores, 2006; Evans, 1999).

Um desses raros estudos, Perrig-Chiello e colaboradores, (1998) realizaram um estudo com 46 idosos (idade média de 73,2 anos), 18 mulheres e 28 homens divididos em dois grupos de 23 - experimental e controle. O grupo experimental foi submetido a um treinamento de exercício de força por 8 semanas (uma sessão semanal). Foram feitos pré e pós-testes uma semana antes e uma semana depois do treinamento, respectivamente. Os resultados mostraram melhoras na força dinâmica e no bem estar psicológico, alterações significativas na recordação livre e no reconhecimento do grupo treinado. Para os autores as melhoras significativas na capacidade física e nas funções cognitivas acontecem em 8 semanas de treinamento.

Outro estudo de Özkaya e colaboradores, (2005), 36 idosos (idade entre 60 e 85 anos) foram divididos em três grupos - controle, exercício de força (3 séries de 12 repetições a 60-80% de 1 RM) e exercício

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br

aeróbico moderado (50 minutos de caminhada a 70% da frequência cardíaca de reserva). Durante 9 semanas, em sessões três vezes por semana, o grupo de exercício aeróbico realizou caminhada e o outro exercícios de força. Também foram feitos pré e pós-testes funcionais e cognitivos (registro ERP – *Event Related Potentials*). Os resultados mostraram que os dois grupos que treinaram melhoraram a aptidão funcional, e que o treinamento resistido, também, pode facilitar o processamento da informação para a memória de trabalho em idosos. Os autores acreditam que essa resposta do treinamento de força deve-se a mudanças no fluxo sanguíneo cerebral e funcionamento dos neurotransmissores.

Outro mais recente, Lachman et al (2006) realizaram, durante 6 meses, um estudo com 210 idosos (75,32 ± 7,37 anos), 163 mulheres e 47 homens. Os idosos foram divididos em dois grupos (102 no experimental e 108 no controle). Os dois grupos realizaram testes de memória (*Wais digit span*) e o grupo experimental realizou treinamento de sobrecarga resistido, em média 2 vezes na semana, até atingir o nível mais alto de força no sexto mês. Os resultados mostraram que houve melhoria na memória de trabalho.

Idosos participantes de exercícios combinados (força e aeróbicos) melhoraram mais a cognição (memória de trabalho) do que aqueles que praticaram apenas o aeróbico (Colcombe e Kramer, 2003).

As diversas respostas endócrinas e metabólicas dependem da metodologia do exercício (tipo, intensidade e duração), das características físicas e do condicionamento físico do indivíduo. Parece que os exercícios intensos e os moderados de longa duração exercem um efeito regulatório na memória (Santos, Milano e Rosat, 1998). Galbo apud Santos, Milano e Rosat (1998) afirma que a noradrenalina é liberada mais em exercícios estáticos e que envolvam pequenos grupos musculares, quando comparados a exercícios dinâmicos e que envolvam grandes grupos.

Para que seja criada uma “dependência de estado” favorável à evocação da memória através do exercício físico, este deve ser intenso (acima de 70% VO_{2max}) ou moderado e de longa duração (mais de 50 min), para que haja uma liberação significativa de catecolaminas, β -endorfina, ACTH, e vasopressina, além da interação necessária

entre os sistemas opióides e as catecolaminas (Santos, Milano e Rosat, 1998).

Antunes e colaboradores, (2006), a partir de estudo bibliográfico em evidências científicas, relataram que logo após a realização de um exercício intenso (agudo – anaeróbico máximo) de curta duração, pode haver um declínio cognitivo pelo retardamento transitório de processos que controlam a preparação da resposta – memória de curta duração. O contrário pode acontecer pela rápida recuperação fisiológica pós-exercício, decorrente de um bom nível de condicionamento físico do indivíduo. Já no exercício agudo de longa duração, o déficit cognitivo é evidente em função da depleção dos substratos energéticos e desidratação.

Shephard (2003) concorda com Antunes e colaboradores, e acrescenta que os exercícios agudos intensos e/ou com volumes excessivos aplicados a idosos parece poder causar ação depressiva, pela limitação dos processos de reparo do sistema imunológico (supressão); lesão musculoesquelética; e ataque cardíaco.

Grande número de estudos tem demonstrado os efeitos do exercício aeróbico com intensidades entre 40 e 80% do VO_{2max} e duração de no máximo 90 minutos no estado de humor, na função cognitiva e nos sentimentos de bem-estar (Toporowski apud Antunes e colaboradores, 2006).

Parece que o exercício aeróbico traz maiores benefícios sobre os processos de controle executivo – planejamento e memória de trabalho, apesar de benefícios nos processos automáticos e visuais-espaciais (reconhecer) (Colcombe e Kramer, 2003) e este benefício parece ser maior quando o exercício for submáximo (Antunes e colaboradores, 2006).

A participação em programas de exercício aeróbicos curtos (1 - 3 meses) forneceu benefício cognitivo similar ao treinamento de 4 a 6 meses, mas o benefício maior aconteceu em treinamentos a longo prazo (acima de 6 meses). Exercícios em sessões de curta duração (15 – 30 minutos) tiveram muito pouco impacto na função cognitiva. Análise de grupos com superioridade feminina apresentou melhor resposta cognitiva que grupos com superioridade masculina, e grupos de meia idade (66-70 anos) apresentaram também melhor resposta cognitiva (Colcombe e Kramer

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br

2003).

Por fim, o exercício físico regular contribui para a melhoria da memória, apresentando um efeito protetor reduzindo o déficit de memória durante o envelhecimento e em populações clínicas (patológicas). Além de ser um meio profilático e de tratamento não-farmacológico (Cotman e Engesser-Cesar, 2002; Mello e colaboradores, 2005).

CONCLUSÃO

Parece que tanto os exercícios aeróbios como os exercícios de força proporcionam benefícios físicos e cognitivos a idosos, desde que sejam bem sistematizados (frequência, duração e intensidade adequada). A literatura não mostra diferenças entre os exercícios aeróbios e resistidos quanto à melhoria da memória, ou seja, a literatura não dispõe suficientemente de estudos científicos para determinar qual o melhor exercício para a melhoria da memória em idosos.

Pouco se tem sobre os efeitos bioquímicos e fisiológicos do exercício de força à memória. Parece que esses efeitos são idênticos ao exercício aeróbio. Entender os mecanismos pelos quais o exercício pode impactar os mecanismos cerebrais poderá permitir a otimização da saúde da memória em idosos.

Desse modo, há a necessidade da realização de muitos estudos para sabermos que tipo de exercício exerce maior influência sobre as funções cognitivas, especificamente a memória, assim como, mais estudos verificando os efeitos fisiológicos do exercício de força à memória.

Assim, partindo da maioria dos estudos aqui apresentados, podemos afirmar que a prática regular de exercício físico orientado e sistematizado (aeróbio e/ou de força) traz benefícios físicos, bem como pode ser utilizado como meio preventivo e de tratamento não medicamentoso para o retardamento do déficit de memória em idosos, e conseqüentemente, proporciona uma melhor qualidade de vida para essa população – envelhecimento digno e independente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1- Almeida, O.P. Mini exame do estado mental e o diagnóstico de demência no Brasil. *Arq. Neuropsiquiatr.* 56 (3-B). p.605-12. 1998.

2- Antunes, H.K.M.; Santos, R.F.; Heredia, R.A.G.; Bueno, O.F.A.; Mello, M.T. Alterações cognitivas em idosas decorrentes do exercício físico sistematizado. *Revista da Sobama.* v.6. p. 27-33. 2001.

3- Antunes, H.K.M.; Santos, R.F.; Mello, M.T.; Bueno, O.F.A. Memória e exercício físico. In: *Atividade física, exercício físico e aspectos psicobiológicos.* Mello, M.T.R.; Tufik, S. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2004.

4- Antunes, H.K.M.; Stella, S.G.; Santos, R.F.; Bueno, O.F.A.; Mello, M.T. Depression, anxiety and quality of life scores in seniors after an endurance exercise program. *Rev. Bras. Psiquiatr.* v. 27. nº 4. p.65-71. 2005.

5- Antunes, H.K.M.; Santos, R.F.; Cassilhas, R.; Santos, R.V.T.; Bueno, O.F.A.; Mello, M.T. Exercício físico e função cognitiva: uma revisão. *Rev. Bras. Med. Esporte.* v.12. nº 2. p. 108-14. 2006.

6- Bassey, E.J. Exercise for the elderly: an update. *Age and Ageing.* v. 31-S2. p. 3-5. 2002.

7- Barnes, D.E.; Yaffe, K.; Satariano, W.A.; Tager, I. B. A longitudinal study of cardiorespiratory fitness and cognitive function in healthy older adults. *Journal of the American Geriatrics Society.* v. 51. p. 459-465. 2003.

8- Baxter, M.F.; Baxter, D.A. Mecanismos neurais do aprendizado e da memória. In: *Neurociência para fisioterapeutas: incluindo correlações clínicas.* Cohen, H. Tradução de Dr. Marcos Ikeda. 2 ed. Barueri-SP: Editora Manole. 2001.

9- Byrne, J.H. Aprendizagem e memória. In: *Fundamentos da fisiologia médica.* Johnson, L.R. Tradução de Mira de Casrilevitz. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2000.

10- Cavalini, T.C.; Chor, D. Inquérito sobre hipertensão arterial e déficit cognitivo em idosos de um serviço de geriatria. *Rev. Bras. epidemiol.* São Paulo. v.6. n.1. 2003.

11- Cheik, N.C.; Reis, I.T.; Heredia, R. A.G.; Ventura, M.L.; Tufik, S.; Antunes, H.K. M.; Mello, M.T. Efeitos do exercício físico e da

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br

atividade física na depressão e ansiedade em indivíduos idosos. Brasília. Rev. Bras. Cien. Mov. v.11. n.3. 2003.

12- Charchat-Fichman, H.; Caramelli, P.; Sameshima, K.; Nutrini, R. Declínio da capacidade cognitiva durante o envelhecimento. Rev. Bras. Psiquiatr. v. 27. nº 12. p.79-82. 2005.

13- Colcombe, S.; Kramer, A.F. Fitness effects on the cognitive function of older adults: a meta-analytic study. Psychological Science. 14. nº 2. p.125-30. 2003.

14- Cotman, C.W.; Engesser-Cesar, C. Exercise enhances and protects brain function. Exerc. Sport Sci. Rev. v. 30. nº 2. p. 75-79. 2002.

15- Damasceno, B.P. Envelhecimento cerebral: o problema dos limites entre o normal e o patológico. Arq. Neuro-Psiquiatr. .57(1). P.78-83. 1999.

16- Evans, W.J. Exercise training guidelines for the elderly. Med. Sci. Sports Exerc. v.31. nº 1. p. 12-17. 1999.

17- Farinatti, P.T.V. Teorias biológicas do envelhecimento: do genético ao estocástico. Rev. Bras. Méd. Esp. Rio de Janeiro. v.8. n.4. p. 1-10. 2002.

18- Fiatarone, M.A.; O'Neill E.F.; Ryan N.D.; Clements K.M.; Solares G.R.; Nelson M.E.; Roberts S.B.; Kehayias J.J.; Lipsitz L.A.; Evans W.J. Exercise training and supplementation for physical frailty in very elderly people. New England Journal Medicine. v.330. p.1769-75. 1994.

19- Fiatarone, M.A.; Marks, E.C.; Ryan, N.D.; Meredith, C.N. Lipsitz, L.A.; Evans, W.J. High-intensity strength training in nonagenarians. Journal of the American Medical Association. v.263. p.3029-34. 1990.

20- Fox, C.M.; Alder, R.N. Mecanismos neurais do envelhecimento. In: Neurociência para fisioterapeutas: incluindo correlações clínicas. COHEN, H. Tradução de Dr. Marcos Ikeda. 2 ed. Barueri-SP: Editora Manole. 2001.

21- Frontera, W.R.; Hughes, V.A.; Lutz, K.J.; Evans, W.J. Across sectional study of muscle strength and mass in 45-to-78-year-old men and women. Journal of Applied Physiology. v. 71, p.644-50. 1991.

22- Garrido, R.; Menezes, P.R. O Brasil está envelhecendo: boas e más notícias por uma perspectiva epidemiológica. Rev. Bras. Psiquiatr. v. 24. p. 3-6. 2002.

23- Gauchard, G.C.; Tessier, A.; Jeandel, C.; Perrin, P. Improved muscle strength and power in elderly exercising regularly. Int J Sports Med. v.24. p.71-74. 2003.

24- Guyton, A.; Hall, J.E. Tratado de Fisiologia Médica. 9 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1997.

25- Hassmen, P.; Koivula, N. Mood, physical working capacity and cognitive performance in the elderly as related to physical activity. Aging. v.9. p. 136-42. 1997.

26- IBGE. Perfil dos idosos responsáveis pelos domicílios no Brasil. Rio de Janeiro: 2002. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>
Izquierdo, I. Memória. Porto Alegre: Artmed. 2002.

27- Kara, B.; Pinar, L.; Ugur, F.; Oguz, M. Correlations between aerobic capacity, pulmonary and cognitive functioning in the older women. Int. J. Sports Med. v.26. p.220-224. 2005

28- Katzman, R. Normal aging and the brain. News in Physiological Sciences. v.3. p.197-200. 1988.

29- Khalsa, D.S; Stauth, C. Longevidade do cérebro: um programa médico revolucionário que aprimora a mente e a memória. Tradução de Sylvia Bello. 18 ed. Rio de Janeiro: Objetiva. 2001.

30- Lachman, M.E.; Neupert, S.D.; Bertrand, R.; Jette, A.M. The effects of strength training on memory in older adults. Journal of Aging and Physical Activity. v.14. p.59-73. 2006.

31- Lent, R. Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais de neurociência. Rio de Janeiro: Atheneu. 2001.

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

w w w . i b p e f e x . c o m . b r

32- Martins, P.J.F.; Fernandes, A.C.; Tufik, S. Exercício e sono. *Rev. Bras. Méd. Esp.* v.7. p. 28-36. 2001.

33- Mello, M.T.; Boscolo, R.A.; Esteves, A.M.; Tufik, S. O exercício físico e os aspectos psicobiológicos. *Rev. Bras. Méd. Esp.* v.11. nº 3. p. 203-07. 2005.

34- Özkaya, G.Y.; Aydin, H.; Toraman, F.N.; Kizilay, F.; Özdemir, Ö.; Cetinkaya, V. Effect of strength and endurance training on cognition in older people. *Sports Science and Medicine.* v.4. p.300-313. 2005.

35- Perrig-Chiello, P.; Perrig, W.J.; Ehram, R.; Staehelin, H.B.; Krings, F. The effects of resistance training on well-being and memory in elderly volunteers. *Age and ageing.* v.27. p.469-475.1998.

36- Robergs, R.A.; Roberts, S.O. Princípios fundamentais de fisiologia do exercício: para aptidão, desempenho e saúde. São Paulo: Phorte Editora. 2002.

37- Santos, D.L.; Milano, M.E.; Rosat, R. Exercício físico e memória. *Revista Paulista de Educação Física.* São Paulo. v. 12. p. 95-106. 1998.

38- Simonsick, E.M. Fitness e cognition: encouraging findings and methodological considerations for future work. *Journal of the American Geriatrics Society.* v. 51. p. 570-71. 2003.

39- Scorza, F.A.; Guerra, A.B.G.; Cavalheiro, E.A.; Calil, H.M. Neurogênese e depressão: etiologia ou nova ilusão? *Rev. Bras. Psiquiatr.* v. 27. nº 3. p. 248-53. 2005.

40- Shephard, R.J. Envelhecimento, atividade física e saúde. Tradução de Maria Aparecida da Silva Pereira Araújo. São Paulo: Phorte Editora. 2003.

41- Squire, R.L.; Kandel, E.R. Memória: da mente às moléculas. Tradução de Carla Dalmaç e Jorge A. Quillfeldt. Porto Alegre: Artmed. 2003.

42- Stella, F.; Gobbi, S.; Corazza, D.I.; Costa, J. L. R. Depressão do idoso: diagnóstico,

tratamento e benefícios da atividade física. *Motriz.* Rio Claro-SP. v.8. n.3. p. 91-98, 2002.

43- Wilmore, J.H.; Costill, D.L. Fisiologia do esporte e do exercício. Tradução de Dr. Marcos Ikeda. 2ª ed. Barueri-SP: Editora Manole. 2001.