

---

## Revisão

---

# Processo do envelhecimento humano

## *Human aging process*

André Luiz Zanella\*, Laíne Rocha Moreira\*\*, Paulo Silvano Marinho\*\*, Rosimar da Silva Salgueiro\*\*\*, Mauro Lucio Mazini Filho\*\*\*\*, Luis Guilherme da Fonseca\*\*\*\*\*, Dihogo Gama de Matos\*\*\*\*\*

---

*\*Programa de Pós Graduação Stricto Sensu em Avaliação das Atividades Físicas e Deportivas (UTAD), Portugal, Universidade Estadual do Pará (UEPA), \*\*Universidade Estadual do Pará (UEPA), \*\*\*Universidade Salgado de Oliveira, Univero, Juiz de Fora/ MG, \*\*\*\*Programa de Pós Graduação Stricto Sensu em Avaliação das Atividades Físicas e Deportivas (UTAD), Portugal, \*\*\*\*\*Universidade Castelo Branco, \*\*\*\*\*Programa de Pós Graduação Stricto Sensu em Avaliação das Atividades Físicas e Deportivas (UTAD), Portugal, Laboratório de Avaliação Motora da Universidade Federal de Juiz de Fora/MG*

### Resumo

Entende-se como envelhecimento como um processo progressivo e inevitável, caracterizado pela diminuição das funções fisiológicas e de todas as capacidades físicas, fazendo com que a população idosa seja dependente de terceiros para que consigam realizar as atividades cotidianas. Dentre as diversas funções prejudicadas pelo avanço da idade está a função muscular, que, quando diminuída, afeta significativamente a qualidade de vida dos idosos. O objetivo do presente estudo foi revisar a literatura a respeito do processo de envelhecimento humano do ponto de vista das alterações fisiológicas que ocorrem nos diversos sistemas (musculoesquelético, cardiovascular, respiratório, imunológico, nervoso central). Porém, o que devemos compreender é de que o processo de envelhecimento é irreparável e contínuo, podendo apenas ser amenizado, mas nunca evitado. Durante toda a fase de envelhecimento nosso corpo responde de formas e velocidades diferentes, parecendo existir uma forte correlação entre a inatividade física e a restrição ou supercompensação calórica, o que faz com que este processo possa ser amenizado.

**Palavras-chave:** envelhecimento, qualidade de vida, idosos.

### Abstract

Aging is a progressive and inevitable process, characterized by decline of physiological functions as well as physical abilities. These conditions lead the aged population becoming dependent of other to perform everyday activities. Among the different functions affected by aging, loss of muscle function is one of them, which affects significantly the quality of life of the elderly. This study was a literature review on the human aging process in terms of physiological changes that occur in different systems (musculoskeletal, cardiovascular, respiratory, immunological, central nervous system). But what we should understand is that the aging process is irreversible and continuous, and can only be mitigated, but never avoided. During every stage of our aging, body responds in different ways and speeds, and it seems to have a strong correlation between physical inactivity and caloric restriction or overcompensation, which makes this process can be eased.

**Key-words:** aging, quality of life, elderly.

## Introdução

O envelhecimento humano vem tomando proporções significativas, principalmente nos últimos 30 anos. Segundo as projeções estatísticas da Organização Mundial de Saúde [1] e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [2], entre 1950 e 2025, a população de idosos, em países em desenvolvimento como o Brasil, crescerá dezesseis vezes contra somente cinco vezes da população total. A proporção passará de aproximadamente 7,5% para cerca de 15%, que é a mesma de países europeus. Este fato coloca o Brasil em termos absolutos como o sexto país em idosos, no mundo.

Pode-se entender o envelhecimento como um processo progressivo e inevitável, caracterizado pela diminuição das funções fisiológicas e de todas as capacidades físicas, fazendo com que esta população seja dependente de terceiros para que consigam realizar as atividades cotidianas [3].

Atualmente, a expectativa de vida tem aumentado muito em função de inúmeros fatores, tais como os avanços da medicina, de novas técnicas de fisioterapia, dos maiores conhecimentos na área de nutrição, das informações que a mídia veicula cotidianamente, do treinamento físico propriamente dito, dentre outros [4].

O envelhecimento do organismo afeta o desempenho físico, limitando a interação do homem com o meio ambiente [5]. Dentre as diversas funções prejudicadas pelo avanço da idade está a função muscular, que, quando diminuída, afeta significativamente a qualidade de vida dos idosos, levando-os a dificuldades para a realização das atividades cotidianas e, muitas vezes, tornando-os dependentes do auxílio de outras pessoas [6].

O elevado número de pessoas inativas é um fato relevante no processo de envelhecimento, tendo em vista o fato que estas perdas ocasionadas pelos processos deletérios do mesmo têm relação direta com as variáveis antropométricas, metabólicas e neuromusculares [7].

Desta forma, o objetivo do presente estudo foi revisar a literatura a respeito do processo de envelhecimento humano a partir das alterações fisiológicas que ocorrem nos diversos sistemas (musculoesquelético, cardiovascular, respiratório, imunológico, nervoso central).

## Envelhecer

O envelhecimento é um processo progressivo e inevitável, caracterizado pela diminuição das funções fisiológicas e de todas as capacidades físicas [3]. Alterações na saúde mental, na cognição e no humor também são comuns na população idosa [8].

Pesquisas de Powers & Howley [6] e de Murray e Lopes [3] têm demonstrado que, com o passar dos anos, ocorrem perdas naturais das capacidades físicas como a perda de força, de flexibilidade, de velocidade, dos níveis de  $VO_2$ , de massa óssea (osteopenia), além da redução na massa muscul-

lar (sarcopenia), devido, sobretudo, ao acometimento das fibras do tipo IIb. Além disso, nesta fase, ocorre o aumento da gordura corporal e o aparecimento de várias patologias decorrentes das mudanças citadas, como, por exemplo, a osteoporose, doenças cardiovasculares, diabetes, hipertensão arterial, dentre outras.

Essas alterações fisiológicas e músculo-articulares associadas à inatividade física levam, geralmente, o idoso a condição degenerativa crescente de suas capacidades físicas e fisiológicas, fazendo com que ocorra o aparecimento de problemas como a perda de equilíbrio (ataxia), o comprometimento da marcha e os problemas psicológicos como a diminuição da autoestima e depressão [8]. Tendo isso em vista, é sugerido na literatura que grande parte desses aspectos deletérios do envelhecimento podem ser amenizados com a prática de exercícios físicos regulares [9].

De acordo com Cress *et al.* [5], podemos evidenciar duas principais teorias para o envelhecimento biológico. Uma trata da explicação genética, onde o envelhecimento aparece como tendo sido programado biologicamente. A outra afirma que os radicais livres promovem a peroxidação da membrana lipídica, a qual pode interferir em muitos processos celulares [10]. O posicionamento em relação ao conceito do processo da velhice é divergente em vários autores, o que deixa claro a grande dificuldade para a compreensão desse estágio da vida [9].

As transformações inerentes desse processo ocorrem de forma diversificada em cada um dos indivíduos, uma vez que está em jogo o estilo de vida do idoso e os fatores genéticos [11,12].

Envelhecer é uma fase complexa e envolve muitas variáveis que interagem entre si, influenciando grandemente a maneira como se envelhece [7]. Transformações nos parâmetros sociais e ambientais irão ocorrer, pois o idoso passa a vivenciar dificuldades quanto à sua segurança e à adequação do ambiente em que vive [3].

Portanto com o aumento da população geronte mundial, uma das grandes preocupações nos países desenvolvidos é a questão da incapacidade dos sujeitos idosos e os possíveis custos que este fato poderia causar, pois com o envelhecimento, é natural que ocorra o aumento na dependência [13]. Por isso, manter esta população ativa com a prática de hábitos de vida saudáveis como alimentação balanceada, exercícios regulares e atividades sociais podem ser alternativas eficazes na diminuição dos gastos dos cofres públicos e na melhoria da saúde desta população [14].

O processo de envelhecimento populacional, em países desenvolvidos, ocorreu de forma gradual e acompanhado de melhorias na cobertura do sistema de saúde, nas condições de habitação, saneamento básico, trabalho e alimentação. No Brasil ocorre rapidamente e em um contexto de desigualdades sociais, economia frágil, níveis de pobreza, precário acesso aos serviços de saúde e reduzidos recursos financeiros, ou seja, esse processo ocorre sem que haja modificações estruturais que respondam às demandas do novo grupo etário emergente [7,12].

## Envelhecimento do sistema musculoesquelético

Com o processo de envelhecimento existem mudanças principalmente na estatura, peso e composição corporal [8]. Com o avançar da idade, essas mudanças fazem com que os componentes do sistema musculoesquelético percam sua funcionalidade, fazendo com que o idoso deixe de realizar as atividades da vida diária com eficiência. Os ossos tornam-se mais frágeis com a idade devido ao decréscimo no conteúdo mineral ósseo que causa aumento na porosidade do osso. A lenta, mais progressiva perda de osso com a idade tem sido ligada à inatividade física e a fatores genéticos, hormonais, nutricionais e mecânicos [3].

Para Chakravarthi *et al.* [12] a altura ereta diminui de 30 a 50 mm durante o final da vida adulta, por causa da crescente curvatura da coluna vertebral (cifose), da compressão dos discos intervertebrais e, no período de velhice extrema, pelo colapso osteoporótico de uma ou mais vértebras. Weineck [9] argumenta que a partir dos 30 anos podemos perder até 1,2 cm de altura por década pelos mesmos motivos.

Matsudo [8] afirma também que um sistema musculoesquelético adequadamente funcional é a chave para a independência e da boa qualidade de vida, sendo que a perda de equilíbrio e subsequente queda entre os gerontes são as maiores questões da medicina geriátrica. Então, a necessidade de melhorar a função muscular e o equilíbrio é importante em indivíduos idosos, principalmente aqueles com doenças musculoesqueléticas crônicas.

Não somente há disfunção no componente ósseo, mas também na hipertrofia muscular. A hipotrofia muscular observada com a idade parece resultar da inatividade física e em gradual e seletiva deterioração das fibras musculares, mais notadamente das fibras do tipo II (fibras rápidas). A atrofia muscular, que é responsável por grande parte da diminuição de massa magra com o envelhecimento, reflete tanto no decréscimo de tamanho médio das fibras quanto no decréscimo do número de fibras musculares [11]. O mesmo autor acrescenta que as fibras musculares de contração rápida podem ser perdidas simplesmente porque pessoas idosas raramente exercem contrações musculares fortes contra alguma resistência.

Face ao exposto e conforme as várias mudanças que ocorrem com o processo de envelhecimento sobre o sistema musculoesquelético, torna-se imprescindível a aquisição de um estilo de vida ativo, visto que esta atitude contribui de forma gratificante para melhorias como o aumento da força muscular, taxa de massa mineral óssea, como resistência muscular [9].

A osteoporose implica em uma baixa massa óssea e uma deterioração micro arquitetural associada no tecido ósseo. Durante o período da perimenopausa, o processo afeta principalmente o osso trabecular (esponjoso), predispondo a fraturas por compressão das vértebras e fraturas dos pulsos em quedas. Todavia, em indivíduos mais velhos, há uma perda progressiva tanto do osso trabecular quanto do osso compacto, predispondo a fraturas de quadril.

Essa fragilidade está presente em nível muito mais alto em mulheres no período pós-menopausa devido a alterações hormonais mais drásticas e porque as mulheres naturalmente têm menos massa óssea. O processo pode ser amenizado com reposição hormonal, aumento da ingestão de cálcio e aumento de exercícios com cargas de peso, sustentação do peso corporal acompanhado de pequenos impactos nas articulações o que estimula a matriz óssea a absorver maior quantidade de cálcio [8].

A atividade física beneficia não só o conteúdo mineral ósseo, mas igualmente outros fatores relacionados aos riscos de fraturas como a força muscular, a flexibilidade, o tempo de reação e o equilíbrio – elementos fundamentais para o adequado controle do corpo em movimento [15].

## Envelhecimento do sistema cardiovascular

Matsudo [8:52] afirma que “em ordem de prioridade, acreditamos que após o impacto das alterações do sistema neuromuscular na mobilidade e capacidade funcional do idoso, devem ser consideradas as alterações do sistema cardiovascular e respiratório”.

Conforme nos ensinam Mittal e Logmani [16], a meta do sistema cardiovascular é garantir que os músculos tenham uma boa irrigação. Assim, para que isso aconteça, existe o aumento do débito cardíaco, que, por sua vez, envia maior quantidade de sangue oxigenado para os músculos em atividade. Deste modo, a função circulatória necessita de dois mecanismos reguladores interdependentes: a aceleração da frequência cardíaca e uma alteração na pressão arterial. Essa frequência cardíaca é caracterizada pelo número de contrações do músculo cardíaco por minuto. O coração é uma bomba e com a idade, ele é obrigado a fazer maior esforço em razão das crescentes resistências arteriais. Com o passar dos anos, a parede arterial vai perdendo gradualmente a elasticidade em consequência do processo de aterosclerose, onde se vê o endurecimento e aumento da espessura das paredes arteriais e aparecimento de placas.

Conforme Richard [17], em parte por causa de pressões sistólicas aumentadas devido ao aumento no volume diastólico final, a espessura da parede ventricular esquerda e a massa ventricular são maiores no idoso do que em uma pessoa mais jovem. Além do aumento global da pressão sistólica em repouso, há uma alteração na forma da onda de pulsação com o envelhecimento. Portanto, registros da artéria carótida demonstram aumento final de pressão sistólica em indivíduos mais velhos. Pensa-se que isso seja em razão de um aumento na magnitude das ondas de pressão refletidas à medida que as artérias se enrijecem.

Para Katzman [18], entre 20 e 75 anos a frequência cardíaca máxima cai 25% durante o esforço, os músculos cardíacos enfraquecem e a quantidade de sangue bombeado cai pela metade entre 20 e 90 anos. Doenças cardíacas estão entre as principais causas de morte após os 65 anos.

Diante do exposto, Trelles [13] reforça que o envelhecimento induz algumas alterações da frequência cardíaca em repouso, porém há diferenças mais notáveis relacionadas à idade na reação ao exercício submáximo e máximo. Continua afirmando que a frequência cardíaca máxima diminui substancialmente com o envelhecimento. As razões para o declínio na frequência cardíaca máxima relacionada à idade ainda têm que ser totalmente resolvidas, mas possivelmente incluem alterações na liberação e reação às catecolaminas e uma crescente rigidez da parede cardíaca.

Conforme Tomlinson e Irving [19], o processo de aterosclerose se dá devido ao aumento na calcificação e um surgimento de tecido conectivo colágeno nas artérias. A arteriosclerose afeta o desempenho do sistema circulatório. A pressão sanguínea aumenta e a quantidade de oxigênio e nutrientes que alcançam as células do corpo diminui, podendo prejudicar a eficiência de desempenho dos órgãos e tecidos. As válvulas dentro do sistema circulatório tornam-se mais espessas e menos elásticas resultando em um trabalho menos eficiente.

Para Weineck [9], fatores potenciais que contribuem para a redução da diferença arteriovenosa de oxigênio máxima incluem redução do conteúdo de oxigênio arterial, distribuição periférica mais deficiente do débito cardíaco disponível e perda da atividade nos sistemas teciduais. Parte do aumento maior na pressão arterial sistêmica da pessoa mais velha é desenvolvida pela restrição progressiva do fluxo sanguíneo para partes do corpo que estão envolvidas em exercício – particularmente, os músculos inativos.

O coração reage de modo favorável aos programas de exercícios físicos dinâmicos realizados de modo regular. Assim, estimula-se o aumento da contractilidade do miocárdio, queda da frequência cardíaca e ampliação da função ventricular. Tendo como hábito regular a prática de exercícios físicos, o coração torna-se menos sensível aos episódios de isquemia e esse fator pode levar a proteção do músculo cardíaco com relação a diversas doenças, valendo tanto para jovens como para idosos [17].

Efeitos do treinamento aeróbico no idoso referem-se à condução e à utilização do oxigênio. Isso inclui aumento de hemoglobina, de mitocôndrias, da atividade de enzimas aeróbicas e do volume sanguíneo total. O treinamento aeróbico pode melhorar a função sistólica ventricular no idoso, seja durante o repouso, seja durante o exercício [15].

## **Envelhecimento do sistema respiratório**

Com o envelhecimento, as paredes do pulmão vão ficando mais rígidas e os músculos envolvidos na respiração, como, por exemplo, o diafragma, enfraquecem. Com isso, a capacidade pulmonar diminui em 40% dos 20 aos 80 anos [9].

Ainda segundo o autor com o envelhecimento há o aumento na profundidade do peito que reflete uma perda ou uma alteração nas propriedades das fibras elásticas dos

pulmões. O trabalho necessário para modificar o volume do tórax é aumentado pela cifose, a perda de elasticidade nas costelas, e o enrijecimento, ou até mesmo a anquilose, das articulações sobre as quais as costelas giram. Alterações na forma torácica relacionadas à idade afetam adversamente as relações extensão-comprimento para muitos dos músculos respiratórios. Portanto a respiração depende crescentemente da atividade do diafragma.

Com o envelhecimento há o espessamento do alinhamento de mucosa nas vias respiratórias menores e a diminuição da elasticidade torácica que tendem a estreitar as pequenas vias respiratórias de uma pessoa mais velha. Isso aumenta a resistência tanto ao fluxo de ar inspiratório quanto ao fluxo de ar expiratório. Isso também aumenta a variação de pressão dos pulmões para a porção extratorácica das vias respiratórias para qualquer nível de fluxo determinado [3].

Segundo Richard [17], nota-se que o consumo máximo de oxigênio declina com a idade, mas está terminantemente provado que gerentes ativos apresentam níveis mais altos desta variável que os adultos jovens sedentários. Levando à certeza que vale a pena treinar idosos e buscar melhor qualidade de vida.

Segundo afirma Garret [7], ainda não foi esclarecido se o exercício regular durante a vida inteira anula o envelhecimento do sistema pulmonar. Estudos em corte transversal indicam que a capacidade pulmonar dinâmica de atletas mais velhos treinados em endurance ultrapassa aquela de seus pares sedentários. Apesar de estudos longitudinais não proporcionarem uma resposta definitiva, os dados disponíveis sugerem que a atividade física regular retarda a deterioração na função pulmonar associada com o envelhecimento. Grande parte desse efeito está relacionada provavelmente à manutenção da potência e da endurance da musculatura ventilatória com exercício regular.

## **Envelhecimento do sistema imunológico**

Dentre as teorias que procuram explicar o envelhecimento, existem as teorias do desequilíbrio gradual que afirmam que o cérebro, as glândulas endócrinas ou o sistema imunológico começam a deixar de funcionar gradualmente, existindo as deficiências do sistema imunológico deixando os indivíduos idosos vulneráveis a doenças de vários tipos, chamados de senilidade, o que seria na opinião do autor como sendo o envelhecimento com doença [9]. Para ele o outro tipo de envelhecimento chama-se de senescência, que seria o envelhecimento sem doença.

O envelhecimento do sistema imunológico recebe o nome científico de imunosenescência e, como todo o organismo sofre perda da sua capacidade com o avançar da idade do indivíduo, leva ao aparecimento de maior número de infecções e resposta terapêutica menor, além do surgimento de cânceres [8].

Ainda segundo o autor citado anteriormente, a progressiva involução do timo (glândula marcadora dos linfócitos T) tem

importante papel no desenvolvimento da imunodeficiência dos idosos. Silva & Barros [11] concordam e afirmam que os linfócitos T dos idosos são deficientes quanto à sua capacidade para ativar e para proliferar uma determinada resposta a um determinado antígeno e salientam que com a idade, os linfócitos T diminuem a produção e secreção de interleucina-2 (citocina necessária ao recrutamento de outras células de defesa).

Ainda segundo os autores o linfócito T helper ou auxiliar (CD4+) deficiente leva a uma resposta alterada dos anticorpos para os antígenos sendo que o recrutamento de macrófagos por células T também está diminuído nos idosos.

Garret [7] concorda com o exposto anteriormente e fala que o recrutamento de macrófagos por células T também está diminuído nos idosos, assim como a quimiotaxia dos neutrófilos polinucleares e a fagocitose. Fato que pode ser explicado segundo ele, pela carência nutricional, geralmente presente nos idosos. O autor ainda afirma que a nutrição é importante determinante da imunocompetência (capacidade de resposta do sistema imunológico), ressaltando que em certos estados de deficiência relacionados à má nutrição ocorre a diminuição da resposta aos mitógenos e antígenos, das células CD 4+ (linfócitos T-auxiliares ou helpers), da taxa CD 4+/CD 8+ (relação entre linfócitos auxiliares e supressores), da produção dos imunocomplexos, dos neutrófilos Killing (NK) e hipersensibilidade tardia.

Chakravarthi [12], por sua vez, afirma que os micronutrientes melhoram a imunidade mediada por células e reduz o estresse oxidativo. Segundo ele a suplementação de vitamina E em idosos bem nutridos saudáveis aumenta a proliferação de linfócitos e resposta de hipersensibilidade tardia, assim como diminui a formação de prostaglandinas imunossupressoras. Para ele a vitamina C regenera a forma de antioxidante da vitamina E, sendo importante na desnutrição dos patógenos (bactérias e vírus) pelos neutrófilos.

E finaliza afirmando que em idosos, a suplementação de micronutrientes (vitaminas e sais minerais) aumenta o subgrupo de células T e a atividade das células *natural killer* (NK), que faz com que seja observado que os idosos institucionalizados sofrem de carência de vitaminas, particularmente cianocobalamina, folato e piridoxina, assim como zinco, que os deixa mais propensos a infecções. O uso de antioxidantes (vitamina A, C, E, alfa e betacaroteno, critoxantina, licopeno, luteína e zeaxantina) e de vitaminas B (tiamina, riboflavina, niacina, piridoxina, cobalamina e folatos) diminuem o risco de infecções, sobretudo, pneumonias comunitárias [3].

## Envelhecimento do sistema nervoso central

O envelhecimento promove uma série de alterações anatômicas e químicas no encéfalo e medula. Algumas alterações anatômicas têm sido observadas macroscopicamente. Segundo Trelles [13], estas modificações ainda que aceitas não permitem verdadeiramente precisar se são decorrentes do processo de involução senil. Ainda que pareça definitivo que

o encéfalo se atrofie com a idade, acreditamos que há muito para esclarecer, pois Dekaban e Sandowsky [20] demonstraram uma grande variação de peso no cérebro de pessoas com idade entre 70 e 89 anos, considerada normal do ponto de vista comportamental e psicológico.

Davies e Wrigth [21] desenvolveram uma técnica para estudar a relação entre volume do cérebro e a arcada craniana. A relação permanece constante em 0,92 até a idade de 55 anos e logo decresce progressivamente até 0,82 por volta de 90 anos. Corsellis [14] comparou o volume da substância cinzenta com o volume de substância branca e observou que jovens apresentavam a proporção de 1,28 e idosos aos 60 anos apresentavam proporção de 1,33. No entanto, por volta dos 100 anos esta proporção atingiria cerca de 1,55. Desta forma, podemos acreditar que de acordo com Brody (1955) ocorre uma diminuição no volume do cérebro de cerca de 2% a cada dez anos depois dos cinquenta anos e que o peso do cérebro decai cerca de 15% do volume máximo alcançado por volta dos oitenta anos. Portanto, nos primeiros 50 anos perdemos mais substância cinzenta que branca e na segunda metade da vida esta relação se inverte.

Richard [17] observou, utilizando análise histológica, que durante o processo de envelhecimento podem ocorrer diversas alterações, as mais importantes são a diminuição de células, alterações dendríticas, placas senis, degeneração neurofibrilar, degeneração granulo-vacuolar e acúmulo de lipofucsina. Estas lesões predominam no córtex pré-frontal e parieto-temporal, núcleo ceruleus, substância negra e núcleo de Meynert. Ocorre uma redução progressiva do consumo de oxigênio e de glicose, diminuindo as funções cognitivas, decorrentes dos diversos circuitos cerebrais semelhante ao processo que ocorre na doença de Alzheimer.

Os neurônios do encéfalo não são uniformemente sensíveis à morte neuronal durante o envelhecimento. Uma perda neural acentuada já foi observada por diversos pesquisadores, no entanto, Hang *et al.* [15] demonstraram que, na verdade, não há uma perda neuronal, e sim uma diminuição de tamanho dos neurônios. Em contraste, na substância negra [18] e no *locus ceruleus* [20] observaram que estes núcleos sofrem uma importante perda neural, principalmente nos primeiros 50 anos de vida.

A neurobiologia do envelhecimento está centrada em mecanismos estruturais e funcionais. Modificações senis do sistema serotoninérgico podem ter relação com as alterações de humor, concomitantes ou não com variações funcionais do sistema gabaérgico. As alterações estruturais do sistema nervoso do idoso podem ser responsáveis pela falta de tolerância a modificações de temperatura e fácil produção de hipo ou hipertermia [16]. Algumas alterações estruturais estão associadas à perda paulatina da capacidade motora, redução da destreza e reflexos e, principalmente, à perda da coordenação medula-cerebelo-vestíbulo para a bipedestação.

Em relação às alterações sensorio-motoras, observamos o aparecimento de artrose periférica, espondilose e espondi-

loartrite, reumatismo crônico, artrite reumatóide, artropatia metabólica (gota), polimialgia reumática e osteopenia. Um dos efeitos mais proeminentes relacionados à idade é em parte relacionado à unidade motora e ao neurônio motor inferior. Como consequência, as fibras musculares inervadas por esses neurônios também serão afetadas, explicando assim as reduções de massa muscular e força que observamos na idade avançada [22]. Até a idade de 60 anos Tomlinson e Irving [19] e Kawamura *et al.* [23] não observaram nenhuma evidência de perda neuronal motora, mas além dessa idade uma perda acentuada em torno de 25% de neurônios foi detectada e esta perda se apresentou uniforme em todos segmentos. Para Mittal e Logmani [16] não detectaram apenas redução do número de neurônios, mas também uma redução no diâmetro das fibras nervosas.

Trelles [13] descreveu que o envelhecimento conduz a alterações na estrutura química cerebral. Ao redor dos 80 anos existe uma perda acentuada na quantidade de proteínas cerebrais e um aumento do DNA total, provavelmente decorrentes das reações gliais. O aumento de idade não provoca maiores perdas de lipídeos, mas o que mais tem merecido a atenção dos pesquisadores são os neurotransmissores. Observa-se redução nos níveis de catecolaminas, dopamina e noradrenalina em várias regiões do encéfalo, sobretudo no tronco encefálico e em regiões onde terminam os axônios dopaminérgicos e noradrenérgicos (núcleos da base, hipotálamo e córtex cerebral). As alterações mais significativas ocorrem na via nigro-estriatal e podem estar relacionadas com as alterações promovidas pelo Parkinsonismo. Durante o envelhecimento, observa-se que as enzimas que catabolizam a inativação das catecolaminas, a MAO e a Catecol-O-metiltransferase estão com a atividade aumentada. A síntese de serotonina está diminuída em decorrência da diminuição da atividade da enzima responsável pela sua síntese, a triptofano hidroxilase. Os neurotransmissores Acetilcolina e o Gaba estão igualmente diminuídos decorrentes também da diminuição da atividade das enzimas que os sintetizam, colina-acetil transferase (Hipocampo) e ácido glutâmico descarboxilase (Tálamo). Outras alterações bioquímicas foram verificadas, por exemplo, as enzimas limitantes, tirosina hidroxilase e a aromático L aminoácido descarboxilase encontram-se com suas atividades diminuídas. Em recentes estudos com ratas, Ingvar *et al.* [24] demonstraram que a redução da atividade das enzimas são mais proeminentes nas áreas visual e auditiva do córtex cerebral e em determinadas regiões do sistema límbico.

## Conclusão

Os efeitos do envelhecimento sobre o organismo são bastante conhecidos em nossa literatura bem como as partes do corpo que sofrem maior influência com o passar dos anos. Em nossa discussão tornou-se claro que muitas das alterações que ocorrem com o envelhecimento devem-se, grande parte, à inatividade que frequentemente acompanha o idoso.

Quando pessoas mais velhas participam de treinamentos, a maioria das alterações associadas ao envelhecimento são minimizadas.

Porém o que devemos lembrar e salientar é de que o processo de envelhecimento é irreparável e contínuo, podendo apenas ser amenizado, mas nunca evitado. Durante toda a fase de envelhecimento nosso corpo responde ao fator de formas e velocidades diferentes, sendo que ao que parece existe uma forte correlação entre a inatividade física e a restrição ou supercompensação calórica, o que faz com que este processo possa ser amenizado.

## Referências

1. World Health Organization. Health Evidence Network. What are the main risk factors for disability in old age and how can disability be prevented. Copenhagen: WHO; 2004.
2. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Projeção de população do Brasil por sexo e idade para o período de 1980-2005. Diretoria de Pesquisa. Coordenação de População e Indicadores Sociais. Rio de Janeiro: IBGE; 2004.
3. Murray CJ, Lopez AD. Mortality by cause for eight regions of the world: global burden of disease study. *Lancet* 1997;349:1269-76.
4. American College of Sports Medicine. Position stand on exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:992-1008.
5. Resch ME, Kenneth BS, Mulrow CD, Fiatarone MA, Gerety MB, Buchner MD. Relationship between physical performance and self-perceived physical function. *J Am Geriatric Soc* 1995;2:93-101.
6. Powers SK, Howley ET. Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho. 3ª ed. São Paulo: Manole; 2000.
7. Garrett NA, Brasure M, Schmitz KH, Schultz MM, Huber MR. Physical inactivity: direct cost to a health plan. *Am J Prev Med* 2004;27:304-9.
8. Matsudo SM. Envelhecimento, atividade física e saúde. *Revista Mineira de Educação Física*. Viçosa: Paulo Lannes Lobato; 2002.
9. Weineck J. *Biologia do Esporte*. 7ª ed. São Paulo: Manole; 2005.
10. Robergs RA, Roberts SO. *Princípios fundamentais de Fisiologia do Exercício para a aptidão, desempenho e saúde*. 1ª ed. São Paulo: Phorte; 2002. 489 p.
11. Silva DK, Barros MVG. Indicação para a prescrição de exercícios dirigidos a idosos. Departamento do Conhecimento Técnico e Científico em Educação Física 2000 - ESEF / UPE. [citado 2009 Jul 23]. Disponível em URL <http://www.upe.br/corporis3/artigo5.html>
12. Chakravarthy MV, Joyner MJ, Booth FW. An obligation for primary care physicians to prescribe physical activity to sedentary patients to reduce the risk of chronic health conditions. *Mayo Clin Proc* 2002;77:165-73.
13. Trelles L. El envejecimiento del sistema nervioso: Aspectos estructurales y bioquímicos. *Rev Neuropsiquiatr* 1986;49(4):192-202.
14. Corsellis JAN. *Alzheimer disease: senile dementia and related disorders*. New York: Raven Press; 1978.

15. Hang H. Macroscopic and microscopic morphometry of the human brain and cortex. A survey in the light of new results. *Brian Pathol* 1984;1:123-49.
  16. Mittal KR, Logmani FH. Age-related reduction in 8th cervical ventral nerve root myelinated fiber diameters and numbers in man. *J Gerontol* 1987;42:8-10.
  17. Richard J, Alhenc-Gelas F, Courbon D, Warnet JM, Corvol P. Distribution of plasma angiotensin I-converting enzyme levels in healthy men: relationship to environmental and hormonal parameters. *J Lab Clin Med* 1991;117(1):33-9.
  18. Katzman-Rooks SM, Poehlman EM, Berke JR, Joseph AW, Gardner AW. Influence of aerobic capacity, body composition, and thyroid hormones on the age-related decline in resting metabolic rate. *Metabolism* 1992;41(8):915-21.
  19. Tomlinson BE, Irving D. The numbers of limb motor neurons in the human lumbosacral cord throughout life. *J Neurol Sci* 1977;9:321-46.
  20. Dekaban AS, Sadwsky D. Changes in brain weights during the span of human life: Relation of brain weights to body heights and body weights. *Ann Neurol* 1978;4:345-56.
  21. Davis PJM, Wright EA. A new method for measuring cranial cavity volume and its application to the assessment of cerebral atrophy at autopsy. *Neuropathol Appl Neurobiol* 1977;3:341-45.
  22. Lexell J. Human aging, muscle mass, and fiber type composition. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1995;50:11-6.
  23. Kavamura Y, O'Brien P, Okazaki H, Dyck PJ. Lumbar motoneurons of man. II: Numbers and diameter distributions of large-and-intermediate-diameter cytons in motoneuron columns of spinal cord of man. *J Neuropathol Exp Neurol* 1977a; 36:860-870.
  24. Ingvar MC, Maeder P, Sokoloff L, Smith CB. Effects of ageing on local rates of cerebral protein synthesis in Sprague Dawlwey rats. *Brain* 1985;108:155-70.
-