



ENVELHECIMENTO E EXERCÍCIO

Coleção Exercício Físico e Saúde, v. 4



Conselho Regional
de Educação Física
da 4ª Região



ENVELHECIMENTO E EXERCÍCIO

Coleção Exercício Físico e Saúde, v. 4



**Conselho Regional
de Educação Física
da 4ª Região**

Coleção Exercício Físico e Saúde, v. 4

© 2018 CREF4/SP

Conselho Regional de Educação Física da 4ª Região – São Paulo

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – CIP
Catalogação elaborada por Regina Simão Paulino – CRB-6/1154

F866 Freitas Júnior, Ismael Forte, Org. Envelhecimento e exercício / Organização de Ismael Forte Freitas Júnior. Apresentação de Waldecir Paula Lima. Prefácio de Denilson de Castro Teixeira. – São Paulo: CREF4/SP, 2018. (Coleção Exercício Físico e Saúde, v. 4) 256 p.; Il.

ISBN 978-85-94418-29-6

1. Educação Física. 2. Medicina Esportiva. 3. Atenção à Saúde do Idoso. 4. Formação Profissional em Educação Física. 5. Envelhecimento. 6. Exercício Físico e Saúde. 7. Qualidade de Vida do Idoso. I. Título. II. Série.

CDU 796

CDD 796

Conselho Regional de Educação Física da 4ª Região – São Paulo
Rua Libero Badaró, 377 – 3º Andar – Edifício Mercantil Finasa
Centro, São Paulo/SP CEP 01009-000
Fone: (11) 3292 1700
Website: www.crefsp.gov.br
E-mail: crefsp@crefsp.gov.br

CREF4/SP

Conselho Regional de Educação Física da 4ª Região – São Paulo

DIRETORIA/GESTÃO 2016-2018

Presidente

Nelson Leme da Silva Junior

Primeiro Vice-Presidente

Pedro Roberto Pereira de Souza

Segundo Vice-Presidente

Rialdo Tavares

Primeiro Secretário

Marcelo Vasques Casati

Segundo Secretário

José Medalha

Primeiro Tesoureiro

Humberto Aparecido Panzetti

Segundo Tesoureiro

Antonio Lourival Lourenço

COMISSÃO ESPECIAL DE SAÚDE

Waldecir Paula Lima – Presidente

Margareth Anderãos – Secretária

Érica Beatriz Lemes Pimentel Verderi

Ismael Forte Freitas Júnior

Mario Augusto Charro

Valquíria Aparecida de Lima

Membro Suplente

Rodrigo Nuno Peiró Correia

Revisão técnica

Grupo de Trabalho vinculado à Comissão Especial de Saúde do CREF4/SP

Érica Beatriz Lemes Pimentel Verderi

Ismael Forte Freitas Júnior

Luis Alberto Gobbo

Rodrigo Nuno Peiró Correia

Sebastião Gobbi

Waldecir Paula Lima

Preparação e revisão de texto

Hamilton Fernandes | Tikinet Edição

Andressa Picosque | Tikinet Edição

Diagramação

Aline Maya | Tikinet Edição

Patricia Okamoto | Tikinet Edição

ORGANIZADOR

- Prof. Dr. ISMAEL FORTE FREITAS JÚNIOR: Professor Livre-docente (Adjunto III) do Departamento de Educação Física da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp), campus de Presidente Prudente. Conselheiro do CREF4/SP. CREF 029776-G/SP.

AUTORES

- Prof. Dr. CHRISTIANO BERTOLDO URTADO: Doutor em Ciências pela Faculdade de Medicina da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Professor da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). CREF 038045-G/SP.

- Profa. Ms. ÉRICA BEATRIZ LEMES PIMENTEL VERDERI: Mestre em Educação Motora pela Universidade Metodista de Piracicaba (Unimep). Autora do Método PEP. Conselheira do CREF4/SP. CREF 000269-G/SP.

- Profa. Dra. LILIAN TERESA BUCKEN GOBBI: Livre-docente pela Unesp. CREF 000186-G/SP.

- Prof. Dr. LUÍS ALBERTO GOBBO: Doutor em Ciências pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (USP). Professor do Departamento de Educação Física da Unesp, campus de Presidente Prudente. CREF 038344-G/SP.

- Prof. Dr. RICARDO ZANUTO PEREIRA: Doutor em Ciências pelo Instituto de Ciências Biomédicas da USP. Diretor-técnico da Zanuto Saúde e Bem-Estar. CREF 008603-G/SP e CRN 32060-SP.
- Prof. Ms. RODRIGO NUNO PEIRÓ CORREIA: Mestre em Educação Física pela Escola de Educação Física e Esporte da USP. Analista de informações, cultura e desporto da Secretaria Municipal de Esportes e Lazer de São Paulo. Conselheiro do CREF4/SP. CREF 025699-G/SP.
- Prof. Dr. SEBASTIÃO GOBBI: Livre-docente pela Unesp. Conselheiro do CONFEF. CREF 000183-G/SP.
- Prof. Dr. WALDECIR PAULA LIMA: Doutor em Ciências pelo Instituto de Ciências Biomédicas da USP. Professor titular do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), campus São Paulo. Conselheiro do CREF4/SP. CREF 000686-G/SP.

APRESENTAÇÃO

Em 2011, a Comissão Especial de Saúde do Conselho Regional de Educação Física do Estado de São Paulo (CES-CREF4/SP) foi criada com o objetivo de: planejar e realizar cursos, palestras, encontros científicos e de discussão de temas variados na área da saúde; preparar e indicar membros para as diversas câmaras e conselhos de saúde; discutir e propor pautas para apresentar no Fórum dos Conselhos de Atividade Fim da Saúde; analisar a confiabilidade de equipamentos e publicações referentes à área da saúde, providenciando pareceres técnicos; respaldar tecnicamente profissionais de educação física em novos projetos voltados à saúde e à pesquisa em academias, clínicas ou similares e representá-los em órgãos reguladores, como a Agência Nacional de Saúde Suplementar e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

Além desses objetivos, a CES busca organizar documentos oficiais associados à prescrição do treinamento para pessoas saudáveis (crianças, adolescentes, adultos, idosos e gestantes) e para grupos especiais, em função do crescente número de pessoas que desenvolveram doenças crônicas não transmissíveis nos últimos anos.

O que nos motivou e nos motiva atualmente a desenvolver estas contribuições é a percepção dos membros da CES em relação ao fato de que nem todos os cursos de graduação em Educação Física abordam de modo amplo a discussão sobre esses temas, fazendo com que muitos profissionais se baseiem em diretrizes internacionais para atuar com maior profundidade em relação a grupos especiais e pessoas saudáveis.

A escassez e a dificuldade em encontrar material científico atualizado muitas vezes atrapalham o profissional em sua busca de conhecimento, orientação e capacitação.

Desde o início do projeto, sucederam-se inúmeras reuniões objetivando indicar o perfil dos profissionais mais adequados para escrever cada documento oficial (denominados “recomendações”), a profundidade dos textos, as populações a serem atendidas e o modelo de organização a seguir.

Os profissionais escolhidos para formar os Grupos de Trabalho (GT) são indicados pelos membros da Comissão Especial de Saúde, considerando o reconhecimento profissional por atuarem na prescrição de exercícios/treinamentos para o grupo temático e/ou por pesquisarem e publicarem sobre o assunto, tendo no modelo ideal profissionais que atuem nas duas frentes concomitantemente. Após a indicação da CES, esses nomes são encaminhados para a Reunião Plenária do CREF4/SP, que referenda os membros do GT.

Com a definição de cada GT, um dos membros é escolhido como responsável pela organização das recomendações, sendo-lhe facultada, na primeira reunião, a tarefa de dividir os tópicos e indicar os profissionais para escrevê-los (por área de atuação). Esse profissional responsável é quem organizará e compilará o texto, criando uma construção lógica dos conceitos necessários na atuação profissional e subsidiando uma atualização responsável por parte do CREF4/SP.

O CREF4/SP, por meio do seu site oficial, disponibilizará gratuitamente todos os documentos elaborados no formato PDF aos profissionais registrados, bem como os encaminhará no formato impresso para as principais bibliotecas do estado de São Paulo e do Brasil.

Em um primeiro momento, a CES identificou como prioridade as recomendações que pudessem estabelecer relações entre a prescrição de exercício/treinamento para crianças e adolescentes,

portadores de câncer e HIV, adultos saudáveis e gestantes para avaliar a condição física e combater obesidade, diabetes, envelhecimento, cardiopatia, hipertensão, entre outros.

Para abrir a série de documentos do CES-CREF4/SP, foram elencadas as recomendações para obesos. Posteriormente, foram produzidos os documentos que abordaram as recomendações para os diabéticos e para as crianças e adolescentes.

Considerando essa produção acadêmica, a CES-CREF4/SP entendeu que, embora cada documento tenha suas especificidades, essas recomendações poderiam compor fascículos de uma coleção, com o objetivo de propiciar ao profissional de Educação Física informações atualizadas para auxiliá-lo em sua principal prerrogativa profissional: a prescrição de exercício físico com qualidade para os mais diversos segmentos da população. Observando o aumento exponencial da população idosa no estado de São Paulo, estamos lançando o volume 4 da coleção Exercício Físico e Saúde, intitulado *Envelhecimento e Exercício*.

Espero que possam aproveitar a leitura e aplicar os conhecimentos em suas atividades profissionais.

Prof. Dr. Waldecir Paula Lima

CREF 000686-G/SP

Presidente da Comissão Especial de Saúde – 2016/2018

PREFÁCIO

O proeminente processo de envelhecimento da população no Brasil traz demandas específicas que têm exigido ajustes em vários setores da sociedade e nas políticas públicas. A área da Saúde é uma delas e, apesar de ter sido determinante para o aumento da longevidade, constantemente precisa se atualizar. Se nas fases iniciais desse processo a área da Saúde foi importante para conter as doenças infecciosas que abreviavam a expectativa de vida da população, hoje é uma das principais responsáveis por acrescentar qualidade aos anos de vida conquistados.

Para que a população tenha condições de viver e envelhecer com mais qualidade, é necessário que o nosso sistema de saúde aumente os seus investimentos na atenção primária, possibilitando estratégias preventivas. A Educação Física, como área de intervenção e pesquisa, tem papel de destaque nesse contexto, pois atua com um dos mais importantes recursos não farmacológicos para a promoção da saúde: o movimento corporal. Evidências científicas relacionam o exercício físico a uma série de benefícios à saúde, tanto nos aspectos biológicos quanto psicossociais e em indivíduos das mais diversas faixas etárias. Particularmente em idosos, a ação motora é considerada fundamental para minimizar a velocidade dos efeitos deletérios do envelhecimento, preservar e melhorar a aptidão física e funcional, prevenir e controlar doenças e beneficiar a percepção subjetiva de bem-estar.

Apesar do destaque da Educação Física na promoção da saúde de indivíduos idosos, ainda há necessidade de maiores investimentos na formação e capacitação profissional, haja vista que muitos cursos de graduação e pós-graduação da área ainda não abordam ou abordam superficialmente o contexto que envolve o idoso, o processo de envelhecimento e suas relações com o exercício físico. Tal situação demanda ações para suprir as lacunas na formação de profissionais para esse campo de trabalho, como a publicação de livros, artigos e manuais técnicos com o intuito de qualificar e auxiliar os profissionais para uma atuação adequada.

Diante do contexto apresentado, *Envelhecimento e exercício* vem ao encontro das necessidades atuais de disseminação de informações e conseqüentemente contribui para a atualização e/ou capacitação de profissionais que trabalham ou desejam trabalhar com idosos. Os capítulos que compõem esta obra foram organizados de modo a colaborar para o entendimento mais global do processo de envelhecimento e do indivíduo que envelhece, requisitos para a adequada compreensão desse contexto. Com este livro, o leitor poderá adquirir conhecimentos sobre a transição demográfica e epidemiológica no Brasil, aspectos biofisiológicos, nutricionais e psicossociais associados ao envelhecimento, avaliação funcional e motora do idoso e aspectos relacionados ao treinamento físico e à implementação de programas de exercício físico para essa população.

Este livro foi escrito por profissionais de Educação Física que atuam no estado de São Paulo e que desenvolvem trabalhos relevantes nas áreas de ensino, pesquisa e extensão, com vertentes voltadas à população idosa. Os autores, com suas expertises, nos brindam com informações relevantes e que devem estar na ordem do dia dos profissionais e estudantes de Educação Física atentos às tendências atuais do mercado de trabalho.

Trabalhar com idosos vai muito além dos atendimentos a grupos da “terceira idade”. É preciso atenção à diversidade do envelhecer e às necessidades que essa realidade impõe. Dessa forma, os idosos estão e estarão cada vez mais integrados a outras faixas etárias e presentes nos espaços de atuação do profissional de Educação Física, como em clubes, academias, clínicas, unidades de saúde, domicílios, instituições de ensino, instituições de longa permanência, parques e espaços públicos. Portanto, trabalhar com idosos não é mais considerado uma questão de escolha, mas sim uma necessidade. A excelência e qualidade do atendimento dependem em grande parte dos conhecimentos teóricos, científicos e práticos dos profissionais que estarão à frente das intervenções para essa população.

Enfim, este livro presta um importante serviço à área e a todos os que desejam e necessitam adquirir e/ou atualizar conhecimentos a respeito desse importante campo de atuação e pesquisa nas áreas da Educação Física e Saúde.

Boa leitura a todos!

Denilson de Castro Teixeira

CREF 002336-G/PR

Doutor em Medicina e Ciências da Saúde e professor adjunto

Universidade Estadual de Londrina (UEL)

SUMÁRIO

Organizador	4
Autores	4
Apresentação	6
Prefácio	9
1. Transição demográfica e epidemiológica no Brasil	14
<i>Prof. Dr. Luís Alberto Gobbo</i>	
2. Alterações metabólicas e envelhecimento	24
<i>Prof. Dr. Ismael Forte Freitas Júnior</i>	
3. Aspectos da fisiologia imune, endócrina e cardiorrespiratória associados ao envelhecimento	32
<i>Prof. Dr. Waldecir Paula Lima</i>	
4. Fisiologia neuromuscular, composição corporal, sarcopenia e envelhecimento	75
<i>Prof. Dr. Ismael Forte Freitas Júnior</i>	
<i>Prof. Dr. Luís Alberto Gobbo</i>	
5. Aspectos psicossociais do envelhecimento	80
<i>Prof. Ms. Rodrigo Nuno Peiró Correia</i>	
6. Avaliação funcional motora em idosos	87
<i>Prof. Dr. Sebastião Gobbi</i>	
7. Prognóstico de programa de exercício físico para idosos	97
<i>Prof. Dr. Sebastião Gobbi</i>	
8. Treinamento cardiorrespiratório para idosos	103
<i>Prof. Dr. Christiano Bertoldo Urtado</i>	
9. Treinamento de força e de resistência muscular para idosos	121
<i>Prof. Dr. Luís Alberto Gobbo</i>	

10. Flexibilidade e envelhecimento	130
<i>Prof. Ms. Rodrigo Nuno Peiró Correia</i>	
11. Treinamento neuromotor para idosos.	136
<i>Profa. Dra. Lilian Teresa Bucken Gobbi</i>	
12. Implementação de programas de exercício físico e envelhecimento	166
<i>Profa. Ms. Érica Beatriz Lemes Pimentel Verderi</i>	
13. Aspectos nutricionais do envelhecimento.	191
<i>Prof. Dr. Ricardo Zanuto Pereira</i>	
Referências.	203

1. Transição demográfica e epidemiológica no Brasil

Prof. Dr. Luis Alberto Gobbo

1.1 Introdução

O envelhecimento populacional é um processo generalizado e mundial, e se dá, em grande parte, pelo declínio da taxa de natalidade e maior esperança de vida da população, em comparação às décadas iniciais do século passado. Este processo vem acompanhado da redução do número absoluto e relativo de morbimortalidade por doenças infectocontagiosas e do aumento das doenças crônicas não transmissíveis. Os dois processos são denominados, respectivamente, transição demográfica e epidemiológica, e são determinantes para a compreensão do envelhecimento populacional e o seu impacto econômico e social sobre o sistema de saúde, em especial para a área da Educação Física.

1.2 Transição demográfica

A transição demográfica apresentou como característica principal o rápido crescimento populacional, primariamente como resultado da redução das taxas de natalidade e mortalidade padronizadas, abaixo de valores registrados desde o final do século XVIII até meados do século passado, quando se deu o maior crescimento populacional registrado (MARTIN; PRESTON, 1994).

No Brasil, valores próximos a 30% de crescimento populacional foram registrados entre 1970 e 1980. A partir desse momento, características de envelhecimento semelhantes em países desenvolvidos e em desenvolvimento são verificadas, com queda dos índices de crescimento populacional, sobretudo pela redução das taxas de natalidade. Em 1940, as famílias no Brasil tinham em

média mais de seis filhos, índice que apresentou queda acentuada em meados dos anos 1960. Atualmente, a taxa é inferior a dois (CAMARANO, 2014), e a projeção da taxa de fecundidade total do país para o ano de 2030 é de 1,59 filho por família (IBGE, 2006).

Concomitantemente à redução das taxas de fecundidade, o aumento da longevidade, traduzida pelos maiores índices de esperança de vida ao nascer, faz com que a população absoluta e relativa de pessoas idosas no país e em outros países em desenvolvimento cresça continuamente. Valores crescentes de esperança de vida em um país refletem melhor acesso aos sistemas de saúde, menor nível de pobreza da população e menor desigualdade social (IPEA, 2014). Tal situação aumentou os números de esperança de vida ao nascer não apenas no Brasil, mas em todo o mundo.

No século passado, a esperança de vida nos Estados Unidos, por exemplo, aumentou de 47,0 para 73,6 anos em 1980 (OLSHANSKY; AULT, 1986), e hoje está, aproximadamente, em 80 anos (WHO, 2015).

No Brasil, a esperança de vida dobrou ao longo do século passado, aumentando em 25 anos no período entre 1955 e 2015. Em 2015, a esperança de vida era de 75,5 anos, valor ainda inferior a países desenvolvidos, como Japão (85,9 anos), Itália (83,1 anos), Alemanha (81 anos) e Estados Unidos (79,8 anos). Superior, porém, aos países menos desenvolvidos, sobretudo aqueles da África Central (subsaariana), como Nigéria (53 anos), Angola (52 anos) e República Centro-Africana (48,5 anos).

No país, os maiores números de esperança de vida ao nascer são verificados nos estados da região Sul e Sudeste, além do Distrito Federal, com Santa Catarina (78,7 anos) e Espírito Santo (77,9 anos) apresentando os maiores valores. A esperança de vida do estado de São Paulo é de 77,8 anos, a mesma do Distrito Federal. Por outro lado, as regiões Nordeste e Norte apresentam os menores valores, com Maranhão (70,3 anos), Piauí (70,9 anos), e Rondônia (71,1 anos) no estrato mais baixo da

classificação (IBGE, 2016). Vale ressaltar que, quando comparados os valores dos sexos feminino e masculino, a diferença percebida no Brasil é de aproximadamente 7 anos (79,1 anos e 71,9 anos, respectivamente), variando entre 6 e 9 anos, de acordo com o estado (Figura 1). Esta diferença é recorrente em todos os países do mundo, sendo menor em países desenvolvidos e maior em países menos desenvolvidos, sobretudo os da África subsaariana.

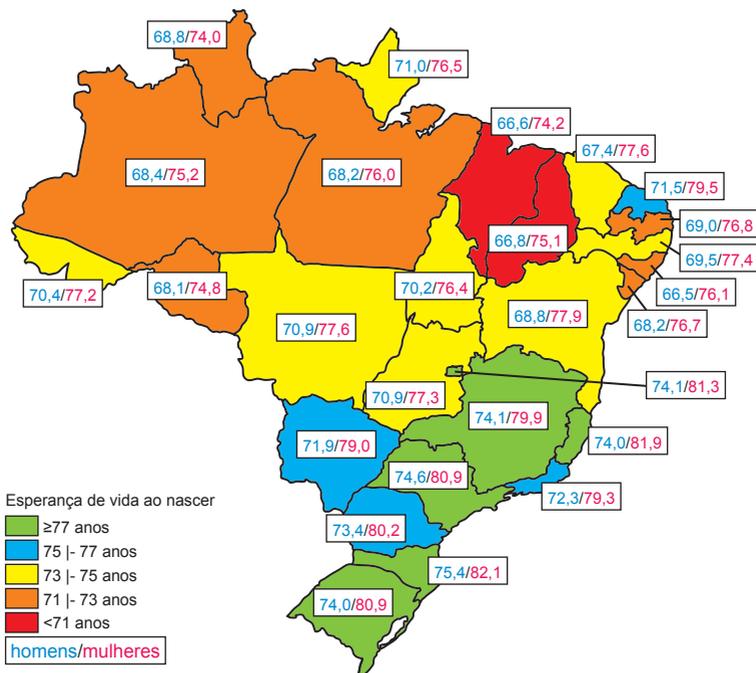


Figura 1 – Esperança de vida ao nascer no Brasil em 2015, segundo Unidades da Federação e sexo.

Fonte: IBGE, 2016.

Desta forma, reduções das taxas de natalidade e mortalidade em período curto associadas a maior esperança de vida ao nascer, fruto também de rápido desenvolvimento econômico e social,

fizeram com que a velocidade do envelhecimento populacional no Brasil fosse superior a outros países, que apresentaram processo mais distribuído ao longo dos anos, bem como mais cedo (Gráfico 1). Países como França, Reino Unido e Estados Unidos, por exemplo, aumentaram a frequência relativa de idosos de 10% para 20% em períodos superiores a 70 anos, partindo de valores iniciais e anteriores a 1940. O Brasil, por outro lado, inicia este processo em 2010, e levará apenas 25 anos para dobrar o tamanho de sua população idosa (WHO, 2015).

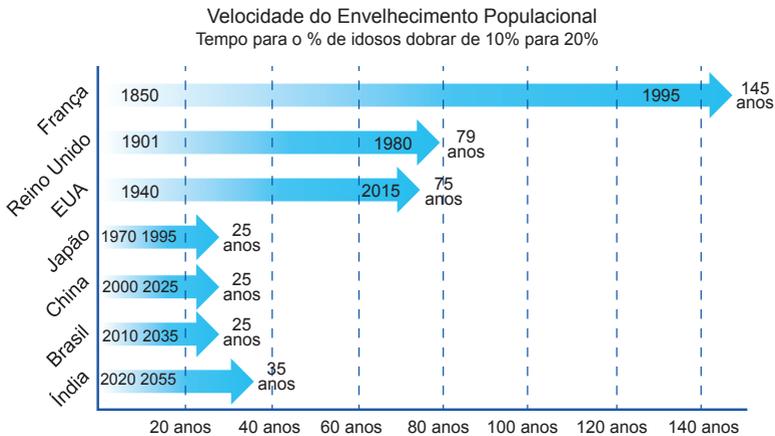


Gráfico 1 – Tempo para o percentual de idosos (pessoas com idade igual ou superior a 60 anos) aumentar de 10% para 20% do total da população de países desenvolvidos e em desenvolvimento.

Fonte: Adaptado de WHO, 2015.

Em termos absolutos, o número de idosos brasileiros aumentou aproximadamente 600% desde meados do século passado, com 3 milhões de pessoas com idade igual ou superior a 60 anos em 1960, 7 milhões em 1975, e 17 milhões em 2006. Atualmente, o número de pessoas idosas está estimado em

25,9 milhões, representando 12,5% da população total (11,2% homens, 13,8% mulheres). As projeções mais conservadoras indicam que, em 2020, já seremos o sexto país do mundo em número de idosos, com aproximadamente 30 milhões de pessoas, com aumento superior a duas vezes para 2050 (66,5 milhões, 29,4%) e ultrapassando a proporção de 30% em 2060 (73,5 milhões, 33,7%) (Tabela 1). Dentro destas estimativas, vale notar que para o ano de 2043 o crescimento vegetativo da população brasileira passa a ser negativo, mas com aumento absoluto do número de idosos (IBGE, 2013).

Para compreender melhor o impacto do aumento relativo da população de idosos sobre questões político-sociais de um país, a análise pormenorizada de alguns índices se faz necessária. Até 1970, a razão de dependência total (RDT) do Brasil era elevada. Em 1960, por exemplo, a RDT era de 83%. Em outras palavras, de cada 100 brasileiros em idade ativa, 83 eram jovens ou idosos. Neste caso, especificamente, grande parte pertencia ao grupo de pessoas jovens (78 jovens e cinco idosos), o que condizia com as características demográficas da época, com alta taxa de fecundidade e crescimento acelerado da população (Tabela 1).

No ano 2000, a RDT era de 62%, com a razão de dependência dos jovens aproximadamente seis vezes maior comparada aos idosos. Na primeira metade do século XXI, a RDT permanecerá próxima a 50%, mudando profundamente, no entanto, sua composição quando analisadas as razões de jovens e idosos. Até 2050, a razão de dependência de idosos será maior, comparada à razão dos jovens (Tabela 1).

Um outro indicador importante é o índice de idosos, a razão entre o número de idosos e o de jovens. Em 1960, esse valor era de 6,4 idosos para cada 100 jovens, o que só confirma a situação da população brasileira na época – jovem, com 50% da população com menos de 20 anos de idade. No final do século passado, esta razão já estava em 27,4% e, segundo as projeções do IBGE, em 2050 será superior para os idosos (Tabela 1).

Tabela 1 – População absoluta e relativa, razão de dependência e índice de idosos no Brasil nos censos de 2000 e 2010 e projeções segundo sexo.

GRUPO ETÁRIO	2000			2010			2025			2050						
	♂	♀	Total	%	♂	♀	Total	%	♂	♀	Total	%				
POPULAÇÃO ABSOLUTA (EM MILHÕES) E RELATIVA (%)																
0 - 15 anos	26,5	25,6	52,1	30,0%	25,5	24,5	50,0	25,6%	21,3	20,3	41,6	19,0%	16,3	15,5	31,8	14,1%
15 - 60 anos	53,3	53,8	107,1	61,7%	62,6	63,4	126,0	64,5%	70,4	70,9	141,3	64,7%	64,3	63,7	128,0	56,6%
60 - 80 anos	5,7	6,8	12,5	7,2%	7,6	9,3	16,9	8,6%	13,9	16,5	30,4	13,9%	24,0	27,4	51,4	22,7%
≥ 80 anos	0,7	1,1	1,8	1,0%	1,0	1,6	2,6	1,3%	1,9	3,2	5,1	2,3%	5,8	9,2	15,0	6,6%
População total	86,2	87,3	173,5		96,7	98,8	195,5		107,5	110,9	218,4		110,4	115,8	226,2	
RAZÃO DE DEPENDÊNCIA (RD)																
RD Jovens	49,7%	47,6%	48,6%		40,7%	38,6%	39,7%		30,3%	28,6%	29,4%		25,3%	24,3%	24,8%	
RD Idosos	12,0%	14,7%	13,4%		13,7%	17,2%	15,5%		22,4%	27,8%	25,1%		46,3%	57,5%	51,9%	
RD Total	61,7%	62,3%	62,0%		54,5%	55,8%	55,2%		52,7%	56,4%	54,6%		71,7%	81,8%	76,7%	
ÍNDICE DE IDOSOS (II)																
II	24,2%	30,9%	27,4%		33,7%	44,5%	39,0%		74,2%	97,0%	85,3%		182,8%	236,1%	208,8%	

Fonte: IBGE, 2013.

Nesta perspectiva de transição demográfica, um ponto importante para a análise do processo de envelhecimento e de razão de dependência de pessoas idosas no país é o aumento do grupo etário com maiores taxas específicas de fecundidade, que deixará de estar mais concentrado entre as idades de 20 e 24 anos em 2020 (projeção) e passará a ter maior distribuição entre os grupos de 25 e 29 anos e 30 e 34 anos (IBGE, 2013). Neste sentido, percebe-se uma tendência à maternidade (e paternidade) em idades cada vez mais avançadas, aumentando o lapso etário entre pais e filhos e reduzindo futuramente o número de pessoas que constituirão a parcela ativa da população, em idade laboral, que será responsável também pelos serviços às pessoas idosas.

Em termos sociais, este rápido crescimento populacional implica uma adaptação às necessidades da população de idosos muito mais acelerada do que os países desenvolvidos. Esta adaptação diz respeito às necessidades dos idosos para utilização de bens e serviços de forma global, desde a área da saúde até as áreas de tecnologia, responsáveis pela criação ou adaptação de equipamentos, acessórios, eletrônicos, entre outros, a fim de tornar o dia a dia do idoso mais simples e independente.

Deve-se atentar ao fato de que países desenvolvidos apresentam uma economia com crescimento sustentado e um estado de bem-estar social consolidado.

Ademais, a análise desta transição demográfica deve considerar o segundo componente do processo de envelhecimento: a transição epidemiológica.

1.3 Transição epidemiológica

O rápido aumento da esperança de vida ao nascer, apresentado anteriormente, se deu em grande parte pela substituição das causas de morte por doenças cardiovasculares, metabólicas e câncer, no lugar daquelas causadas antes por

infecções e parasitas. Esta substituição de causas de morte é definida como transição epidemiológica (OMRAN, 1971).

A transição epidemiológica se deu sobretudo pela melhoria das políticas sociais, econômicas e de saúde das nações, que em grande parte conseguiram avançar com as condições sanitárias e as tecnologias na área médica, controlando a disseminação das doenças infectocontagiosas e parasitárias (VERAS, 1991).

Uma vez reduzindo as causas de morte por doenças infectocontagiosas, aumenta a longevidade da população, e as causas de morte passam a ser, com maior frequência, as doenças crônico-degenerativas. Tendo em vista que estas doenças acometem pessoas em idades mais avançadas, em comparação às mortes por doenças infectocontagiosas, percebeu-se então uma redistribuição das mortes de pessoas jovens para pessoas idosas (GRIBBLE; PRESTON, 1993; VERAS, 1991). Desta forma, a análise deste novo padrão de doenças na população passa a ser fundamental não apenas para as políticas de saúde pública, mas para a economia em geral.

As doenças, sobretudo as crônicas não transmissíveis, mais prevalentes em idosos são as cardiovasculares (30,3%), neoplasias malignas (15,1%), doenças respiratórias crônicas (9,5%), e transtornos neurológicos e mentais (6,6%). A prevenção primária em adultos com idade inferior a 60 anos melhorará a saúde em gerações futuras de pessoas idosas, mas grande parte do potencial para reduzir a carga de doença virá de uma prevenção mais eficaz, primária, secundária e terciária, dirigida aos idosos. Os obstáculos incluem prioridades de saúde globais, o envelhecimento, a má preparação dos sistemas de saúde para fornecer cuidados adequados à idade para doenças crônicas e a dificuldade de integrar o cuidado para multimorbidades complexas. Embora o envelhecimento da população conduza a epidemia mundial de doenças crônicas, existe um potencial substancial inexplorado para modificar a relação entre idade cronológica e saúde (PRINCE et al., 2015).

Do total da carga global de doenças na população mundial, 23% é atribuível a distúrbios em pessoas com 60 anos ou mais. Embora a proporção em pessoas idosas (≥ 60 anos) seja mais elevada nas regiões de maior desenvolvimento econômico-social, os anos de vida ajustados por incapacidade (Daly) por pessoa são 40% mais elevados nas regiões de rendimento baixo e médio.

Conforme apresentado, o Brasil é um país em envelhecimento, com proporção de idosos cada vez maior, e com as características de população inserida no contexto de transição epidemiológica, ou seja, com doenças crônicas e limitações funcionais. Essas doenças crônicas (e múltiplas), que perduram por anos, demandam grande dispêndio financeiro, a partir dos custos com medicamentos, cuidados constantes e exames periódicos (VERAS, 2007).

Concomitantemente ao aumento dos custos com a saúde, novos desafios para instituições públicas e privadas são impostos, sobretudo no que diz respeito ao planejamento e gerenciamento das ações preventivas e paliativas (LOURENÇO et al., 2005), com propostas para tornar os sistemas efetivos, permitindo às pessoas idosas um usufruto integral dos anos de vida, com qualidade. Veras (2007) considera como conceito-chave para políticas destinadas aos idosos autonomia, participação, cuidado, autossatisfação, possibilidade de atuar em variados contextos sociais e elaboração de novos significados para a vida na idade avançada. Entretanto, os grandes centros urbanos do Brasil ainda não dispõem de infraestrutura de serviços que possibilite tais qualidades.

Atualmente, cerca de 25% da população idosa residente nos grandes centros urbanos está ativa, em situações laborais, o que proporciona aumento da renda e direta ou indiretamente favorece maior tempo ativo no mercado de trabalho. Tal situação contribui para a redução da dependência do idoso e valoriza sua contribuição social (KARSCH, 2003).

Neste contexto, a Organização Mundial da Saúde (OMS) destaca que, para o envelhecimento saudável, a equidade no

acesso aos cuidados de saúde e as ações contínuas de políticas para a promoção da saúde e prevenção de doenças são primordiais (VERAS, 2007).

No campo da saúde, a Educação Física aparece como área-chave no processo de envelhecimento, uma vez que a OMS vem indicando a necessidade do envelhecimento ativo e bem-sucedido, fomentado por políticas de investimento em ações para o aumento do tempo dispendido em atividades físicas (sistematizadas ou não) e na quebra do tempo sedentário, tendo em vista a estreita relação destes fatores com o maior risco para as doenças crônicas não transmissíveis. Desta forma, o profissional de Educação Física tem a responsabilidade de proporcionar, já em idades anteriores à fase idosa, a prática e o hábito da prática de atividade física, garantindo, no processo de envelhecimento bem-sucedido, uma velhice funcional, independente e autônoma.

Considerando a especificidade da população em questão – aptidão funcional, necessidades nutricionais, afetivas e sociais, interesses característicos, doenças prevalentes, entre outros fatores –, a formação de todos os profissionais da área da saúde e do profissional de Educação Física deverá ser igualmente específica. Neste sentido, conhecer os processos biológicos, morfológicos e funcionais do envelhecimento humano é extremamente necessário para o acompanhamento do idoso no planejamento de programas de intervenção, sobretudo a partir do exercício físico.

2. Alterações metabólicas e envelhecimento

Prof. Dr. Ismael Forte Freitas Júnior

A transição epidemiológica e demográfica que ocorreram no Brasil nas últimas décadas produziram resultados muito impactantes para nossa sociedade, como a diminuição da taxa de mortalidade, mudanças nos padrões saúde-doença e na interação entre eles, e a passagem de uma sociedade rural tradicional para urbana e moderna. Esses e outros aspectos sociodemográficos, quando analisados em conjunto, podem explicar mais facilmente um fenômeno que está ocorrendo com a população brasileira: o aumento da expectativa de vida. Esse fenômeno seria, aparentemente, uma ambiguidade, visto que houve também aumento da incidência de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), como hipertensão, diabetes, cardiopatias e disfunções musculoesqueléticas, além do sobrepeso e da obesidade resultantes da interação complexa entre excesso alimentar e sedentarismo e, no caso do envelhecimento, alterações fisiológicas que afetam diretamente o metabolismo do ser humano (LIU; LI, 2015).

Envelhecimento, de forma geral, é reconhecido como um processo gradual que resulta em diminuição progressiva da função orgânica ao longo do tempo e tem, como desfecho final, a morte. O fato é que o envelhecimento, por compreender muitas facetas de sistemas biológicos e aspectos sociocomportamentais e cognitivos, é um fenômeno difícil de ser estudado (KIRKWOOD, 2008).

Do ponto de vista estritamente biológico, o processo de envelhecimento é acompanhado por uma série de alterações metabólicas, as quais incluem modulação da função mitocondrial e diminuição da sensibilidade a insulina, da utilização de substratos e do metabolismo energético, além de disfunções sistêmicas que

são acompanhadas por desequilíbrio no metabolismo lipídico e no estado de inflamação crônica, que contribuem para que ocorra um aumento das DCNT (MCAULEY; MOONEY, 2015).

Alterações importantes no metabolismo energético celular são consideradas como ponto marcante no processo de envelhecimento, e pesquisadores têm procurado entender a relação entre metabolismo e envelhecimento, com ênfase no entendimento de como a mitocôndria pode participar desse processo (RIERA; DILLIN, 2015), pois se sabe que a biogênese e função mitocondrial e as organelas geradoras de energia nas células eucarióticas são determinantes da longevidade (KALYANI; EGAN, 2013).

Uma das principais alterações metabólicas que ocorrem com o processo de envelhecimento é a diminuição da sensibilidade a insulina. As explicações para tal ocorrência são: (1) aumento da quantidade de gordura intra-abdominal; (2) sedentarismo; (3) sarcopenia; (4) disfunção mitocondrial; (5) alterações hormonais, tais como menor fator de crescimento semelhante a insulina 1 (IGF-1); e (6) aumento do estresse oxidativo e estado inflamatório (GOULET et al., 2009). Contudo, existem evidências que a sensibilidade à insulina diminui com a idade, mesmo quando os resultados são ajustados pela adiposidade, distribuição de gordura e nível de atividade física (ELAHI et al., 1993).

Quando essas alterações são analisadas em conjunto, pode-se dizer que o envelhecimento é o mais importante fator de risco para a maioria das doenças relacionadas ao nosso metabolismo.

Nos últimos anos, investigadores têm procurado entender a ligação entre metabolismo e envelhecimento, com ênfase especial ao entendimento de como a mitocôndria pode participar nesse processo (FINKEL, 2015). Essa ligação tem merecido destaque porque, ao que tudo indica, a hipótese mais conhecida e mais antiga para explicar o envelhecimento é a teoria dos radicais livres, que propõe a mitocôndria como tendo papel

central e sendo a principal fonte de espécies reativas de oxigênio (ERO), levando o DNA mitocondrial a sofrer mutações (PAYNE; CHINNERY, 2015).

A mutação mitocondrial tem função vital no entendimento das alterações morfológicas, funcionais e metabólicas que ocorrem com o envelhecimento, porque ultimamente a mitocôndria não tem sido mais vista como uma organela com função bioenergética simples, mas como uma espécie de plataforma de sinalização intracelular, reguladora da imunidade inata e moduladora da atividade das células-tronco. Assim, a mitocôndria pode regular o envelhecimento celular por meio da modulação do perfil metabólico da célula (SUN; YOULE; FINKEL, 2016).

As mitocôndrias parecem estar intimamente envolvidas no processo de envelhecimento porque são consideradas as principais fontes intracelulares de ânions superóxidos (O_2^-), bem como o principal alvo do ataque dos radicais livres. As ERO produzidas pela cadeia respiratória mitocondrial danificam os constituintes da própria mitocôndria, incluindo proteínas, lipídios e DNA mitocondrial (mtDNA) (BONOMINI; RODELLA; REZZANI, 2015).

Em relação a esses efeitos do aumento das ERO na mutação mitocondrial, pode-se dizer que a prática de exercícios, especialmente os aeróbios, tem papel fundamental, pois causam, no início, aumento das ERO, que, com a prática em longo prazo, é compensado pelo estímulo da biogênese e eliminação de radicais livres (PAYNE; CHINNERY, 2015).

Nos últimos anos, a relação do estresse oxidativo no desenvolvimento e o prognóstico da síndrome metabólica está evoluindo rapidamente. Embora seja aceito que o principal mecanismo patogênico no primeiro nível de alterações metabólicas em pacientes com a síndrome metabólica seja a resistência à insulina, já existem várias evidências que indicam um segundo nível de anormalidades, apresentando a estreita relação entre síndrome metabólica, estado de inflamação

sistêmica de baixo grau e estresse oxidativo. De fato, o estresse oxidativo desempenha papel importante na patogênese das alterações vasculares, desencadeando ou exacerbando processos bioquímicos que acompanham a síndrome metabólica. Além disso, investigações experimentais e clínicas indicam o estresse oxidativo como importante mecanismo da síndrome metabólica associada à obesidade na patogênese da diabetes e das complicações-satélite, tais como a esteatose hepática não alcoólica (BARRERO et al., 2006).

O envelhecimento também está associado a disfunções múltiplas e sistêmicas que são acompanhadas por alterações no metabolismo lipídico, ou dislipidemias, e estado de inflamação crônica, que contribuem para o aumento da ocorrência de doenças cardiovasculares. Dislipidemia é caracterizada pelo aumento do triglicérides ou triacilglicerol (TG) e/ou do colesterol total e suas frações, tais como lipoproteína de baixa densidade (*low density lipoprotein* – LDL-c), e, também, da diminuição da lipoproteína de alta densidade (*high density lipoprotein* – HDL-c), e já é fato bem conhecido que esses aumentos e diminuições ocorrem com o envelhecimento.

Níveis plasmáticos elevados de LDL-c representam um dos fatores de risco mais importantes para o desenvolvimento de aterosclerose e, conseqüentemente, de doenças cardiovasculares. Além disso, são associados a outros fatores de risco, como tabagismo, inflamação, diabetes, hipertensão e sedentarismo (LIU; LI, 2015).

Com o envelhecimento, ocorre aumento de ácidos graxos livres (AGL) liberados dos adipócitos, com diminuição tanto da massa corporal metabolicamente ativa e quanto da capacidade oxidativa dos tecidos (SHANMUGASUNDARAM; ROUGH; ALPERT, 2010). Essas mudanças metabólicas levam ao aumento dos AGL com hiperinsulinemia e resistência à insulina (GAO et al., 2004; SHANMUGASUNDARAM; ROUGH; ALPERT, 2010). Tais alterações resultam em infiltração de ácidos

graxos do tecido adiposo no fígado, levando a gliconeogênese e ao aumento da lipoproteína de densidade muito baixa (*very low density lipoprotein* – VLDL) e, conseqüentemente, da LDL-c (SHANMUGASUNDARAM; ROUGH; ALPERT, 2010). A resistência à insulina poderia causar oxidação de ácidos graxos no tecido muscular, levando a hiperglicemia e maior estímulo à produção de insulina, tornando esse um ciclo metabólico que ocorre com o envelhecimento.

A incapacidade das células adiposas em estocar TG causada pela resistência à insulina pode ser considerada o passo inicial desse circuito metabólico (GINSBERG, 2000; KAHN; FLIER, 2000). O que mais tem sido sugerido é que a resistência à insulina pode ser a “chave” de ligação entre esses mecanismos metabólicos (REAVEN, 1988), e essas alterações metabólicas produzem um perfil lipídico aterogênico (Figura 2). Dessa forma, considerando a importância da resistência à insulina nesse circuito metabólico que ocorre com o envelhecimento, o entendimento dos mecanismos de sua ação tornaram-se o tópico que vem recebendo maior atenção nas pesquisas que investigam mecanismos metabólicos associados a eventos cardiovasculares.

Em estudo realizado com ratos, Einstein et al. (2010) observaram que o envelhecimento por si só aumenta a resposta inflamatória causada pelo excesso de nutrientes e a vulnerabilidade causada pela resistência à insulina. Para entender melhor, a Figura 3 mostra esquema simplificado de como a diminuição do andrógeno que ocorre com o envelhecimento influencia mecanismo de expressão da lipase e desencadeia processo que resulta em dislipidemia com o envelhecimento em homens.

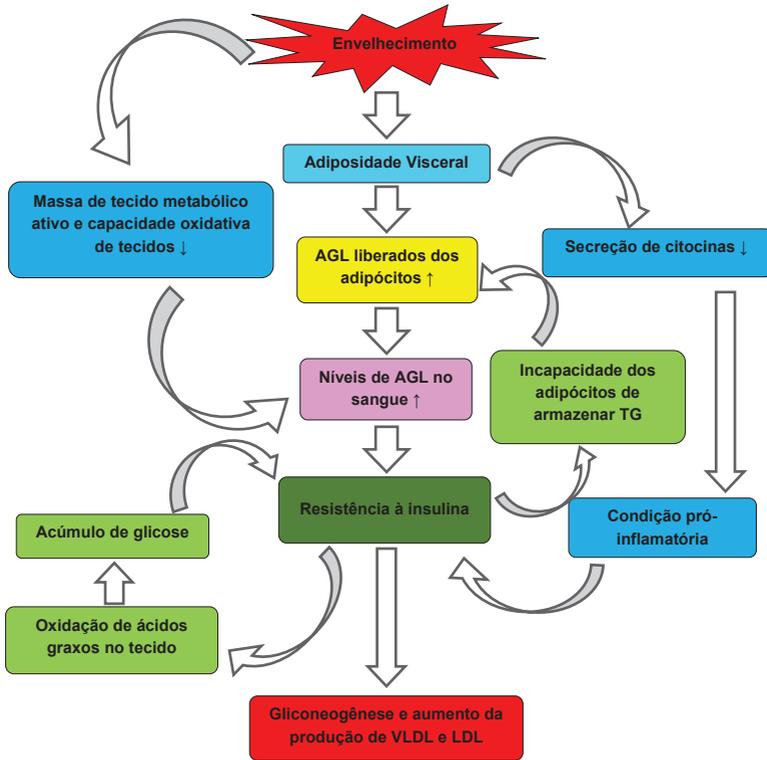


Figura 2 – Mecanismos inter-relacionados de metabolismo de lipídios e glicose com o envelhecimento. A Figura mostra a ligação da resistência à insulina que produz um perfil lipídico aterogênico.

Fonte: Adaptado de Liu e Li, 2015.

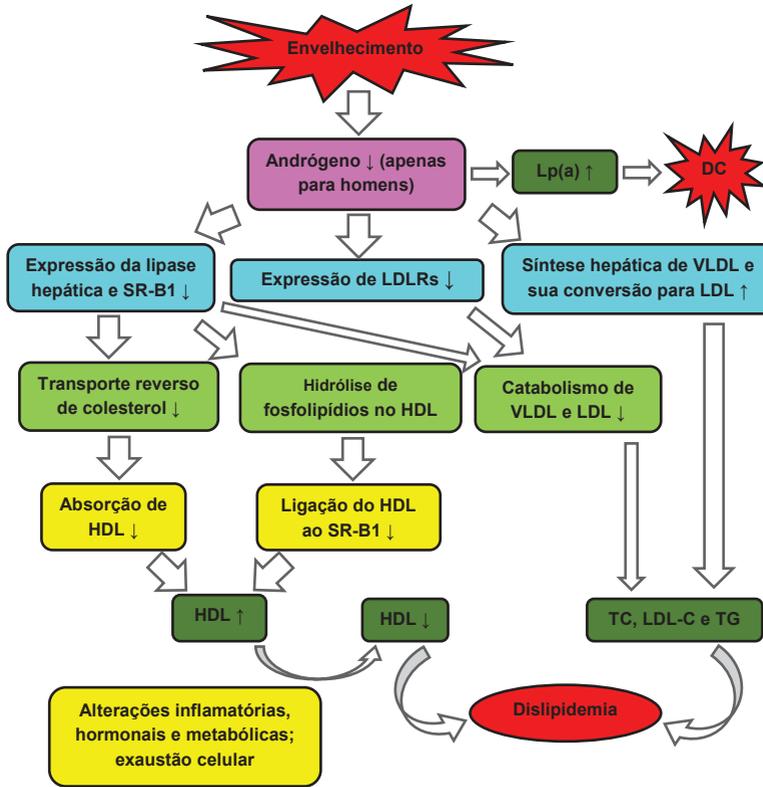


Figura 3 – Esquema simplificado de como a redução do andrógeno com a idade causa dislipidemia em homens. A diminuição da expressão da lipase hepática e SR-B1, redução da expressão de LDLR e aumento da síntese de VLDL e sua conversão para LDL estão envolvidas neste mecanismo.

Fonte: Adaptado de Liu e Li, 2015.

2.1 Exercício, metabolismo e envelhecimento

O modelo de exercício que tem sido mais extensivamente estudado para avaliar seus efeitos nos diversos processos metabólicos durante o envelhecimento é o aeróbio. Diversos benefícios do exercício aeróbio relacionados a metabolismo da glicose, resistência à insulina, dislipidemia e síndrome metabólica já estão bem documentados na literatura científica. Mas estes benefícios não são restritos a exercícios como caminhada ou trote – aqueles realizados no meio líquido, como natação, hidroginástica ou atividades recreativas na água, também promovem benefícios metabólicos (KASPRZAK; PILACZYŃSKA-SZCZEŚNIAK, 2014; KAWASAKI et al., 2011).

Em relação ao treinamento de força ou resistência muscular ou exercício resistido, qual seja o nome que se queira dar, também existem evidências do seu benefício em processos metabólicos. Tais evidências são bem consistentes em relação a redução da resistência à insulina ou melhora da ação da insulina (HURLEY; HANSON; SHEAFF, 2011). Estudo em modelo animal transgênico indica que a diminuição de massa corporal magra contribui significativamente para o desenvolvimento de disfunções metabólicas e aponta que exercícios que preservam ou recuperam fibras glicolíticas podem retardar a ocorrência de doenças metabólicas (AKASAKI et al., 2014). Contudo, as evidências ainda são controversas quanto à melhora da dislipidemia, sendo mais consistentes em relação à redução dos níveis de triglicérides, o que tem alta relevância clínica, dado que valores elevados de triglicérides indicam risco de síndrome metabólica (HURLEY; HANSON; SHEAFF, 2011).

3. Aspectos da fisiologia imune, endócrina e cardiorrespiratória associados ao envelhecimento

Prof. Dr. Waldecir Paula Lima

Destaca-se, como recente fenômeno, o envelhecimento da população mundial, em função, sobretudo, de uma redução significativa da mortalidade infantil, das inúmeras estratégias de prevenção de doenças e do surgimento de novos métodos de diagnóstico precoce e de tratamento de diversas patologias. Segundo dados publicados no estudo intitulado “Doubling of world population unlikely” (LUTZ; SANDERSON; SCHERBOV, 1997), existe uma previsão que em 2050 aproximadamente 40% da população norte-americana e europeia estará acima dos 60 anos de idade.

Nos países em desenvolvimento, como o Brasil, embora os problemas de saúde pública sejam extremamente representativos, é fato que a atenção e o cuidado destinados aos idosos vêm ganhando projeção e importância. Dados do estudo “Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira: 2016”, publicado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016), apontam que a presença de idosos – considerados como tal pessoas a partir de 60 anos – no total da população foi de 9,8%, em 2005, para 14,3%, em 2015.

Isto posto, é condição *sine qua non* que a ciência estabeleça novos conhecimentos sobre os processos biológicos do envelhecimento e seus respectivos impactos nos vários sistemas fisiológicos do organismo humano, objetivando, especialmente, otimizar a prevenção e o tratamento das diversas patologias que acometem esta população específica.

Nesta perspectiva, este capítulo visa abordar a relação das possíveis adaptações e efeitos deletérios que possam ser

causados pelo envelhecimento nos sistemas imune, endócrino e cardiorrespiratório. Vale lembrar que o leitor, para aproveitar melhor as informações aqui contidas, deve ter conhecimento básico da fisiologia dos referidos sistemas.

3.1 Sistema imunológico e envelhecimento

Segundo Cruvinel et al. (2010), o sistema imunológico é constituído por uma intrincada rede de órgãos, células e moléculas (Quadro 1), e tem por finalidade manter a homeostase do organismo, combatendo as agressões em geral. Holländer, Krenger e Blazar (2010) entendem como as principais agressões, sobretudo, os agentes infecciosos e as células malignas, sempre atacados e contidos pelo sistema imunológico, que utiliza, para tanto, dois mecanismos de defesa integrados, conhecidos como *imunidade inata* e *imunidade adaptativa (adquirida)*.

Quadro 1 – Principais células e moléculas solúveis que formam o sistema imunológico.

Componente	Imunidade inata	Imunidade adaptativa
Células	Fagócitos (células dendríticas, macrófagos e neutrófilos) Células <i>natural killer</i> (NK) Mastócitos, basófilos e eosinófilos	Linfócitos “T”, “B” e “NK/T” <i>Antigen presenting cells</i> ou células apresentadoras de antígenos (APC)
Moléculas solúveis	Sistema complemento Proteínas de fase aguda Citocinas Quimiocinas	Anticorpos Citocinas Quimiocinas

Fonte: Adaptado de Cruvinel et al., 2010.

A imunidade inata caracteriza-se por ações de resposta rápida a diversos, porém limitados, estímulos. Compõe-se de

barreiras físicas, químicas e biológicas, além de determinadas células especializadas e moléculas solúveis.

Segundo Cruvinel et al. (2010), as principais células da imunidade inata são: linfócitos do tipo *natural killer* (NK), neutrófilos, células dendríticas e macrófagos. A imunidade inata desempenha, entre outros, mecanismos ligados aos processos de fagocitose e liberação de mediadores inflamatórios (incluindo citocinas e quimiocinas), além da síntese de proteínas de fase aguda e ativação de proteínas do sistema complemento. Nicholson (2016) enfatiza ainda que moléculas encontradas frequentemente na superfície de microorganismos constituem padrões moleculares associados a patógenos (Pamp) e ativam a resposta imune inata a partir da interação com distintos receptores conhecidos como receptores de reconhecimento de padrões (RRP), no qual se insere a família dos receptores *toll-like* (TLR). Essa interação assemelha-se à compatibilidade entre antígeno e anticorpo ou entre antígeno e receptor de linfócitos “T” (TCR), enfatizando que, nesta situação, não existem a diversidade nem a capacidade adaptativa para a síntese de novos receptores ou reconhecimento de novos padrões moleculares, apenas os já programados no código genético.

Em contraste, Abbas, Lichtman e Pillai (2015) apontam que a imunidade adaptativa (adquirida) possui como características a especificidade e a diversidade de reconhecimento, memória imunológica, especialização de resposta, autolimitação e tolerância a componentes do próprio organismo. Cabe ressaltar que as imunidades adaptativa e inata se complementam mutuamente, dando condições ao organismo de resistir à invasão de microorganismos patogênicos. A estrutura da imunidade adaptativa (adquirida) compõe-se, principalmente, dos linfócitos “T” e “B”. Vale lembrar que as células apresentadoras de antígenos (*antigen presenting cells* – APC), dentre as quais destacam-se as células dendríticas e os fagócitos mononucleares (macrófagos e monócitos), desempenham importante função na

apresentação de antígenos associados a moléculas do complexo de histocompatibilidade principal (*major histocompatibility complex* – MHC) para os linfócitos “T”. Contudo, em recente publicação, Pereira e Akbar (2016) apontam que existe uma convergência de características inatas e adaptativas em células “T” senescentes, desafiando a divisão clássica entre sistemas imunes inato e adaptativo (adquirido).

Os linfócitos “T” originais se amplificam e são diferenciados em diferentes subtipos, tais como Th1, Th2, Th17 e Treg (ou Treguladoras – Th3), após estimulação de antígenos. As células Th1 eliminam os patógenos dentro das células; as células Th2 protegem o corpo humano de parasitas e equilibram as reações alérgicas; as células Th17 removem bactérias extracelulares e fungos; e as células Treg promovem reparos teciduais. No entanto, possíveis distúrbios nas respostas dos linfócitos “T” e seus subtipos induzem a liberações excessivas de citocinas e quimiocinas, resultando em inflamação (HUANG; CHEN, 2016).

Em relação ao linfócito “B”, Abbas, Lichtman e Pillai (2015) citam que esta é a única célula do organismo capaz de produzir anticorpos, podendo se diferenciar em plasmócito, célula considerada fundamental na mediação da imunidade humoral.

Entretanto, Brodin e Davis (2017) destacam, em recente publicação, que o sistema imunológico humano é altamente variável entre indivíduos, mas relativamente estável ao longo do tempo em uma determinada pessoa. Recentes avanços conceituais e tecnológicos permitiram análises funcionais aprofundadas deste sistema, revelando a composição de proteínas e células relacionadas ao sistema imune em populações de indivíduos saudáveis. A gama de alterações e algumas influências específicas que moldam o sistema imunológico de um indivíduo estão se tornando cada vez mais claras, variando como consequência de influências hereditárias e não hereditárias.

Brodin e Davis (2017) apontam ainda que o sistema imunológico de indivíduos idosos é caracterizado pela perda

de células imunológicas, destacando-se a linfopenia, e pela diminuição da diversidade de genes receptores variáveis em linfócitos “B” e “T” – embora esta redução na diversidade dos receptores de linfócitos “T” pareça menos pronunciada do que se pensava, sobretudo pelos resultados apresentados por Qi et al. (2014), indicando que o impacto da idade foi mínimo no que tange à proporção das células de memória. Importante ressaltar que diversos estudos clássicos desenvolvidos com população idosa, como o de Luz et al. (2003), apontam aumento na proporção das células de memória quando comparadas a células virgens, o que conseqüentemente diminui a ação de defesa contra novos antígenos e pode deixar o organismo do idoso mais vulnerável.

De todo modo, a literatura acadêmica indica uma alta relação entre o envelhecimento e a diminuição das funções imunes, denominando-a “imunossenescência”.

Segundo Aw, Silva e Palmer (2007), a imunossenescência é caracterizada por alterações quantitativas e/ou qualitativas em componentes celulares e moleculares, promovendo funcionamento inadequado da atividade imune. Tais alterações favorecem a apresentação em idosos, quando comparados a adultos jovens, de maior sensibilidade a infecções e menor resposta a imunizações, além de maior índice de fenômenos autoimunes, neoplásicos e degenerativos.

Corroborando Aw, Silva e Palmer (2007), Agondi et al. (2012) citam que a imunossenescência caracteriza-se pelo envelhecimento do sistema imunológico associado a um progressivo declínio das funções imunológicas, com conseqüente aumento da suscetibilidade a infecções, doenças autoimunes e câncer, além de significativa redução da resposta a vacinas. Agondi et al. (2012) ainda citam que esse declínio está associado a diversas alterações que podem ocorrer em qualquer etapa do desenvolvimento da resposta imune, tratando-se de um processo complexo multifatorial envolvendo várias reorganizações e

mudanças no desenvolvimento regulatório, além de mudanças nas funções efetoras do sistema imunológico. Portanto, a imunossenescência caracteriza-se por ser mais do que simplesmente um declínio unidirecional de todas as funções.

Fulop et al. (2011) apontam que as possíveis causas das diferenças entre o comportamento do sistema imune de adultos jovens e idosos não estão bem esclarecidas. Entretanto, os autores enfatizam três importantes mecanismos relacionados à diminuição das funções imunes que ocorrem com o processo de envelhecimento: (1) involução do timo, resultando em progressiva redução na proliferação das células “T”; (2) alterações na composição e na sinalização da membrana celular, resultando em dano; (3) história imunológica – ataque de estimulação antigênica (patógenos, parasitas, possibilidades de câncer) ao longo da vida que, eventualmente, pode resultar em “exaustão imunológica” (Figura 4). Ademais, há que se considerar o acentuado estado inflamatório frequentemente registrado nos idosos – *inflamm-aging*, abordado posteriormente neste mesmo capítulo. Eventualmente, estes fatores impactam no desenvolvimento de doenças crônico-degenerativas associadas ao envelhecimento, como aterosclerose, diabetes tipo II, doença de Alzheimer e, possivelmente, câncer.

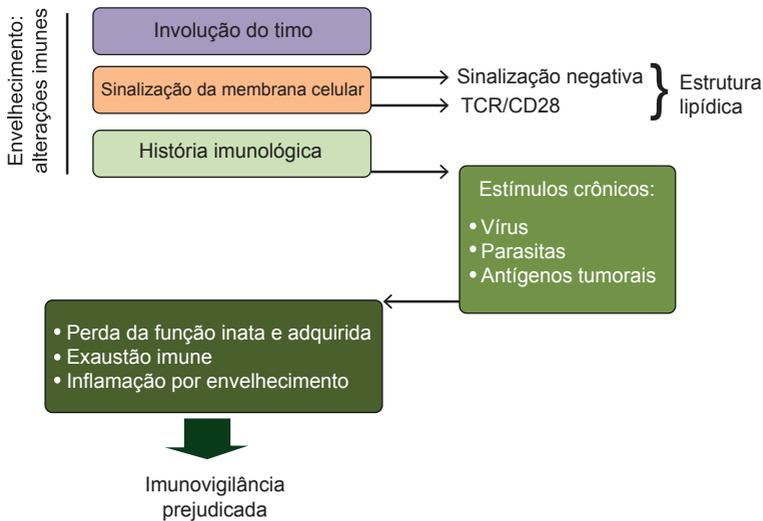


Figura 4 – Principais causas de comprometimento da vigilância imunológica em idosos.

Fonte: Adaptado de Fulop et al., 2011.

Apesar do processo de envelhecimento afetar todas as células imunologicamente ativas, os linfócitos “T” são as células efetoras da resposta celular que mais sofrem efeitos deletérios. Além da já citada involução do timo, que promove progressiva redução na proliferação dessas células, o envelhecimento parece otimizar a senescência replicativa dos linfócitos (estado em que as células cessam o processo de divisão celular devido ao encurtamento da região final dos telômeros). Segundo Hornsby (2002), essas células senescentes refletem um processo normal de envelhecimento celular, prejudicando a proliferação celular. Talvez isto explique o fato de as células dos idosos apresentarem menor número de divisões quando comparadas às células dos adultos jovens.

Considerada uma célula fundamental para a resposta imunológica, o linfócito “B” parece sofrer impacto menor do envelhecimento em suas funções e quantidade quando comparado ao linfócito “T”, embora as modificações de ambos estejam relacionadas, uma vez que realizam suas funções em conjunto, apesar de serem células morfologicamente diferentes. As modificações em relação aos anticorpos são controversas, no que tange ao aumento ou diminuição das imunoglobulinas (TONET; NÓBREGA, 2008).

Segundo Franceschi et al. (2000), a célula NK é outro tipo celular que também apresenta divergências entre os achados na literatura. Entre outras, possuem a função de destruir (lisar) determinados tumores e células infectadas por vírus sem a necessidade de sensibilização prévia. Com o envelhecimento, o número de células NK pode aumentar, porém sua atividade citotóxica tende a diminuir.

Fulop et al. (2011) indicam algumas alterações que o envelhecimento promove nas mais variadas células que integram o sistema imune, tanto na imunidade inata quanto na adaptativa (adquirida). O Quadro 2 resume estas alterações.

Quadro 2 – Principais alterações na imunidade inata e adaptativa (adquirida) em idosos.

Envelhecimento: alterações na imunidade inata e adaptativa (adquirida)		
Imunidade inata		
Monócito	Função diminuída	Fagocitose Morte intracelular
Macrófago	Função diminuída	Fagocitose Produção de radicais livres Transdução de sinal
	Função aumentada	Produção de citocinas pró-inflamatórias

Envelhecimento: alterações na imunidade inata e adaptativa (adquirida)

Imunidade inata

Células dendríticas	Diminuição da migração Diminuição da apresentação de antígeno Altera a indução da polarização da célula "T" <i>helper</i>	
Células natural killer	Diminuição da migração Diminuição da citotoxicidade Diminuição da produção de interleucina 2 (IL-2)	
Neutrófilos	Função diminuída	Quimiotaxia Produção de radicais livres Apoptose Morte intracelular

Imunidade adaptativa (adquirida)

Células "T"	Alterações: fenótipo	Aumento	Células de memória "T"CD8+ Receptores celulares (TCR)
		Diminuição	<i>Naive</i> "T"CD4+ e "T"CD8+
	Alterações: função	Diminuição	Expressão clonal Produção de interleucina 2 (IL-2) Transdução de sinal (TCR, CD28, citocinas Aumento regulatório de células "T"
Células "B"	Alterações: fenótipo	Aumento	Células de memória
	Alterações: função	Produção de anticorpo	Diminuição de policlonalidade Diminuição de especificidade Alteração na secreção de citocinas

Fonte: Adaptado de Fulop et al., 2011.

Segundo Shaw et al. (2010), os neutrófilos constituem a principal defesa imunológica contra bactérias que se dividem rapidamente, leveduras e infecções fúngicas, desenvolvendo mecanismos microbicidas, como a produção de espécies reativas de oxigênio e nitrogênio, liberação de enzimas proteolíticas e peptídeos microbicidas a partir de grânulos citoplasmáticos. Os autores relatam ainda que não há consenso relacionado à redução do número de neutrófilos com o envelhecimento. Em contraste, os neutrófilos humanos apresentariam atividade comprometida nos idosos, conforme apresentado na Figura 5.

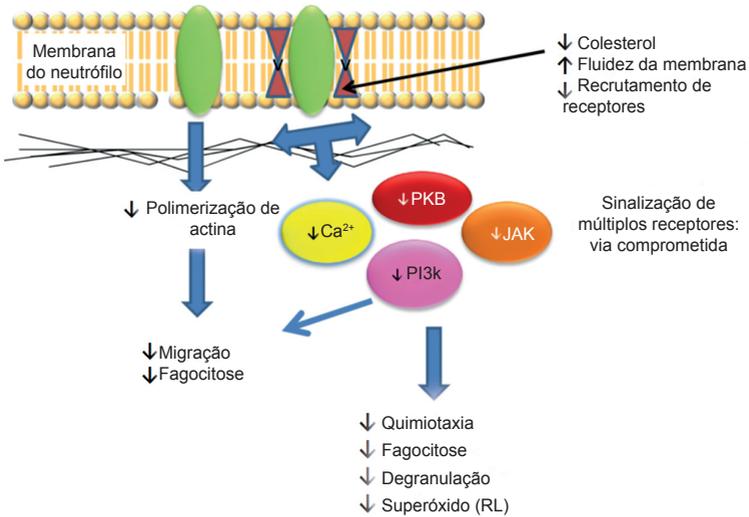


Figura 5 – Consequências das alterações do conteúdo lipídico de membrana celular na função dos neutrófilos, promovidas pelo envelhecimento.

Fonte: Adaptado de Shaw et al., 2010.

*Notas: **PKB**: proteína quinase B; **PI3K**: fosfatidilinositol-3-quinase; **JAK**: janus quinase; **RL**: radical livre.

Abbas, Lichtman e Pillai (2015) mencionam que, além das células, o sistema imunológico compõe-se de proteínas responsáveis pela mediação das respostas imunológicas, tornando-as mais eficazes. Estas proteínas, denominadas “citocinas”, caracterizam-se por apresentar baixo peso molecular (entre aproximadamente 6 e 70 kDa), ser produzidas por diferentes tipos celulares, agir de maneira autócrina, parácrina e endócrina em resposta a estímulos diversos e por ter função reguladora. Secretadas e lançadas no sangue em concentrações baixas (na ordem de picomolar), as citocinas exercem suas funções a partir da interação com as células por meio de receptores específicos de alta afinidade. Além disto, Abbas, Lichtman e Pillai (2015) destacam que as citocinas regulam a intensidade e a duração da resposta imunológica por meio da estimulação ou da inibição da ativação, proliferação e/ou diferenciação de várias células e por meio da regulação da secreção dos anticorpos ou outras citocinas.

Segundo Stenken e Poschenrieder (2015), existem diversas famílias de citocinas, cada uma composta por subtipos diferentes. Como exemplo, a família de interleucinas é categorizada em ordem numérica (até IL-38), e outras famílias descrevem atividade funcional, tal como a família de necrose tumoral. Os mesmos autores relatam que os efeitos fisiológicos das citocinas dependem, frequentemente, das suas respectivas concentrações, além de reconhecerem que as citocinas influenciam o funcionamento das células por promover comunicação entre elas. A Figura 6 mostra, como exemplo, uma versão abreviada da comunicação molecular entre diferentes tipos de células do sistema imunológico (*networks*) promovida por diversos tipos de citocinas.

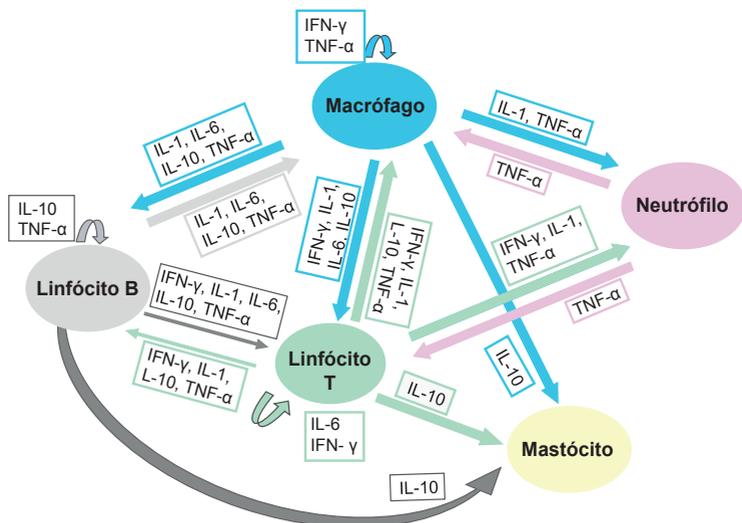


Figura 6 – Versão abreviada da comunicação molecular entre diferentes tipos de células do sistema imunológico (*networks*) promovida por diversos tipos de citocinas.

Fonte: Adaptado de Stenken e Poschenrieder, 2015.

*Notas: **IFN-γ**: interferon gama; **TNF-α**: fator de necrose tumoral alfa; **IL**: interleucina.

O processo de envelhecimento gera desequilíbrio relacionado às citocinas no organismo, possivelmente por quebra da homeostase de sua produção e liberação (SILVEIRA-NUNES et al., 2017).

Rink, Cakman e Kirchner (1998), em estudo relevante, relatam que idosos são mais suscetíveis a infecções bacterianas e virais e neoplasias do que os adultos jovens. Isto está relacionado com uma resposta imune prejudicada. Linfócitos de idosos mostram uma diminuição da proliferação após indução com mitógenos. A diminuição da proliferação está correlacionada com uma diminuição da liberação de IL-2 e de seu receptor solúvel (sIL-2R), embora a expressão de IL-2R na superfície

celular continue normal. O interferon gama (IFN- γ) tem sua secreção diminuída pelos linfócitos Th1 dos idosos, enquanto as citocinas IL-4 e IL-10 são produzidas (pelos linfócitos Th2) em quantidades mais elevadas, quando comparados com os adultos jovens. Portanto, no idoso parece haver um desequilíbrio no sistema Th1/Th2. Além disto, Rink, Cakman e Kirchner (1998) citam que a função dos monócitos parece estar aumentada nos idosos. Os leucócitos de idosos produzem maiores quantidades de IL-1, IL-6, IL-8 e fator de necrose tumoral alfa (TNF- α) após indução com lipopolissacarídeo (LPS), quando comparados aos leucócitos de adultos jovens. Isto posto, é notório que o envelhecimento promove alterações e disfunções neste grupo de células dos idosos, resultando em uma resposta imune alterada.

Importante ressaltar que, no tocante às citocinas com características pró-inflamatórias, destacam-se a IL-1, IL-6 e o TNF- α . Não obstante, a IL-2 e o INF- γ também estão relacionados com a resposta imunológica de ativação e proliferação celular.

Como já citado, o idoso apresenta uma diminuição da produção de IL-2 e um aumento da secreção de IL-6, comportamento diretamente relacionado com o fenômeno do *inflamm-aging*, outra importante característica do processo de imunossenescência.

Segundo Fougère et al. (2017), o *inflamm-aging* é caracterizado por um nível crônico de inflamação de baixo grau a partir do envelhecimento biológico. Caracteriza-se por um fator de risco altamente significativo para morbidade e mortalidade em pessoas idosas. As teorias mais comuns de *inflamm-aging* incluem a disfunção do sistema imunológico, além de estresse redox, disfunção mitocondrial, glicação, alterações hormonais, modificações epigenéticas e hipotrofia/atrofia muscular. Em adição, o *inflamm-aging* desempenha um papel na iniciação e progressão de doenças relacionadas à idade, tais como diabetes tipo II, doença de Alzheimer, doenças cardiovasculares, fraqueza, sarcopenia, osteoporose e câncer.

Rudin e Barzilai (2005) apontam que o *inflamm-aging* aparenta ser uma progressiva propensão a um estado pró-inflamatório fortemente influenciado pelo estado energético/metabólico exibido pelo organismo.

Em um estudo clássico denominado “Aging and immune function: molecular mechanisms to interventions”, Ponnappan e Ponnappan (2011) apontam amplamente as alterações que o envelhecimento promove, impactando o sistema imune. A Figura 7 apresenta um resumo destas alterações.



Figura 7 – Visão geral das alterações que impactam o sistema imunológico de humanos com idade avançada.

Fonte: Adaptado de Ponnappan e Ponnappan, 2011.

*Notas: **GH**: hormônio de crescimento; **DHEA**: dehidroepiandrosterona; **IGF-1**: fator de crescimento semelhante a insulina 1.

Importantes estudos (BARRY et al., 2016; DENNIS et al., 2015; TERRA et al., 2012) relacionam a prática do exercício físico ao sistema imunológico. Sendo assim, pode-se afirmar que existem evidências na literatura que suportam a afirmação que o exercício físico, quando prescrito de maneira adequada, pode otimizar as funções do sistema imune, sobretudo na população idosa, abolindo, mesmo que parcialmente, os efeitos deletérios promovidos pelo processo do envelhecimento. Mais informações sobre a relação do exercício físico com o sistema imune nos idosos serão abordadas em capítulos posteriores.

3.2 Sistema endócrino e envelhecimento

Os aspectos biológicos do envelhecimento estão alicerçados, inevitavelmente, sob a ótica da degeneração da estrutura e função das células e dos sistemas orgânicos. Não sendo exceção à regra, o sistema endócrino, cuja função está relacionada à regulação e controle fisiológico, é um dos afetados quando o indivíduo envelhece.

Em estudo clássico, publicado no periódico *Science* e intitulado “The endocrinology of aging”, Lamberts, van den Beld e van der Lely (1997) indicam que algumas alterações relacionadas com o envelhecimento foram descritas em várias vias endócrinas sob controle do eixo hipotalâmico-pituitário (ou hipotalâmico-hipofisário), tais como a diminuição da produção do hormônio de crescimento (*growth hormone* – GH) e do fator de crescimento semelhante a insulina 1 (*insulin-like growth factor 1* – IGF-1) a partir do eixo de crescimento, a diminuição da produção de dehidroepiandrosterona-sulfato (*dehydroepiandrosterone-sulfate* – DHEAS) a partir do eixo adrenal e a diminuição na produção dos esteroides sexuais estradiol e testosterona (T) a partir do eixo gonadal. Segundo Cappola, Xue e Fried (2009), devido às sequelas adversas relacionadas à sarcopenia, muitas pesquisas

se concentraram na relação entre envelhecimento e hormônios anabólicos IGF-1, DHEAS e T.

Marcell et al. (2001), com base nos dados do estudo por eles desenvolvido, concluíram que a diminuição tanto na concentração de GH quanto na de T verificada em idosos pode promover aumento na expressão da miostatina com concomitante diminuição das funções de IGF-1 na síntese de proteínas do músculo esquelético, contribuindo substancialmente para o surgimento da sarcopenia relacionada ao envelhecimento. Vale lembrar que a miostatina é uma proteína que regula negativamente o crescimento muscular.

Em pioneiro estudo publicado no periódico *Nature*, intitulado “Regulation of skeletal muscle mass in mice by a new TGF-beta superfamily member”, McPherron, Lawler e Lee (1997) identificaram uma proteína sintetizada e secretada pela fibra muscular com característica autócrina (mensageiro químico produzido pela célula, secretado para o meio externo – interstício –, e receptado pela própria célula) e parácrina (mensageiro químico produzido pela célula, secretado para o meio externo – interstício –, e receptado pelas células vizinhas), cuja principal função era regular, de maneira negativa, a síntese proteica de proteínas musculares. Popularmente conhecido como miostatina, este mensageiro químico, na oportunidade, foi denominado “fator de crescimento e diferenciação-8” (*growth/differentiation factor-8* – GDF-8), pertencente à família dos fatores transformadores de crescimento do tipo beta (*transforming growth factor-beta family* – TGF-beta).

Elkina et al. (2011) indicam as vias de sinalização pelas quais a miostatina prejudica o trofismo muscular, destacando-se a ativação da via dos Smad – o que induz a inibição da miogênese e ativação dos fatores de transcrição *Forkhead* (*Forkhead box O transcription factors* – FoxO) –, a ativação da via MAPK (resultando em inibição da miogênese) e a inibição da via AKT/mTOR (principal via hipertrófica da fibra muscular). A Figura 8 apresenta mais detalhes.

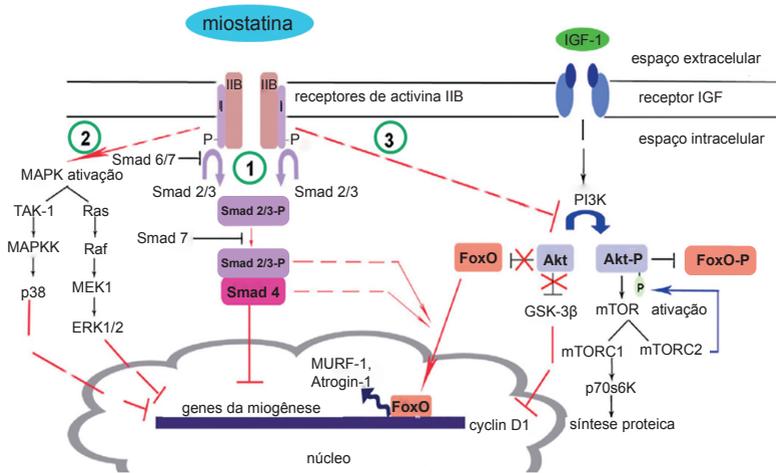


Figura 8 – Diferentes vias de sinalização da miostatina.

Fonte: Adaptado de Elkina et al., 2011.

*Notas: →: Ativação do processo; —|: Inibição do processo; - - -: Presença de etapas intermediárias omitidas na figura. (1) Via de ativação dos Smads: a miostatina se liga ao receptor activina IIB e induz sua montagem com o receptor de tipo I da activina. A fosforilação subsequente de Smad2/3 conduz à sua ligação com Smad4 e translocação do complexo para o núcleo celular, local onde ocorre o bloqueio da transcrição de genes responsáveis pela miogênese. Os Smad6 e Smad7 competem pela ligação com o receptor de tipo I da activina. O Smad7 também pode impedir a formação do complexo Smad 2/3 e Smad4. (2) Ativação da MAPK: a mediação da ativação das MAPK pela miostatina utiliza diferentes vias: TAK-1/MAPKK para p38 MAPK ou Ras/Raf/MEK1 para ERK1/2, proporcionando a inibição dos genes responsáveis pela miogênese. (3) Inibição da sinalização de Akt: a fosforilação de Akt ocorre em resposta à insulina e ao IGF-1. Neste caso, a Akt é ativada e sinaliza para ativação de mTOR, conduzindo à síntese de proteínas e, concomitantemente, para a inibição da via FoxO por fosforilação. Nas condições que prevalecem a ação da miostatina, a Akt desfosforilada não inibe FoxO, propiciando o aumento da sinalização de FoxO no núcleo, local onde se liga ao DNA e induz a transcrição de MURF-1 e Atrogin-1. Os Smad3 e Smad4, possivelmente, participam da sinalização de FoxO.

Adicionalmente, destaca-se o fator de crescimento e diferenciação-11 (*growth/differentiation factor-11* – GDF-11), que é, assim como a miostatina (GDF-8), membro da família dos TGF-beta. Segundo Walker et al. (2016), tanto o GDF-11 como a miostatina são, muitas vezes, percebidos como desempenhando papéis semelhantes ou sobrepostos. No entanto, apesar das semelhanças na sequência genética, na utilização de receptores e na via de sinalização, as evidências sugerem que estes dois mensageiros químicos podem ter funções distintas em muitas situações. O GDF-11 é essencial para o desenvolvimento de mamíferos e tem sido sugerido como um regulador do envelhecimento de múltiplos tecidos, enquanto a miostatina, como já destacado, tem importante ação na regulação negativa da massa muscular esquelética.

Pesquisas recentes identificaram o GDF-11 como um regulador hormonal envolvido com o envelhecimento em diferentes órgãos. Em consonância com o descrito, é indicado que o aumento da concentração da proteína GDF-11 em idosos melhora a condição histofisiológica do coração (LOFFREDO et al., 2013), do cérebro (KATSIMPARDI et al., 2014) e do músculo estriado esquelético (SINHA et al., 2014), dando suporte ao conceito que o GDF-11 é considerado um fator antienvelhecimento. Contudo, estudos posteriores (EGERMAN et al., 2015) questionam estes achados. Portanto, mesmo que estudos como o de Walker et al. (2016) citem o GDF-11 tendo efeito antagônico ao da miostatina (GDF-8), sobretudo no tecido muscular estriado esquelético, quando relacionado ao processo de envelhecimento, ressalta-se que a relação específica do GDF-11 com o envelhecimento – e quaisquer possíveis diferenças na ação de GDF-11 em camundongos, ratos e seres humanos – não está totalmente esclarecida e continua dependendo de mais investigação.

No tocante ao estado de sarcopenia otimizado com o envelhecimento, destaca-se a estratégia farmacológica de terapia, baseada em reposição hormonal, que vem sendo discutida e

indicada para os idosos, objetivando minimizar o estado de sarcopenia atuando em três segmentos: ativação do eixo GH/IGF-1, ativação do eixo gonadal (aumentando síntese e secreção dos hormônios sexuais) e inibição da ação da miostatina (SOLOMON; BOULOUX, 2006), embora sempre se questione a segurança da utilizar esta estratégia em longo prazo, sobretudo quanto a possíveis efeitos colaterais (GIANNOULIS et al., 2012).

O envelhecimento, em ambos os sexos, promove alteração na síntese e secreção dos hormônios sexuais. Segundo Araujo e Wittert (2011), a endocrinologia relacionada aos hormônios sexuais do homem (inseridos na classe dos Androgênios) idoso é complexa, com múltiplos hormônios ao longo do eixo hipotalâmico-hipotálamo-testicular (HHT) interagindo uns com os outros em *feedback*. À medida que os homens envelhecem, há um declínio pequeno e gradualmente progressivo (não precipitado, como nas mulheres) em vários hormônios sexuais, principalmente na concentração de testosterona (Gráfico 2) e de DHEA, como também aumentos relacionados ao hormônio luteinizante (*luteinizing hormone* – LH), ao hormônio folículo-estimulante (*follicle-stimulating hormone* – FSH) e à globulina ligadora de hormônios sexuais (*sex hormone-binding globulin* – HSBG). A importância dessas mudanças é ampla, devido ao papel fundamental que os hormônios sexuais exercem na fisiologia masculina.

Estudos como de Walrand et al. (2011) e Haren et al. (2011) apontam que, no homem, a concentração de testosterona livre no plasma diminui em torno de 40% entre 25 e 75 anos de idade. Evidencia-se que como o hormônio testosterona está correlacionado com a produção de cadeias pesadas de miosina e, conseqüentemente, com força muscular, com a diminuição dos seus níveis plasmáticos durante o envelhecimento ocorreria uma significativa diminuição da massa muscular e, por consequência, porém em menor grau, da força. Portanto, a diminuição da concentração de testosterona pode ser considerada um dos principais fatores no declínio da função muscular no homem idoso.

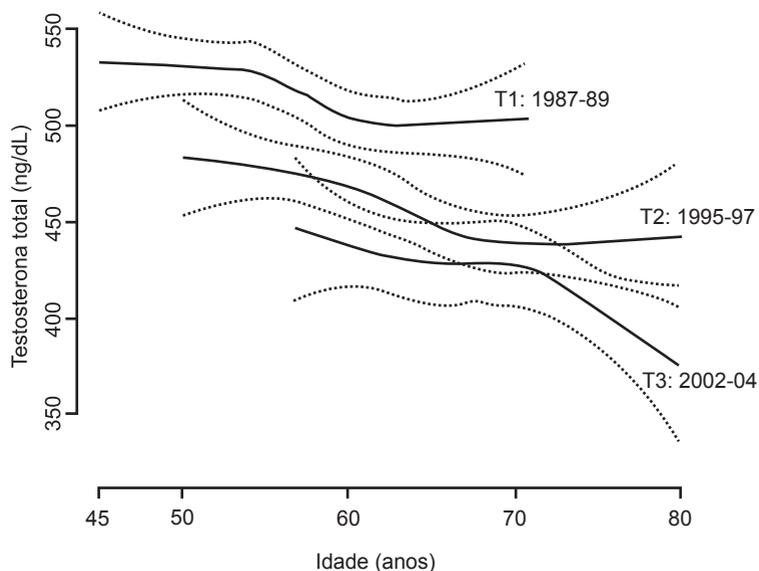


Gráfico 2 – Concentrações brutas de testosterona total, por ondas de estudo (T1, T2, T3), com bandas de confiança (linhas pontilhadas).
Fonte: Adaptado de Travison et al., 2007 apud Araujo e Wittert, 2011.

Na mulher, os níveis de testosterona apresentam importante diminuição entre os 20 e os 45 anos. Contudo, este declínio para manter a massa e força muscular no organismo feminino não está, ainda, bem elucidado. Os mesmos autores referem-se a outro aspecto importante que ocorre com o envelhecimento: a redução da concentração de DHEA, conhecido como precursor da testosterona (HAREN et al., 2011; WALRAND et al., 2011). Esse hormônio é considerado importante, uma vez que o DHEA age na inibição da produção de IL-6, uma conhecida citocina pró-inflamatória. Sendo assim, um aumento deste mediador inflamatório promoveria um estado de inflamação crônica, contribuindo para o catabolismo proteico muscular com conseqüente sarcopenia.

Os estrogênios são hormônios esteroides conhecidos, principalmente, por seu papel na promoção das características do gênero feminino, na capacidade reprodutiva e em ações em órgãos não reprodutivos. Existem três tipos de estrogênios no organismo feminino: estrona, estradiol e estriol, embora, durante os anos reprodutivos da mulher, o principal estrogênio circulante seja o 17β -estradiol (E2).

Os estrogênios são sintetizados no ovário e em tecidos não reprodutivos, como o fígado, o coração, o músculo, o osso e o cérebro. A síntese específica de estrogênio nos diversos tecidos é consistente com a diversidade de suas ações. Desta forma, Cui, Shen e Li (2013) apontam que os estrogênios não são apenas hormônios sexuais femininos que controlam o desenvolvimento e a função dos órgãos gonadais, uma vez que também controlam funções importantes em tecidos extragonádicos, incluindo aqueles que o produzem.

Poli, Schwanke e Cruz (2010) citam que, na mulher, o período reprodutivo começa na puberdade, entre os 8 e os 14 anos, indicando que esse início ocorre pela maturação das estruturas hipotalâmicas, responsáveis pelo início do complexo processo de regulação dos hormônios sexuais. Durante os anos reprodutivos (menacme), ocorrem os ciclos típicos de maturação folicular, ovulação e formação do corpo lúteo. Esses ciclos dependem de uma sequência completa, mas já bem conhecida, de eventos marcados por interações hipotalâmicas, hipofisárias, gonadais e uterinas, com secreções hormonais de esteroides sexuais e gonadotrofinas de forma integrada, para possibilitar a ovulação.

Nos anos que antecedem a menopausa (climatério pré-menopáusico), já começam a aparecer as consequências da redução numérica folicular. Há uma diminuição da quantidade de hormônios sexuais secretados pelos ovários, devida não apenas à insuficiência numérica dos folículos, mas também à alteração da qualidade dos restantes. A menopausa refere-se à última menstruação, quando não há mais níveis hormonais

suficientes para proliferar o endométrio. O termo “menopausa” vem sendo usado também com o significado de período que sucede a última menstruação (climatério pós-menopausa). Com maior frequência, a última menstruação ocorre entre os 45 e os 55 anos de idade, sendo considerada normal, porém, a partir dos 40 anos. Esse período constitui um marco muito importante da vida da mulher, pois está associado a uma sucessão de eventos de grande significado, com repercussões biológicas, psicológicas e sociais, podendo refletir no surgimento de diversas patologias.

Neste aspecto destacam-se, na sociedade atual, as doenças cardiovasculares (DCV), apontadas como a principal causa de morte em ambos os gêneros. A incidência das DCV é muito menor nas mulheres antes da menopausa, que geralmente têm menor pressão arterial e um risco muito menor de desenvolver a doença, quando comparado aos homens com a mesma idade. No entanto, esta vantagem feminina desaparece gradualmente após a menopausa, com a cessação da função ovariana e consequente redução nos níveis de estrogênio. Eventualmente, o risco das DCV em mulheres no período após a menopausa torna-se mais elevado do que nos homens com a mesma idade (RECKELHOFF; MARIC, 2010).

Adicionalmente, é importante ressaltar que o estrogênio protege as mulheres da osteoporose por meio da regulação do metabolismo ósseo. De acordo com Stevenson (2011), após a menopausa as mulheres têm maior risco de desenvolver osteoporose, além de a prevalência dessa condição aumentar significativamente nas populações pós-menopáusicas após a perda da função ovariana e continuar a aumentar com o envelhecimento ao longo da pós-menopausa.

Em contraste ao citado no parágrafo anterior, assim como ao descrito pelo estudo clássico de Nordin et al. (1992), que aponta que a massa óssea permanece inalterada entre a obtenção de seu pico e a menopausa nas mulheres e a idade média de 55 anos nos homens, grandes estudos epidemiológicos, como

o de Looker et al. (1998) e Riggs et al. (2008), têm estabelecido, claramente, que em homens e mulheres a perda óssea começa no início da terceira década de vida – imediatamente após o pico de massa óssea, e muito antes de qualquer alteração na produção dos hormônios sexuais (Gráfico 3). De acordo com os dados epidemiológicos, a análise volumétrica da densidade mineral óssea (DMO) no fêmur e na coluna cervical em uma grande amostra populacional estratificada por idade e sexo, utilizando tomografia computadorizada quantitativa, demonstra que existe uma substancial perda óssea trabecular em ambos os sexos durante o período de suficiência dos hormônios sexuais.

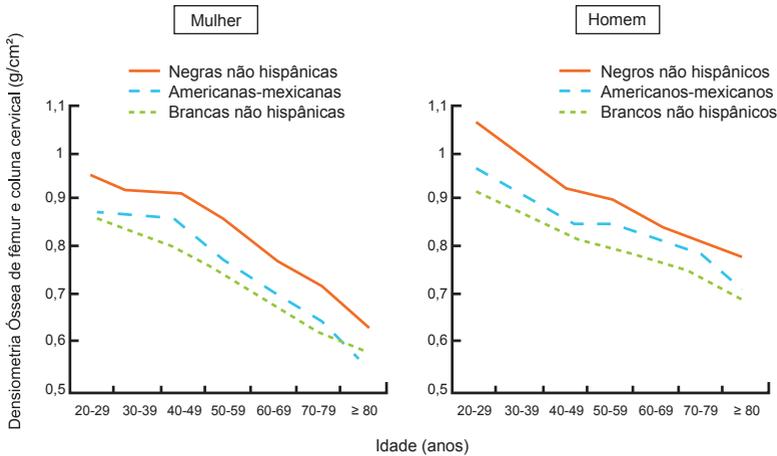


Gráfico 3 – Perda de massa óssea: início na terceira década de vida em ambos os gêneros.

Fonte: Adaptado de Looker et al., 1998.

No entanto, segundo Khosla e Riggs (2005), nas mulheres a perda óssea trabecular na coluna vertebral é acelerada substancialmente após a menopausa, assim como a taxa de fraturas no punho, na coluna e no quadril, atestando o papel

adverso da deficiência de estrogênio na homeostase esquelética, além da sua contribuição para aumento da perda óssea associada à idade. A perda óssea cortical começa após os 50 anos de idade em ambos os sexos, embora em um ritmo mais rápido em mulheres do que em homens.

Em ambos os sexos, estudos epidemiológicos mostram um risco aumentado de doença de Alzheimer (DA) associado com a perda de hormônios esteroides sexuais relacionada ao envelhecimento. Vina e Lloret (2010) relatam que a DA é mais prevalente em mulheres pós-menopáusicas, quando comparadas a homens com a mesma idade. A perda precipitada de estrogênios e progesterona ovarianos na menopausa foi indicada como responsável pelo aumento da susceptibilidade à DA em mulheres, embora vários estudos, sobretudo desta última década, apontem que a depleção de estrogênio derivado do cérebro, em vez do estrogênio circulante, seria o mais significativo fator de risco para desenvolver DA (LI; CUI; SHEN, 2014; RETTBERG; YAO; BRINTON, 2014).

A doença de Parkinson (DP) é a segunda doença neurodegenerativa mais comum, atrás apenas da DA. Em contraste com a maior incidência da DA, observações epidemiológicas encontraram menor risco de DP nas mulheres em comparação aos homens. A idade média para início da DP é de 60 anos, sendo que apenas 10% das mulheres com DP têm menos de 40 anos (CUI; SHEN; LI, 2013). A proteção estrogênica na DP é evidenciada por Coppus et al. (2010), que, ao estudar mulheres na menopausa em idade precoce, observaram que elas apresentavam maior risco de DA, enquanto Yadav et al. (2012) indicam um início tardio da DP em mulheres com maior número de gestações, maior duração fértil e maior duração cumulativa de gestações. Isto posto, Evatt et al. (2011) relatam que a terapia de reposição estrogênica se mostrou eficaz na promoção da melhora dos sintomas motores em pacientes do sexo feminino. Em conjunto, isso pode explicar as observações epidemiológicas de menor incidência de DP e

maior risco de DA em mulheres, assim com o papel protetor dos estrogênios.

Referindo-se à relação entre estrogênios, adiposidade e obesidade, Carr (2003) relata que o tecido adiposo tem padrão diferente de distribuição em homens e mulheres. Os homens com idade semelhante tendem a acumular maior quantidade de gordura abdominal em relação às mulheres no período pré-menopausa, que acumulam mais gordura na região glúteo-femoral, resultando em um padrão mais saudável, ação promovida pelos estrogênios. Pimenta et al. (2014) apontam que, após a menopausa, quando os níveis de estrogênio diminuem, as mulheres apresentam aumento geral de peso corporal, bem como redistribuição do tecido adiposo, levando ao aumento da deposição de gordura na região abdominal. Lovejoy et al. (2008) ressaltam a importância de notar que o aumento da gordura abdominal em mulheres na pós-menopausa tende a ser do tipo gordura visceral, e não subcutânea. Assim sendo, os homens têm um perfil de adiposidade não saudável em comparação às mulheres até o período da menopausa, embora, após este período, a prevalência de adiposidade intra-abdominal aumente significativamente nas mulheres.

Evidências acadêmicas apontam para uma alta relação entre o processo de envelhecimento e as funções do sistema renina-angiotensina (SRA). De acordo com Fyhrquist e Saijonmaa (2008), o SRA tem sido classicamente descrito como um sistema hormonal circulante que regula o equilíbrio hidroeletrólítico e a função cardiovascular. O peptídeo bioativo mais conhecido do SRA, a angiotensina do tipo II, é produzido pela ação da enzima conversora de angiotensina (*angiotensin-converting enzyme* – ACE) e atua por meio dos receptores AT1. Segundo Najjar, Scuteri e Lakatta (2005), o envelhecimento está associado a diversas alterações na estrutura e função vasculares, como aumento na espessura e rigidez da parede dos vasos, aumento da velocidade da onda de pulso e prejuízo da função endotelial, contribuindo substancialmente para o desenvolvimento das

doenças cardiovasculares. Os mesmos autores apontam para a importância do papel do SRA no envelhecimento arterial, assim como nas doenças cardiovasculares (NAJJAR; SCUTERI; LAKATTA, 2005).

Os componentes da cascata de sinalização da angiotensina II (Ang-II) parecem estar aumentados com o envelhecimento. Esta sinalização, via receptores do tipo AT1, parece influenciar o aumento da produção de colágeno dentro da parede arterial, a redução da atividade de formas de nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato oxidase (*nicotinamide adenine dinucleotide phosphate oxidase* – NADPH oxidase) e o aumento da migração de células musculares (do tipo liso) vasculares. Segundo Cavanagh, Piotrkowski e Fraga (2004), a Ang-II também pode ativar a formação das espécies reativas de oxigênio (ERO), o que contribui para o surgimento de doenças cardiovascular relacionadas ao envelhecimento. O aumento na formação das ERO diminui a disponibilidade de óxido nítrico, causando disfunção endotelial. Isto posto, conclui-se que a Ang-II exerce destacado papel em diversos estímulos que influenciam o envelhecimento arterial.

Além disto, Fernández-Atucha et al. (2017) relataram, recentemente, que a disfunção de algumas importantes peptidases séricas pertencentes ao SRA, como a ACE, a enzima conversora de angiotensina 2 (*angiotensin-converting enzyme 2* – ACE2), a endopeptidase neutra (*neutral endopeptidase* – NEP), a aminopeptidase N (APN) e a aminopeptidase A (APA), estão associadas a hipertensão e doenças cardiovasculares e, a partir de estudo envolvendo amostra de 58 mulheres e 60 homens saudáveis entre 41 e 70 anos de idade, concluíram que existe um efeito diferencial do envelhecimento na atividade destas enzimas em homens e mulheres, especialmente no que se refere ao ponto de ruptura da andropausa/menopausa. Destacam atividade sérica significativamente mais elevada de ACE2 em mulheres mais velhas, comparativamente a mulheres mais jovens, mostrando as possíveis diferenças de gênero nos riscos de patologias do

sistema cardiovascular associados ao comportamento do SRA no processo do envelhecimento.

Diversos estudos, como o recente de Juárez-Cedillo et al. (2017), relatam associação entre a prevalência de disfunções associadas à glândula tireoide, principalmente o hipotireoidismo, e o envelhecimento. O hipotireoidismo, em suas duas formas de apresentação (clínica e subclínica), tem alta prevalência na população em geral do mundo todo, mas é na população idosa, acima de 60 anos, que se encontra com maior frequência.

Romaldini (2004) e Li et al. (2017) definem o hipotireoidismo subclínico (*subclinical hypothyroidism* – SCH) como situação em que um indivíduo apresenta índices normais do hormônio tiroxina livre (*free thyroxine* – FT4) com um concomitante aumento do hormônio tireoideo-estimulante (*thyroid-stimulating hormone* – TSH) sérico, em que o SCH pode ser considerado leve ($TSH \leq 10$ mIU/L) ou grave ($TSH > 10$ mIU/L). Stott et al. (2017) citam, em recente estudo, que entre 8% e 18% dos adultos com 65 anos de idade ou mais têm essas características bioquímicas, sendo que a prevalência é maior entre mulheres do que entre homens. Importante ressaltar que estes mesmos autores apontam que o SCH é um possível contribuinte para muitos dos problemas encontrados nas pessoas idosas (STOTT et al., 2017). Os hormônios tireoidianos têm múltiplos efeitos, uma vez que atuam como fator regulador essencial de vários órgãos e sistemas, entre eles a rede vascular e o coração, o cérebro (incluindo a cognição), o músculo esquelético e o osso. O cansaço é o sintoma mais importante do SCH, embora a maioria dos pacientes com esta patologia não apresente sintomas ou tenha sintomas inespecíficos. Há também convincente associação epidemiológica do SCH com a doença coronariana.

Além disso, destaca-se que a fragilidade, prevalente na população idosa, está associada a um declínio funcional de múltiplos sistemas fisiológicos. Bertoli et al. (2017), em recente estudo, objetivaram avaliar possíveis alterações hormonais da glândula tireoide em idosos frágeis e sua relação com a fragilidade.

A população estudada foi composta por 112 indivíduos idosos: 62 foram hospitalizados após fratura de quadril e 50 controles foram ambulatoriais. Os resultados apresentaram diminuição significativa do hormônio triiodotironina livre (*free triiodothyronine hormone* – FT3) no grupo de idosos com fratura quando comparado ao grupo-controle, correlacionando-o com o *score* de fragilidade. A concentração dos hormônios FT4 e TSH não apresentou diferença entre os grupos. Desta forma, os autores concluíram que a medição de FT3 pode ser um parâmetro laboratorial útil, desempenhando papel importante na identificação da vulnerabilidade e na quantificação da condição de fragilidade em idosos.

Há de se destacar ainda que os idosos apresentam alterações nos padrões neuroendócrinos relacionados com o sono, principalmente pela diminuição da liberação do GH e pelo aumento da atividade do eixo hipotálamo-pituitária-adrenal (HPA), o que resulta em maior secreção de glicocorticoides, em especial o cortisol. Popp et al. (2015) apontam que o hipercortisolismo noturno em indivíduos idosos, resultado da alteração de controle nervoso central na atividade do eixo HPA, está associado a vários distúrbios, como o sobrepeso/obesidade, a depressão e algumas deficiências cognitivas nesta população específica. Contudo, Heaney, Phillips e Carroll (2010) relatam, em estudo desenvolvido com 24 jovens e 48 idosos, que o ritmo diurno e a resposta ao despertar do cortisol salivar são significativamente reduzidos nos idosos, além de apontarem que as associações entre ansiedade, depressão e suporte social e o cortisol diurno variam com a idade.

Embora existam evidências de que uma alteração do funcionamento do eixo HPA em idade avançada poderia levar à síntese e secreção de cortisol cronicamente elevado, postulando efeitos deletérios em estruturas cerebrais específicas, tais como o hipocampo (LANDFIELD et al., 2007), Cox et al. (2017), em recente estudo envolvendo 88 homens com média de 73 anos de idade, afirmam que a hipótese do aparecimento destes efeitos na região encefálica causados por excesso de cortisol entre humanos idosos

é inconclusiva. Todavia, é importante ressaltar que os pacientes com síndrome de Cushing (cuja característica principal é excesso crônico de cortisol) exibem, segundo Toffanin et al. (2011), redução de volume do hipocampo associada à atrofia cerebral geral.

É evidente, pelo já exposto, que o envelhecimento está associado a diversas alterações fisiológicas, resultando em modificações metabólicas e na composição corporal, podendo indicar aumento da massa de gordura e diminuição da massa magra, sobretudo a muscular. Ademais, sabe-se que a obesidade é uma patologia vinculada, entre outros mecanismos, ao aumento da resposta inflamatória crônica, caracterizada pela síntese e secreção irregulares de citocinas relacionadas às vias de sinalização pró-inflamatórias. Diversos estudos apontam que a presença de inflamação de baixa intensidade, como a oriunda da obesidade, subsidiada pelas concentrações modificadas de alguns fatores inflamatórios, como o aumento de TNF- α , IL-6 (LEONARD; TOBIN; FINDLAY, 2017; MAZUR-BIALY; POCHEĆ, 2017) e proteína C reativa (WANG et al., 2017; ZHENG et al., 2015), é capaz de minimizar a ação da insulina, resultando na conhecida resistência periférica à insulina (RPI).

Importante ressaltar que a expansão da massa gorda no idoso resulta no aumento da concentração plasmática de uma importante adipocina: o hormônio leptina. Uma das ações deste hormônio, segundo Scheen (2005), é a de diminuir a captação de glicose mediada pela ação da insulina. Portanto, segundo Carvalho et al. (1996), o envelhecimento apresenta alta correlação com o surgimento da RPI, estado que proporciona risco maior para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares e diabetes. Ademais, considerando que a insulina é um primeiro mensageiro importante na sinalização da via anabólica proteica muscular, a RPI predominante em idosos que apresentam sobrepeso e obesidade pode estimular o catabolismo muscular, processo associado ao desenvolvimento da sarcopenia, amplamente observada nesta população.

Quanto à relação entre secreção de insulina e envelhecimento, Scheen (2005) aponta a ocorrência de várias anormalidades, como aumento da deposição de amiloide e diminuição da secreção de amilina, diminuição da pulsatilidade da secreção de insulina, diminuição da sensibilidade à insulina das células beta pancreáticas aos hormônios intestinais insulino-trópicos e diminuição da resposta insulínica às moléculas que não sejam a de glicose, tais como a arginina, todas indicando uma diminuição na secreção insulínica. Adicionalmente, Almeida (2012), em sua tese de doutorado intitulada *Desidroepiandrosterona (DHEA) e envelhecimento: mecanismos celulares do efeito potencializador sobre a secreção de insulina*, relata que o DHEA exerce efeito importante no controle da secreção insulínica, sobretudo pelo fato de minimizar o processo apoptótico nas células beta das Ilhotas de Langerhans pancreáticas. Em função do processo de envelhecimento impactar negativamente a produção de DHEA, como já abordado neste capítulo, fica evidente o efeito importante do envelhecimento na diminuição da secreção do hormônio insulina por esta via de estimulação.

A literatura acadêmica está repleta de estudos que relatam a prática aguda e crônica do exercício físico como estratégia não farmacológica para abolir, mesmo que parcialmente, os efeitos deletérios do envelhecimento no sistema endócrino do indivíduo. Entendendo que o sistema endócrino, sobretudo em função da síntese e secreção dos hormônios, é protagonista no comando fisiológico orgânico, fica evidente que o exercício tem papel destacado na prevenção e, até, no tratamento de possíveis acometimentos oriundos do efeito do envelhecimento neste sistema funcional.

3.3 Sistema cardiorrespiratório e envelhecimento

Embora o sistema cardiorrespiratório (SCR) seja reconhecido como um sistema fisiológico único, sobretudo no que concerne a captação, transporte e utilização de oxigênio (O_2) e captação, transporte e excreção de dióxido de carbono (CO_2), é evidente

que, tanto do ponto de vista anatômico quanto funcional, o SCR é constituído por dois sistemas específicos, com estruturas anatômicas e atividades fisiológicas diferentes: os sistemas cardiovascular (SCV) e respiratório (SR). Assim sendo, este segmento do capítulo tem por objetivo evidenciar possíveis alterações que o processo de envelhecimento poderia promover no SCV e SR, o que impactaria significativamente o funcionamento do SCR.

Segundo Fleg e Strait (2012), ao estudar os efeitos do envelhecimento no SCV, é importante não considerar o coração como um órgão isolado, uma vez que está associado a um amplo sistema vascular. Os autores ainda relatam que muitos pesquisadores apontam que o maior fator de risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares é o envelhecimento das estruturas teciduais vasculares (principalmente das artérias), associado ao processo de envelhecimento cronológico do indivíduo. Os vasos sanguíneos, ao invés de atuarem como simples e rígidos condutores de fluxo sanguíneo, são estruturas dinâmicas que se adaptam, reparam, remodelam e gerenciam suas propriedades estruturais e funcionais, usando vias de sinalização complexas em resposta à carga, ao estresse e, também, ao envelhecimento.

Dentre as várias alterações estruturais que ocorrem no sistema arterial associadas ao envelhecimento, Lakatta, Wang e Najjar (2009) destacam o espessamento e a dilatação de grandes artérias. Gerstenblith et al. (1977), em estudo clássico da área de ecocardiografia que envolveu amostra de 105 homens entre 25 e 84 anos de idade, relatam que a raiz da aorta dilata-se moderadamente com o envelhecimento, aproximando-se de 6% entre a quarta e a oitava décadas de vida (Tabela 2). Tal dilatação da raiz aórtica proporciona um estímulo adicional para a hipertrofia do ventrículo esquerdo (VE), uma vez que o maior volume de sangue na aorta proximal leva a maior carga inercial contra a qual o coração senescente deve bombear. Os relatórios de autópsia publicados já em 1910 descreveram o espessamento aórtico associado à idade. Além disso, Nagai et al. (1998), utilizando

imagens de ultrassom, demonstraram que a espessura da camada íntima-média da artéria carótida aumenta quase três vezes em indivíduos aparentemente saudáveis com idades entre 20 e 90 anos.

A Tabela 2 indica algumas estruturas e respostas cardiovasculares que são alteradas com o envelhecimento (GERSTENBLITH et al., 1977).

Tabela 2 – Parâmetros ecocardiográficos em três grupos com idades diferentes (resultados: média ± desvio padrão).

	Grupo I	Grupo II	Grupo III
	(25 a 44 anos)	(45 a 64 anos)	(65 a 84 anos)
Valva mitral E-Fslope (mm/s)	102,3 ± 3,7 (52)	79,0 ± 3,8 (35)*	67,1 ± 5,2 (18)†
Artéria aorta – raiz (mm)	30,9 ± 0,6 (45)	32,0 ± 0,6 (34)	32,9 ± 0,8 (17)
Espessura da parede do ventrículo esquerdo (mm)			
Sistólica	15,4 ± 0,5 (33)	17,6 ± 0,7 (15)	18,8 ± 0,6 (12)*
Diastólica	8,7 ± 0,3 (33)	9,8 ± 0,5 (16)	10,7 ± 0,5 (13)*
Dimensão do ventrículo esquerdo (mm)			
Sistólica	34,4 ± 1,1 (37)	32,1 ± 0,89 (17)	32,1 ± 1,4 (11)
Diastólica	51,8 ± 1,03 (37)	50,8 ± 1,3 (17)	51,2 ± 1,4 (11)
Velocidade de encurtamento circunferencial da fibra (circ/s)	1,17 ± 0,04 (37)	1,23 ± 0,04 (17)	1,30 ± 0,08 (11)

Fonte: Adaptado de Gerstenblith et al., 1977.

Notas: *: p < 0,01 quando comparado com o Grupo I; †: p < 0,01 quando comparado com o Grupo I.

Postula-se também que o envelhecimento está associado a diversas outras alterações estruturais e funcionais da parede arterial (hipertrofia, acúmulo de matriz extracelular, depósitos de cálcio) e do endotélio vascular (aumento do estresse oxidativo e ativação do fator nuclear kappa beta (*nuclear factor kappa beta* – NFκB), diminuição na liberação de vasodilatadores e aumento da síntese de vasoconstritores), que estão diretamente ligadas ao aumento da rigidez vascular (UNGVARI et al., 2010). A Figura 9 mostra um esquema das vias que contribuem para o estresse oxidativo celular e para a ativação de NFκB em células endoteliais envelhecidas, mecanismos que resultam em alteração da estrutura e funcionamento da parede vascular.

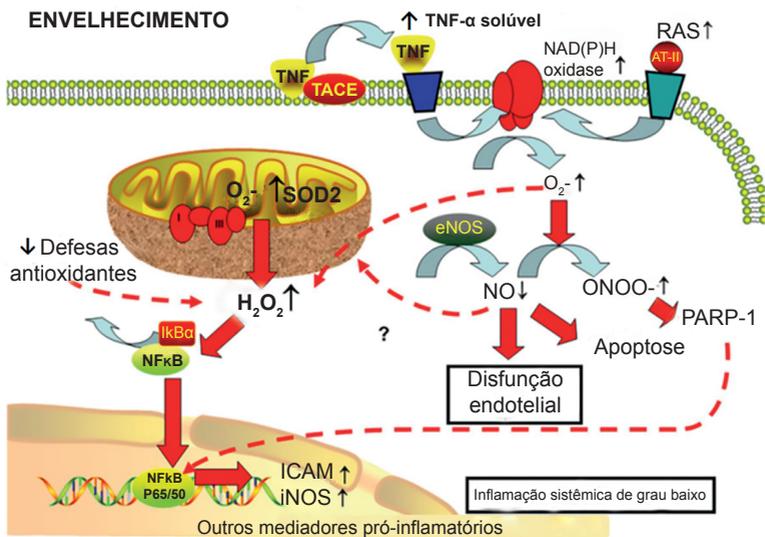


Figura 9 – Envelhecimento e vias que contribuem para estresse oxidativo celular e ativação de NFκB em células endoteliais vasculares.

Fonte: Adaptado de Ungvari et al., 2010.

*Notas: O₂⁻: anion superóxido; H₂O₂: peróxido de hidrogênio; RAS: sistema renina-angiotensina; NO: óxido nítrico; ONOO⁻: peroxinitrito;

PARP-1: poli (ADP-ribose) polimerase; **eNOS:** óxido nítrico sintase endotelial; **iNOS:** óxido nítrico sintase induzível; **ICAM:** moléculas de adesão intercelular. Nas células endoteliais envelhecidas, o excesso de O_2^- gerado pela cadeia de transporte de elétrons é desmutado para H_2O_2 que, ao penetrar pela membrana mitocondrial, aumenta a concentração de H_2O_2 citoplasmática. A molécula H_2O_2 contribui para a ativação de NFkB, resultando em uma alteração no perfil de expressão gênica pró-inflamatória no endotélio vascular. O envelhecimento também está associado ao aumento da expressão do TNF- α ligado à membrana, aumentando os níveis de TNF- α na parede vascular devido à ação da enzima conversora de TNF- α (TACE). Nas células endoteliais envelhecidas, os níveis aumentados de O_2^- , gerados pela enzima NAD(P)H oxidase (estimulada por níveis elevados de TNF- α e/ou pelo RAS local, ativado na parede vascular), diminuem a biodisponibilidade do NO ao formar ONOO $^-$. A ausência de NO leva à disfunção vasodilatadora e promove a apoptose endotelial, enquanto o estresse nitrativo e a elevada concentração de H_2O_2 levam à ativação da PARP-1, contribuindo para a transcrição gênica dependente de NFkB. Isto posto, ressalta-se que o processo de envelhecimento está relacionado ao aumento do estresse oxidativo e a inflamação vascular crônica de baixo grau, situações que elevam o risco de desenvolvimento de doenças vasculares nos pacientes idosos.

Ademais, Lakatta e Levy (2003) apontam que o colágeno e a elastina proporcionam resistência e elasticidade, respectivamente, da parede arterial e são normalmente estabilizados por reticulação enzimática. Com o envelhecimento ocorrem, na camada mediana, aumento no conteúdo de colágeno, reticulação de colágeno e desgaste das fibrilas de elastina, respostas que reduzem a distensibilidade arterial com conseqüente aumento da rigidez. Semba et al. (2009) indicam que a ocorrência de reticulação irreversível não enzimática à base de glicação do colágeno, formando os produtos finais de glicação avançada (*advanced glycation end products* – AGE), aumenta com a idade e está associada a maior rigidez arterial em idosos. Kotsis et al. (2017), em recente estudo de revisão, indicam que a arteriosclerose, mensurada a partir da velocidade de onda de pulso (*pulse wave*

velocity – PWV), está diretamente ligada a redução da elasticidade arterial, impactando no aparecimento de eventos cardiovasculares futuros. Prasad e Mishra (2017), também em recente estudo, indicam grande relação entre o aumento das AGE e o quadro de hipertensão arterial sistêmica (HAS), o que permite associar, entre os diversos fatores já elencados, que o aumento das AGE nos idosos favorece o surgimento da HAS nesta faixa etária.

O endotélio, por meio da secreção do NO e da endotelina-1, é considerado um poderoso regulador do tônus vascular. A disfunção endotelial foi identificada em uma série de distúrbios cardiovasculares, incluindo hipertensão, hipercolesterolemia e aterosclerose coronária e periférica. Lakatta e Levy (2003) apontam que o envelhecimento está associado a uma redução da vasodilatação dependente do endotélio e, por consequência, à redução da produção de NO. Cernadas et al. (1998) relatam que a síntese e secreção de NO diminuem com o envelhecimento, provavelmente em função de um declínio da atividade eNOS. Por outro lado, há um aumento de 1.000 vezes na concentração plasmática de Ang-II, bem como um aumento significativo da sinalização de Ang-II em paredes arteriais envelhecidas (WANG; MONTICONE; LAKATTA, 2010), situações que desempenham papel central no envelhecimento arterial em função do potente efeito vasoconstritor e motogênico da Ang-II. Em adição, Meyer et al. (2014), a partir de pesquisa experimental comparando ratos jovens e velhos, observaram que a endotelina-1, mas não a Ang-II, contribuiu significativamente para o envelhecimento funcional das artérias carótidas.

Quanto à massa do VE, parece que a interpretação das mudanças induzidas pelo envelhecimento sofreu grande alteração nos últimos anos. Historicamente, estudos como o de Levy (1988), desenvolvido com 4.976 participantes com idade entre 17 e 90 anos, relataram que a massa cardíaca aumentava significativamente com o envelhecimento. No entanto, estudo posterior utilizando autópsia de pacientes hospitalizados livres de patologias cardíacas encontrou diminuição associada à idade na massa cardíaca de

homens e nenhuma mudança em mulheres (OLIVETTI et al., 1995). Na evolução cronológica, os estudos têm recebido suporte de mensurações baseadas em ressonância magnética (HEES et al., 2002) e em ecocardiográficos tridimensionais. Com base nesses estudos mais atuais, parece que o envelhecimento, nos indivíduos livres de doenças cardíacas, não promove alteração na massa do VE de mulheres, embora nos homens, contrário aos conceitos abordados anteriormente, estimule a diminuição.

Apesar da ausência de aumento da massa do VE com o envelhecimento, Hees et al. (2002) relatam a ocorrência de aumento significativo na espessura do miocárdio, sobretudo pela hipertrofia da fibra muscular estriada cardíaca. No entanto, Cheng et al. (2009), utilizando-se da técnica de ressonância magnética cardíaca em 5.004 voluntários aparentemente saudáveis, observaram declínio relacionado com a idade nos volumes diastólico e sistólico do VE, assim como no aumento da proporção massa/volume do VE em ambos os gêneros.

Quanto ao SR, postula-se que seja aquele que envelhece mais rapidamente no organismo humano, sobretudo em função da constante exposição a poluentes ambientais no decorrer dos anos. Além desta exposição “crônica”, os efeitos do envelhecimento podem promover alterações significativas na função pulmonar de homens (KEIR et al., 2016) e mulheres (KEIR et al., 2016; TRIEBNER et al., 2017), resultando em disfunções respiratórias e alta taxa de mortalidade.

Segundo estudo de Janssens, Pache e Nicod (1999), intitulado “Physiological changes in respiratory function associated with ageing”, o processo de envelhecimento promove alterações estruturais e funcionais nos pulmões, na caixa torácica, na musculatura ventilatória e no *drive* respiratório do indivíduo idoso, além de mudanças nos centros respiratórios e quimiorreceptores. Os mesmos autores citam que a perda de elasticidade, com consequente diminuição da complacência pulmonar, é uma alteração estrutural predominante na população idosa.

Os músculos respiratórios, como citado anteriormente, sofrem modificações importantes oriundas do processo de envelhecimento, incluindo a hipotrofia muscular e a capacidade reduzida de placas motoras na região. Ressalta-se o estudo de Polkey et al. (1997), que aponta, nos idosos, redução de até 25% na força do músculo diafragma.

Além disto, Ruivo et al. (2009) citam que o envelhecimento impacta o SR por, também, favorecer menor resistência dos bronquíolos e ruptura dos septos interalveolares, o que resulta em fusão alveolar, promovendo assim a diminuição do número de alvéolos e da superfície ventilatória total em conjunto com o aumento do volume residual (VR). E por citar o VR, é importante ressaltar que a função pulmonar depende, entre outras, de algumas variáveis relacionadas a: (1) fluxo dinâmico, tais como volume expiratório forçado em um segundo (FEV-1), capacidade vital forçada (CVF), ventilação voluntária máxima (VVM) e a relação FEV-1/CVF (conhecida como índice de Tiffeneau); e (2) volumes e capacidades pulmonares, tais como volume corrente (VC), volume de reserva inspiratório (VRI), volume de reserva expiratório (VRE), VR, capacidade pulmonar total (CPT), capacidade vital lenta (CVL), capacidade inspiratória (CI) e capacidade residual funcional (CRF).

Sharma e Goodwin (2006) relatam que os pulmões passam pela fase de crescimento e maturação durante as duas primeiras décadas de vida e atingem a condição funcional máxima em torno dos 20 anos nas mulheres e dos 25 anos nos homens. Destaca-se que, até os 35 anos, a FEV-1 permanece praticamente estável, iniciando importante declínio após esta idade. A taxa estimada de declínio do FEV-1 é de 25-30 mL/ano a partir dos 35-40 anos, podendo dobrar para 60 mL/ano após os 70 anos de idade (Gráfico 4).

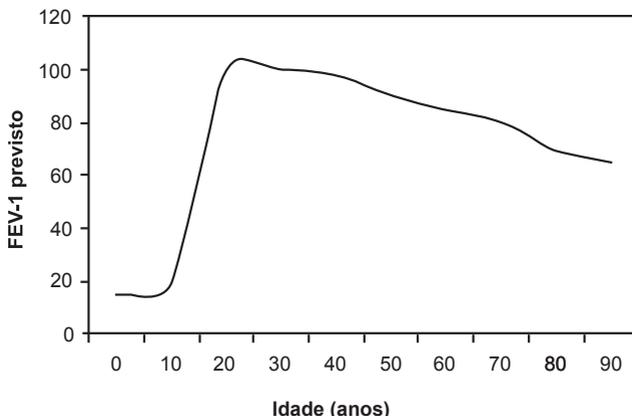


Gráfico 4 – Declínio do volume expiratório forçado em um segundo (FEV-1) em relação a idade (percentual de previsão tendo como base o máximo atingido aos 20 anos).

Fonte: Adaptado de Sharma e Goodwin, 2006.

Ruivo et al. (2009) apontam que, com o processo de envelhecimento, a CV sofre redução entre 25% e 40%, auxiliando substancialmente em queda do índice de Tiffeneau que, aos 65 anos de idade, atingiria em torno de 73% dos valores obtidos na idade adulta jovem. Ademais, os autores indicam que o idoso apresenta importante e acentuada diminuição na VVM, relacionando-a, entre outros motivos, com possível nutrição inadequada, que causaria fadiga na musculatura inspiratória e expiratória, alterando a mecânica ventilatória.

Outra variável que sofre importante alteração no processo de envelhecimento é o consumo máximo de oxigênio (VO_2 máx). Em recente estudo com uma amostra expressiva, Souza e Silva et al. (2016) indicam claramente que, tanto nos valores de VO_2 máx estimados quanto nos valores de VO_2 máx mensurados, ocorre significativa redução desta variável em homens e mulheres idosos (acima de 60 anos), quando comparados a homens e mulheres de meia-idade (de 35 a 60 anos) e jovens (de 18 a 35 anos de idade). O Gráfico 5 indica estas comparações.

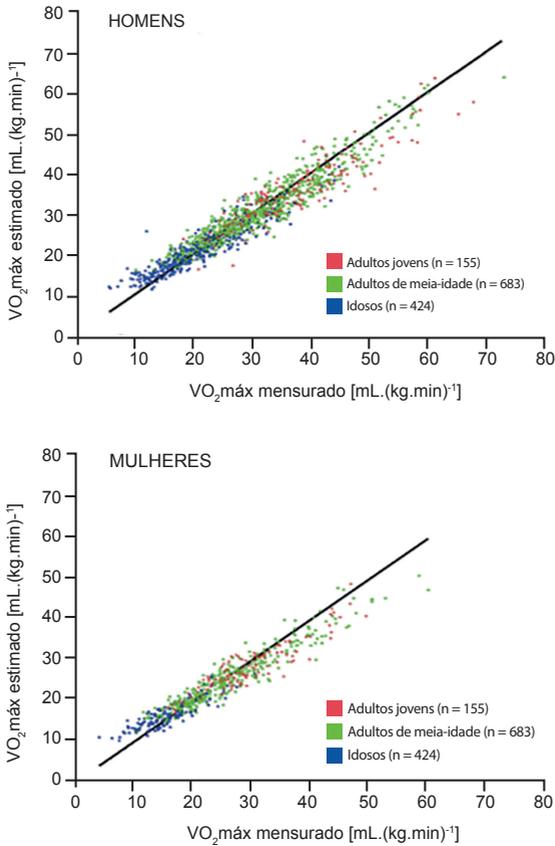


Gráfico 5 – Valores de VO₂máx medidos e estimados em homens e mulheres de três grupos etários: adultos jovens, adultos de meia-idade e idosos. VO₂máx expresso em mL(kg.min)⁻¹.

Fonte: Adaptado de Souza e Silva et al., 2016.

No que concerne aos valores absolutos e relativos de VO₂máx da população idosa quando comparados aos da população adulta jovem, Loe et al. (2013), em relevante estudo com a população norueguesa (que pode ser extrapolado para a população mundial, se não quanto aos valores relativos e absolutos,

quanto à porcentagem de declínio), apontam que o processo de envelhecimento impacta negativamente tanto nos valores absolutos (expressos em $L \cdot \text{min}^{-1}$) quanto nos valores relativos (expresso em $\text{mL} \cdot (\text{kg} \cdot \text{min})^{-1}$ ou $\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) desta variável em homens e mulheres. O Gráfico 6 mostra a relação entre o envelhecimento e o declínio destes valores do VO_2 máx.

Impossível não destacar, no que tange às patologias do SR associadas ao envelhecimento, a pneumonia. Yanagi et al. (2017) citam que a pneumonia gera impactos negativos consideráveis sobre os idosos. Apesar da utilização generalizada de vacinas e antibióticos apropriados contra esta patologia, a morbidade e a mortalidade em idosos são significativamente mais elevadas quando comparadas às populações mais jovens. Os autores citam que a inflamação crônica de baixo grau, associada ao envelhecimento, promove aumento na suscetibilidade e gravidade da pneumonia nos idosos. Ademais, a senescência celular, um dos principais impactos causados pelo processo de envelhecimento no SR, apresenta suas próprias peculiaridades, como a parada do crescimento celular e a alteração do fenótipo secretor associado ao estado senescente (Sasp). Estas propriedades seriam benéficas se a sequência de senescência-*clearance*-regeneração ocorresse de maneira transitória. Contudo, a persistência do acúmulo de células senescentes em conjunto com o Sasp excessivo podem induzir uma inflamação de baixo grau sustentada com grande perturbação do microambiente nos diversos tecidos, inclusive os inseridos no SR, característica relacionada ao envelhecimento.

Os mesmos autores indicam que a senescência celular é considerada um “componente-chave” na patogênese da doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) e da fibrose pulmonar idiopática (FPI), doenças conhecidas por estar relacionadas com o envelhecimento e, concomitantemente, com o aumento do risco de pneumonia (YANAGI et al., 2017). Além de promover colapsos estruturais, as DPOC e FPI podem aumentar a vulnerabilidade a patógenos na população idosa, sobretudo por meio da Sasp.

A Figura 10 é um diagrama com objetivo de apontar estas relações.

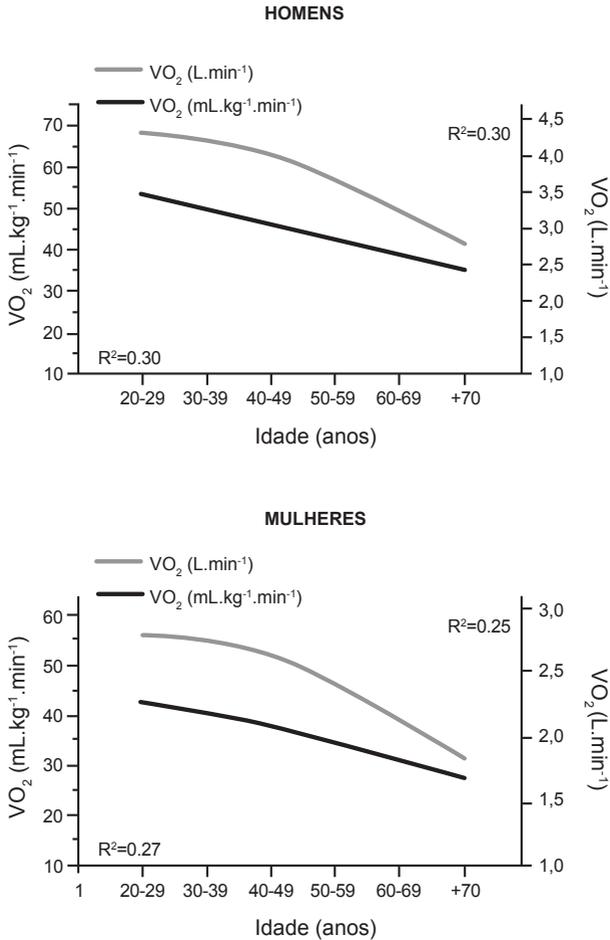


Gráfico 6 – Envelhecimento e declínio de valores absolutos (linha cinza) e relativos (linha preta) do consumo máximo de oxigênio (VO₂máx) em homens e mulheres entre 20 e 90 anos de idade. VO₂máx absoluto expresso em L.min⁻¹ e VO₂máx relativo expresso em mL.kg⁻¹.min⁻¹.

Fonte: Adaptado de Loe et al., 2013.

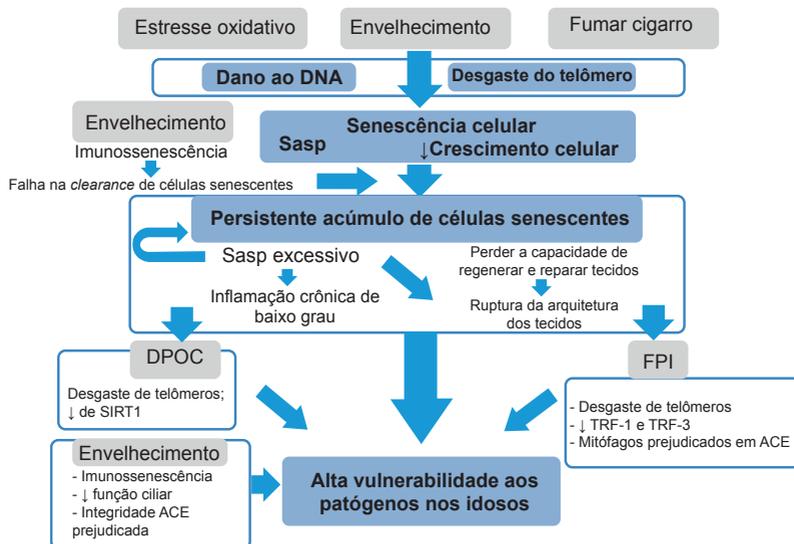


Figura 10 – O diagrama mostra a correlação entre o envelhecimento e senescência celular, doença pulmonar obstrutiva crônica, fibrose pulmonar idiopática e pneumonia em idosos.

Fonte: Adaptado de Yanagi et al., 2017.

*Notas: **Sasp**: fenótipo secretor associado ao estado senescente; **DPOC**: doença pulmonar obstrutiva crônica; **FPI**: fibrose pulmonar idiopática; **AEC**: célula epitelial alveolar; **SIRT1**: Sirtuin 1; **TRF**: fator de ligação do telômero repetido.

Como citado nas seções sobre as relações dos sistemas imune e endócrino com o envelhecimento, a literatura acadêmica também está repleta de estudos que relatam a prática aguda e crônica do exercício físico como estratégia não farmacológica para suprimir, mesmo que parcialmente, os efeitos danosos do envelhecimento sobre o sistema cardiorrespiratório do indivíduo, inclusive respeitando as “individualidades” anatômicas e fisiológicas dos sistemas cardiovascular e respiratório. Entendendo que o sistema cardiorrespiratório é protagonista de funções importantes,

como o fluxo sanguíneo e a permuta gasosa, além de tudo o que advém destas funções e está relacionado a elas, fica evidente que o exercício tem papel destacado na prevenção e, até, no tratamento de possíveis acometimentos oriundos do efeito do envelhecimento neste sistema funcional. Mais informações sobre a relação do exercício físico com o sistema cardiorrespiratório na população idosa serão abordadas em capítulos posteriores.

4. Fisiologia neuromuscular, composição corporal, sarcopenia e envelhecimento

Prof. Dr. Ismael Forte Freitas Júnior

Prof. Dr. Luis Alberto Gobbo

As alterações morfológicas percebidas ao longo do envelhecimento são em parte a redução do componente magro, sobretudo da massa musculoesquelética, e o aumento da gordura corporal. Neste sentido, além das mudanças dos valores absolutos dos respectivos componentes, alterações relativas são identificadas também, causando um desequilíbrio no corpo, em especial a menor proporção do tecido magro. Associada à redução desse tecido, a diminuição da força muscular e, como consequência, o baixo desempenho físico são evidenciados. Nesta condição de alteração morfofisiológica, a sarcopenia é apresentada (CRUZ-JENTOFT et al., 2010) e, quando associada ao excesso de gordura corporal, é denominada “obesidade sarcopênica” (GADELHA et al., 2014).

A Organização Mundial da Saúde estima que a sarcopenia afeta um número aproximado de 50 milhões de pessoas, e que pode chegar a 200 milhões nos próximos 40 anos (CRUZ-JENTOFT et al., 2010). Em idosos com idade entre 60 e 80 anos, a incidência de sarcopenia pode variar, segundo diferentes estudos, diagnósticos e critérios, de 6% a 36% (BAUMGARTNER et al., 1998; JANSSEN et al., 2004a; NEWMAN et al., 2003), com valores próximos a 60% quando a população estudada tem idade superior a 80 anos (BAUMGARTNER et al., 1998; MORLEY, 2008). Por outro lado, a prevalência de obesidade sarcopênica é menor, entre 2% e 7% em homens e mulheres com idade entre 60 e 79 anos, aumentando para 10% em idosos com idade superior a 80 anos. Entretanto, esta última condição clínica é mais grave em termos de incapacidade funcional (HWANG et al., 2012).

Tanto sarcopenia quanto obesidade sarcopênica estão associadas a condições crônicas significantes (CHIN et al., 2013; ZAMBONI et al., 2008), limitação física (CHIEN; KUO; WU, 2010; DUFOUR et al., 2013; ROLLAND et al., 2009) e incapacidade funcional (TANIMOTO et al., 2012, 2013). São ainda a variável mais importante no ciclo da fragilidade, condição altamente prevalente em idosos e que causa aumento do risco de quedas e fraturas, dependência para realização das atividades da vida diária (AVD) e aumento da necessidade de internações e da utilização de serviços de saúde (CRUZ-JENTOFT et al., 2010).

A sarcopenia pode ser considerada um agravante somente se estiver associada a alguma limitação física, pelo fato de a redução da massa magra ser uma condição inerente ao envelhecimento (SILVA et al., 2006). Neste sentido, diferentes definições e critérios têm sido propostos para o diagnóstico deste evento clínico (CRUZ-JENTOFT et al., 2010; FIELDING et al., 2011; MORLEY et al., 2011). Essas definições reconhecem que a sarcopenia é multidimensional e ocorre por meio de um processo contínuo, variando em estágios de gravidade.

A classificação dada pelo European Working Group on Sarcopenia in Older People define a sarcopenia em três estágios: pré-sarcopenia (baixa massa magra); sarcopenia (baixa massa magra com baixa força muscular ou baixo desempenho físico); e sarcopenia severa (baixa massa magra, baixa força muscular e baixo desempenho físico) (CRUZ-JENTOFT et al., 2010). Esta definição é atualmente uma das mais utilizadas pela literatura nacional e internacional.

O desenvolvimento da sarcopenia parece decorrer de redução numérica de motoneurônios, atrofia das fibras musculares (principalmente do tipo II), aumento de adipocitocinas pró-inflamatórias e alterações da ingestão proteico-calórica, que ocorrem durante o envelhecimento (DOHERTY, 2003; PIERINE; NICOLA; OLIVEIRA, 2009). O aumento dos níveis de adipocitocinas pró-inflamatórias, produzidas pelo tecido adiposo e

liberadas na corrente sanguínea, como o fator de necrose tumoral- α (TNF- α) e a interleucina 6 (IL-6), está associado à ocorrência de doenças cardiometabólicas e incapacidade funcional (MICHAUD et al., 2013). Todos os mecanismos e causas que fazem com que a inflamação leve à incapacidade ainda não foram evidenciados. No entanto, sugere-se que as adipocitocinas pró-inflamatórias podem causar um declínio do funcionamento físico por meio dos seus efeitos catabólicos no músculo, uma vez que essas substâncias aumentam a degradação de proteínas miofibrilares e diminuem a síntese de proteínas (MICHAUD et al., 2013).

O processo de sarcopenia que ocorre na massa muscular com o envelhecimento pode ser mais bem visualizado na Figura 11.

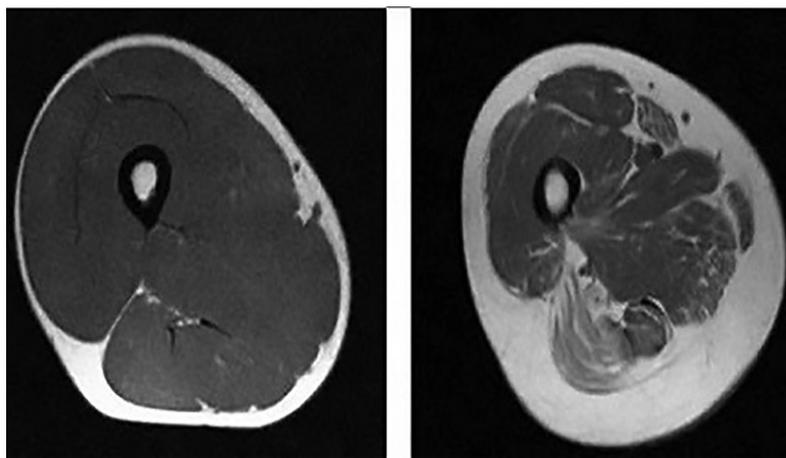


Figura 11 – Tecido com quantidade normal de músculo e gordura (esquerda) e com quantidade baixa de músculo e excessiva de gordura (direita), caracterizando sarcopenia.

Fonte: <https://bit.ly/2ANTIzg>

Na coexistência de sarcopenia e obesidade, observa-se predisposição à infiltração de gordura no músculo, mediada pela

liberação das adipocitocinas pró-inflamatórias, que, por sua vez, podem agravar o quadro da sarcopenia, maximizando a perda muscular e gerando um ciclo vicioso, que leva a maiores ganhos de gordura e reduções de massa magra, até que a incapacidade e o desenvolvimento de doenças se estabeleçam (MARGUTTI; SCHUCH; SCHWANKE, 2017). Obesidade e sarcopenia também reforçam uma à outra em aspectos comportamentais, uma vez que com o envelhecimento os indivíduos diminuem o nível de atividade física, reduzindo o efeito de manutenção e melhora da função musculoesquelética, e ao mesmo tempo também se predispõem ao aumento da ingestão calórica e balanço energético positivo (BINKLEY; KRUEGER; BUEHRING, 2013; GADELHA et al., 2014; ROUBENOFF, 2004).

Contudo, foi observado que o músculo também exerce função endócrina e produz citocinas, como a IL-6 e interleucina 15 (IL-15), durante a prática de atividade física. Essas substâncias são denominadas miocinas e podem influenciar o metabolismo em outros órgãos e tecidos – neste caso, elas agem de forma anti-inflamatória (PEDERSEN, 2011; PEDERSEN; FEBBRAIO, 2012). Quando a IL-6 é produzida pelo tecido adiposo, existe a condução de uma resposta inflamatória, enquanto as células musculares produzem e liberam IL-6 sem ativar as vias pró-inflamatórias clássicas. Assim, a IL-6 pode atuar como um agente pró-inflamatório ou anti-inflamatório, dependendo do local onde é sintetizada (músculo ou célula adiposa) (PEDERSEN, 2011). A investigação dos níveis plasmáticos de IL-15 em idosos é fundamental, pois ela possui potencial anabólico, capaz de inibir a degradação de proteínas musculares e, além disso, a IL-15 tem ação direta sobre os pré-adipócitos e diminui o armazenamento de gorduras no tecido adiposo (NIELSEN et al., 2008; PRATESI; TARANTINI; DI BARI, 2013). Sendo assim, a expressão aumentada de IL-15 após a atividade física pode contribuir para a manutenção da massa muscular e regulação de gordura, podendo prevenir a sarcopenia e obesidade sarcopênica.

Além da inatividade física, a baixa ingestão de proteínas também é outro fator comportamental que está associado à ocorrência de sarcopenia (ALEMAN-MATEO et al., 2012; DILLON et al., 2009; MARTIN et al., 2008; WALRAND et al., 2011). Considerando que o consumo adequado de proteína é essencial para manter a sua síntese no músculo e preservar a massa magra, recomenda-se ingestão diária entre 1,2 g/kg e 1,5 g/kg desse macronutriente para a prevenção da sarcopenia (MORLEY, 2008).

Os indivíduos mais velhos com maior nível de atividade física apresentam menor comprometimento da massa magra e risco de incapacidade física, uma vez que a prática regular de atividade física durante todas as fases da vida atenua a perda muscular (BENEDETTI et al., 2010; PÍCOLI; FIGUEIREDO; PATRIZZI, 2011) e contribui para a prevenção e o tratamento da sarcopenia (KIM; KIM; HWANG, 2013; MONTERO-FERNÁNDEZ; SERRA-REXACH, 2013; PILLARD et al., 2011), bem como das DCNT (FERNANDES et al., 2011; FERNANDES; ZANESCO, 2010; WILLIAMS; THOMPSON, 2013). Além disso, com a prática de atividade física ocorrem melhoras na função musculoesquelética, o que promove melhoria no desempenho físico, na realização das AVD e, conseqüentemente, na qualidade de vida durante o processo de envelhecimento (HASKELL et al., 2007).

5. Aspectos psicossociais do envelhecimento

Prof. Ms. Rodrigo Nuno Peiró Correia

5.1 Ocorrências no ciclo de vida do idoso

Com o avançar da idade, ocorrem significativas transformações nos indivíduos, definidas pelo processo de envelhecimento. É um processo inverso ao do desenvolvimento humano, ou seja, na infância ocorre anabolismo, na senescência, catabolismo, iniciando-se o declínio das aptidões e das capacidades funcionais na fase adulta e se prolongando durante o envelhecimento. O envelhecimento é caracterizado por diminuição das capacidades fisiológicas dos órgãos e dos sistemas, como também por dificuldade de adaptação a situações de estresse físico e psicológico. Este processo é progressivo, com consequências muitas vezes irreversíveis, e poderá resultar num aumento exponencial da probabilidade de morte com a idade, assim como o surgimento de doenças (PAPALIA, 2010).

Ainda, o envelhecimento primário é um processo gradual e inevitável de deterioração física que começa cedo e continua com o passar dos anos, não importando o que seja feito para evitá-lo. Ocorre de forma semelhante nos indivíduos da mesma espécie, de forma gradual e previsível. O indivíduo depende da influência de fatores determinantes para o envelhecimento, como estilo de vida (alimentação, acesso a educação e cultura e nível socioeconômico). O envelhecimento secundário é resultante de interações dos indivíduos com fatores extrínsecos e pode variar de acordo com o meio onde vivem, podendo ser controlados (como doenças, abusos e vícios). A individualidade biológica de cada ser humano determinará como este irá envelhecer; contudo, algumas variáveis como herança genética, estilo de vida e sexo

contribuirão para definir em que ritmo ocorrerá o envelhecimento (PAPALIA, 2010).

Na mesma linha de raciocínio, Shephard (2003) aponta que a categorização funcional do idoso não depende apenas da idade, mas também de sexo, estilo de vida, condições de saúde e fatores socioeconômicos, levando a crer que não há homogeneidade na população idosa. A idade funcional está intimamente ligada à idade subjetiva do indivíduo.

Aspectos como a prática regular de exercícios físicos, alimentação balanceada, viver em um ambiente saudável e os progressos nos campos da Medicina, Nutrição, Fisioterapia, Terapia Ocupacional e Educação Física estão influenciando significativamente o processo de envelhecimento. Intercorrências inevitáveis da idade avançada agora são vistas como parte do processo de envelhecer, resultantes do estilo de vida de cada indivíduo.

5.2 Desenvolvimento psicossocial

O desenvolvimento psicossocial é caracterizado por um estágio em que os indivíduos reavaliam suas vidas, procuram solucionar situações e/ou problemas não resolvidos e decidem a melhor maneira de passar seus dias restantes, direcionando suas atitudes para aquilo que consideram mais importante. Alguns procuram se dedicar às suas atividades favoritas e até mesmo “recuperar o tempo perdido” ao realizar coisas que não fizeram quando jovens.

A personalidade de cada indivíduo é distinta e influencia diretamente a tomada de decisão e as atitudes. Silva e Nakano (2011) destacam que a personalidade é composta por um conjunto de características psicológicas que marcam os padrões de pensar, sentir e agir, ou seja, atitudes e comportamentos típicos de cada ser humano. Segundo os mesmos autores, os traços da personalidade são mutáveis na terceira idade, podendo colaborar para o processo

adaptativo do envelhecimento, priorizando a longevidade e melhorando a saúde física e mental. Dois exemplos de traços da personalidade são a extroversão (personalidade expansiva e sociável, com elevados níveis de emoções positivas que se conservam ao longo da vida) e o neuroticismo (personalidades instáveis, suscetíveis, ansiosas e inquietas, que demonstram emoções negativas).

Os estudos de Erikson e Erikson (1998) demonstraram que pessoas da terceira idade possuem capacidade de aceitar a vida que se viveu sem arrependimentos, ou seja, aceitar suas imperfeições, bem como as da família, das amizades, do campo profissional e das relações afetivas. Para elas, a integridade deve ser mais importante que o desespero nesta fase da vida. Conforme os mesmos autores, algum desespero é inevitável pela vulnerabilidade da condição humana, mas, mesmo quando as funções do corpo enfraquecem, torna-se necessário manter um “envolvimento vital”, em que a integridade do ego resulta da reflexão sobre o passado de contínuos desafios e estímulos.

Coelho et al. (2013) citam autores que pesquisaram a teoria do desenvolvimento psicossocial:

A teoria do desenvolvimento psicossocial de Erikson (1976) destaca o crescimento psicológico em estágios ao longo de toda a vida do indivíduo, sendo que estes estágios sofrem influência da interação do indivíduo com seu meio (aspectos sociais e culturais). [...] Bengtson (1999) classificou a teoria, subdividindo-a em três gerações. A primeira geração de teoria teria como foco o próprio indivíduo, sobretudo, em relação a seu ajustamento no processo do envelhecimento. A segunda teoria destaca o envelhecimento em relação à estrutura macrossocial (a posição social do indivíduo em diferentes períodos da vida). Finalmente, a terceira teoria coloca em foco o modo com que os níveis micro (diferenças dos papéis frente às mudanças

vividas na mesma época) e macrossocial interação entre si (SIQUEIRA, 2002). (COELHO et al., 2013)

É importante destacar que

a vivência em grupo possibilita o aprendizado de formas de comunicação e regras para o convívio, assim como o conhecimento acerca de si e do mundo e a construção da própria identidade, permitindo assim que, dentre tantos contatos sociais, seja possível selecionar aqueles que garantem as experiências emocionais mais positivas. (ERBOLATO, 2006 apud COELHO et al., 2013).

5.3 Qualidade de vida, envelhecimento e estilo de vida ativo do idoso

Segundo Sharkey (2001), a qualidade de vida é influenciada pelo estilo de vida do indivíduo. Um estilo de vida saudável inclui exercício físico regular, assim como bons hábitos alimentares, horas adequadas de sono, controle de peso e baixo consumo de tabaco e álcool.

De acordo com Meirelles (2000), o conjunto de alterações funcionais e estruturais do organismo que se acumula de forma progressiva, especialmente em função da idade, prejudica o desempenho de habilidades motoras, dificultando a adaptação do indivíduo ao meio ambiente e desencadeando modificações de ordem social e psicológica. A maior parte do declínio da capacidade física dos idosos se deve à inatividade, à expectativa de enfermidade e ao tédio.

O processo de prevenção de doenças e de problemas funcionais que se manifestam com a idade pode ser auxiliado por mudanças no estilo de vida, prática regular de exercício físico e realização de dieta (BOUCHARD et al., 1993; SHEPHARD, 2003). Somado a estes fatores, são observados benefícios psicossociais

advindos do exercício físico, que são alívio da depressão, melhora da autoestima e aumento da autoconfiança (NERI, 2001).

Além disso, estudos realizados por Navega e Oishi (2007) mostraram que a realização de exercício físico pode melhorar a capacidade funcional, diminuir a dor e melhorar a qualidade de vida de indivíduos com osteoporose. Em uma das pesquisas, os autores obtiveram melhora da qualidade de vida de um grupo de mulheres que realizou um treinamento constituído de exercícios de flexibilidade, equilíbrio, coordenação, resistência e atividade aeróbia. Tais autores constataram, também, diminuição da dor e aumento da mobilidade e da capacidade funcional após submeterem indivíduos osteoporóticos a um programa de exercícios físicos. Desta forma, concluíram que a diminuição da capacidade funcional e maior nível de dor se relacionam diretamente à inatividade desencadeada pelo impacto psicológico ocasionado pelo diagnóstico de osteoporose, e não necessariamente a uma consequência física resultante da baixa densidade mineral óssea.

Em adição a estas evidências, um estudo realizado por Freitas et al. (2002) indicou que, com o avanço da idade, é comum os indivíduos apresentarem alterações posturais, de equilíbrio e de força muscular, predispondo-os a acidentes domésticos (quedas e fraturas). Contudo, uma das formas de minimizar essa perda decorrente do envelhecimento é a prática de exercícios físicos. Dados recentes indicam que a prática de exercício na adolescência e idade adulta contribui para amenizar futuras ocorrências de quedas, osteoporose e doenças crônicas na terceira idade.

A importância da prática mais vigorosa de exercício físico é mencionada por Brach et al. (2004), ao apontarem o fato de que indivíduos que praticavam exercícios de intensidades mais altas possuíam melhor função física do que aqueles que realizavam exercícios de menor intensidade, trazendo melhores benefícios para a capacidade física. Nesse sentido, é necessário estimular

mais a prática de exercício físico devidamente orientado por profissionais de Educação Física.

Uma pesquisa realizada por Matsudo, Matsudo e Barros Neto (2001) mostrou que a inatividade física pode antecipar e agravar o declínio decorrente do envelhecimento, se transformando em fator determinante para uma velhice mais complexa e prejudicando a qualidade de vida. Em decorrência deste processo, o idoso sofre declínio em sua capacidade funcional, o que contribui para a redução da sua capacidade para a realização das atividades de seu cotidiano. Portanto, a inserção do idoso em programas de exercício físico resulta em maior autonomia para a realização de suas tarefas rotineiras.

Alguns benefícios do exercício são evidentes pela sua forte relação com o bem-estar psicológico, comumente indicado por sentimentos de satisfação, felicidade e envolvimento. Com o envelhecimento e a diminuição da qualidade de vida, a procura pelo exercício físico aumenta. Os resultados adquiridos pela sua prática são gradativamente visíveis, de acordo com o período, a intensidade e o tempo da atividade, estabelecendo benefícios, de forma que ocorram melhoras em suas capacidades físicas e mentais, tais como melhora de resistência e força muscular, coordenação motora, equilíbrio, flexibilidade, sistema cardiorrespiratório, osteoarticulares, autoconfiança, autoestima e disposição (OKUMA, 2004).

Segundo Miranda (2009), o enfoque principal da prática de exercícios físicos regulares deve ser na promoção de saúde. Contudo, em indivíduos com patologias já instaladas, a prática de exercícios orientados pode ser muito importante para controlar a doença e evitar sua progressão.

No entanto, não são apenas patologias de ordem fisiológica que acometem os idosos. Elas podem ser de cunho psicológico, como ansiedade e depressão. Cheik et al. (2003 apud COELHO et al., 2013) realizaram um estudo cujo objetivo era:

avaliar a influência do exercício físico (programado e sistematizado) e da atividade física (atividade de lazer) na depressão e ansiedade de idosos. Os autores verificaram que os idosos que participavam do programa de lazer apresentaram uma tendência à redução nos escores indicativos para a ansiedade e depressão, respectivamente, porém os indivíduos praticantes de atividades de lazer ainda apresentavam traços indicativos de depressão moderada. Por outro lado, o grupo que realizava exercício físico apresentou menores escores indicativos para ansiedade e passaram da classificação de levemente deprimidos a não deprimidos. Os autores ainda relatam que tais benefícios podem estar associados a maior liberação de alguns neurotransmissores como a noradrenalina e a serotonina, e ativação de receptores específicos, uma vez que já está estabelecido na literatura a correlação entre alterações desses neurotransmissores e as patologias avaliadas.

Além disso, conforme apontamentos de Minayo, Hartz e Buss (2000), é importante destacar que além dos benefícios da prática do exercício físico regular evidenciados por diversas pesquisas, devemos considerar os valores não tangíveis (amor, liberdade, solidariedade, inserção social, realização pessoal e felicidade) como fatores determinantes para o alcance de melhor qualidade de vida no envelhecimento.

6. Avaliação funcional motora em idosos

Prof. Dr. Sebastião Gobbi

6.1 Introdução

A funcionalidade do ser humano é necessariamente multifatorial. Devido ao processo de envelhecimento ou fatores a ele associados, há declínio/mudança em algumas ou várias dimensões que condicionam/determinam a funcionalidade. Entre estas dimensões podemos citar visão, função dos segmentos corporais, nutrição, cognição, suporte social, inatividade/atividade física e outras. Assim, o atendimento adequado ao idoso em saúde deveria envolver avaliação, orientação e, quando for o caso, tratamento globais nestas dimensões. Obviamente, isto requer um trabalho multiprofissional, e o profissional de Educação Física, enquanto profissional inserido no setor da saúde, notadamente a partir de 2008, deve ser integrante imprescindível da equipe. Neste capítulo enfatizaremos a avaliação da funcionalidade motora como instrumental para a intervenção apropriada do profissional de Educação Física.

Particularmente em relação à Educação Física, a avaliação, de forma geral, é etapa imprescindível da prescrição de exercícios, destinada a inferir o estado momentâneo do cliente idoso em aspectos de interesse para a orientação profissional. Sem ela, o profissional de Educação Física não saberá as condições prévias e durante a implementação do programa de exercícios. Não sabe se os objetivos e metas estão sendo alcançados e se a prescrição está sendo eficiente.

Além disto, a avaliação constitui uma ferramenta de motivação para aderência ao programa de exercício, pois pode mostrar que o idoso apresenta melhoras e com isto aumentar sua confiança em obter sucesso, isto é, aumentar sua autoeficácia

(CRESS et al., 2006). Isto é particularmente importante no envelhecimento, pois este pode estar associado com a perda percebida de controle.

O uso de um calendário de avaliações, em conjunto com metas realistas, é um meio eficaz de o idoso monitorar suas melhoras e reforçar seu compromisso com o programa de exercícios, pois um *feedback* regular e preciso pode ajudar o idoso a desenvolver expectativa realista de seu próprio progresso. A observação de mudanças positivas e significativas no desempenho e o sucesso em alcançar as metas aumentam a aderência a programas de exercícios físicos em idosos (CRESS et al., 2006).

A avaliação funcional, como integrante das etapas de diagnóstico e de controle do processo de treinamento físico-motor, contribui para inferir e operacionalizar a aptidão/capacidade funcional do idoso em determinado momento. Contudo, deve ser ressaltado que ela é apenas uma das partes constituintes da avaliação física, recomendada pela Nota Técnica nº 2/2012 do Conselho Federal de Educação Física, que estabelece:

A avaliação física é um procedimento essencial do trabalho do profissional de Educação Física e objetiva reunir elementos para fundamentar a sua decisão sobre o método, tipo de exercício e demais procedimentos a serem adotados para prescrição de exercício físico e desportivo. A avaliação física deve ser ampla e sistemática, e de acordo com os objetivos e as características do beneficiário, pode ser composta por anamnese completa, análise dos fatores de risco para coronariopatia, classificação de risco, verificação dos principais sintomas ou sinais sugestivos de doença cardiovascular e pulmonar, medidas antropométricas, testes neuromotores, avaliação metabólica, avaliação cardiorrespiratória e avaliação postural. (CONFEE, 2012)

Assim, o objetivo da avaliação funcional é nos oferecer informações num determinado momento da chamada capacidade/ aptidão funcional, que é entendida como o estado ou a condição que possibilita à pessoa realizar as atividades da vida diária (AVD) com eficiência, segurança e sem cansaço excessivo (CLARK, 1989; OSNESS et al., 1990). A capacidade funcional constituiu um novo paradigma de saúde, constante da Política Nacional de Saúde da Pessoa Idosa (PNSPI) do Brasil, sendo que a independência e a autonomia são metas da atenção à saúde da pessoa idosa (BRASIL, 2006).

A capacidade funcional pode ser inferida pela detecção de limitações funcionais em nível comportamental, isto é, dificuldades/incapacidade no desempenho de AVD. No caso das AVD básicas, o desempenho/comportamento está relacionado com os autocuidados de banhar-se, ir ao banheiro (usar o vaso sanitário), continência urinária ou fecal, vestir-se, transferir-se, alimentar-se (KATZ apud DUARTE; ANDRADE; LEBRÃO, 2007).

No caso das AVD instrumentais, o desempenho/comportamento está relacionado com o uso de telefone, de transporte, preparo de refeições, a realização de compras, trabalhos domésticos e administração de remédios e dinheiro/finanças (LAWTON; BRODY apud SANTOS; VIRTUOSO JÚNIOR, 2008).

A avaliação por meio da detecção comportamental de incapacidades no desempenho de AVD é importante, e bastante aceita e utilizada. Contudo, uma potencial limitação deste tipo de avaliação pode residir no fato de que comprometimentos físicos normalmente não são detectados até que estejam em estágio relativamente avançado do processo de incapacidade, ou seja, até pontos nos quais eles são manifestados em perdas evidentes de habilidade funcional (RIKL; JONES, 1999).

6.2 Testes motores

A capacidade funcional, relacionada a realização das AVD, requer determinados níveis de capacidade cardiorrespiratória, “neuromotoras” (coordenação, equilíbrio e agilidade), força muscular e flexibilidade, denominados “componentes da capacidade funcional”, subjacentes a um padrão específico de movimento (e.g. caminhar, transportar objetos, alcançar objetos, vestir-se etc.). Tal pressuposto nos leva a uma outra possibilidade, ou seja, inferir/operacionalizar a capacidade/aptidão funcional avaliando tais componentes por meio de testes motores.

No pressuposto descrito no parágrafo anterior, duas baterias de testes motores são extensivamente utilizadas para avaliar especificamente a capacidade funcional em idosos, quais sejam, a bateria de testes para idosos da American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance (Aahperd) (OSNESS et al., 1990 apud GOBBI; VILLAR; ZAGO, 2005; GALLO; ZULUAGA; GOBBI, 2013) e o Senior Fitness Test (RIKLI; JONES, 1999 apud MAZO; LOPES; BENEDETTI, 2009), que introduziu modificações na bateria da Aahperd.

Estas baterias estão calcadas nos seguintes pressupostos: delineadas especificamente para idosos, seguras, administradas por profissionais sem necessidade de equipamento sofisticado, treinamento ou recursos especializados e praticidade ao possibilitar avaliar grande número de idosos em pouco tempo. Além disto, os padrões motores dos testes apresentam semelhança com as AVD, visando validade ecológica, pois quanto mais a avaliação funcional for capaz de detectar o estado dos componentes da capacidade funcional, por meio de uma tarefa motora que se assemelhe à realizada nas AVD, melhor a citada validade.

A bateria da Aahperd é composta de cinco testes motores, a saber: alcançar sentado no chão; alternar posição de latas de refrigerante; levantar, andar e sentar bilateral; flexão e extensão

de cotovelo; e caminhar meia milha (GALLO; ZULUAGA; GOBBI, 2013; GOBBI; VILLAR; ZAGO, 2005; OSNESS et al. apud ZAGO; GOBBI, 2003), conforme descrito resumidamente a seguir:

- Alcançar sentado no chão: busca medir flexibilidade. Uma fita métrica é estendida e afixada no solo. O idoso senta-se no piso com quadril próximo ao início da fita métrica, estende as pernas e, com a fita métrica entre as pernas, coloca os calcanhares separados equidistantes a 25 cm em relação à marca de 63,5 cm da fita. Com uma mão sobre a outra, flexiona o quadril, deslizando a palma da mão sobre a fita, procurando alcançar a maior distância. Este movimento é realizado quatro vezes, sendo as duas primeiras aquecimento e considerando, como resultado final, a maior distância alcançada nas duas últimas tentativas.
- Alternar posição de latas de refrigerante: busca medir coordenação óculo-manual. Numa mesa é afixada uma fita adesiva com 75 cm, seis marcas equidistantes a 12,5 cm, numeradas de 1 a 6, e 6,3 cm livres em cada extremidade. Latas de refrigerante são colocadas sobre as marcas 1, 3 e 5. Sentado em uma cadeira, com cotovelos levemente flexionados, o idoso apanha em sequência a lata 1 (com o polegar para cima), a vira (polegar para baixo) e a coloca na marca 2, apanha a lata da marca 3 e a vira, colocando-a na marca 4, apanha a lata da marca 5, a vira e a coloca sobre a marca 6. Retorna, apanhando a lata da marca 2 (polegar para baixo), desvirando-a e a colocando sobre a marca 1 (polegar para cima), repetindo o procedimento com as latas das marcas 4 e 6. Repete o circuito total mais uma vez. Depois que o avaliado aprendeu a tarefa, duas tentativas são

concedidas. Uma tentativa completa compreende a repetição por duas vezes do circuito. O resultado será o menor dos tempos cronometrados, em duas tentativas completas.

- Levantar, andar e sentar bilateral: busca medir agilidade e equilíbrio dinâmico. O avaliado inicia o teste sentado em uma cadeira com braços. Ao sinal do avaliador, levanta-se, contorna um cone colocado atrás e à direita, senta-se, ergue ligeiramente os pés, levanta-se, contorna o cone situado atrás e à esquerda, senta-se e repete o circuito. São ofertadas duas tentativas, cada uma realizando duas vezes o circuito sem interrupção. O menor tempo das duas tentativas será considerado como resultado. É importante que o avaliado ou auxiliar segure a cadeira para evitar queda caso ela se desloque quando o avaliado se sentar ou se levantar.
- Flexão e extensão de cotovelo: busca medir resistência de força dos membros superiores. O avaliado, sentado em uma cadeira sem braços, segura com braço estendido um objeto (halteres ou recipiente plástico com alça com areia) de 1,8 kg para mulheres e 3,6 kg para homens. O avaliador envolve o bíceps do avaliado com uma das mãos, para impedir movimentação no ombro e para ser tocada pelo antebraço do avaliado ao final da flexão. A um sinal, o avaliado executa flexões e extensões do cotovelo, o mais rápido possível. O resultado do teste é o número de repetições realizadas num período de 30 segundos.
- Capacidade cardiorrespiratória e habilidade de andar: andar meia milha (804,5 m) o mais rápido possível. Pode ser realizado em pista de atletismo, em percurso retangular (por exemplo, em quadra esportiva) ou

mesmo num corredor longo. O resultado é o tempo utilizado para percorrer o percurso. Recomenda-se que os testes diagnóstico e de controle sejam feitos em percursos semelhantes, pois quanto maior o número de voltas e magnitude das mudanças de direção, pior o resultado (ou seja, maior o tempo despendido).

A bateria de testes da Aahperd possui valores normativos para algumas faixas etárias de idosos que possibilita detectar componentes da capacidade funcional que estão muito fracos, fracos, regulares, muito bons e excelentes. Tal detecção instrumentaliza o profissional de Educação Física para enfatizar no programa de exercícios os componentes de pior classificação. A bateria apresenta ainda a possibilidade de classificar o índice de aptidão funcional geral, que envolve os resultados de todos os componentes medidos (para revisão, vide MAZO; LOPES; BENEDETTI, 2009).

A bateria denominada Senior Fitness Test é composta de sete testes motores, a saber: alcançar sentado na cadeira; “coçar” as costas; levantar, andar e sentar (em linha reta); flexão e extensão de cotovelo; sentar e levantar da cadeira; caminhar seis minutos; e marcha estacionária de dois minutos (RIKLI; JONES, 1999 apud GALLO; ZULUAGA; GOBBI, 2013), descritos resumidamente a seguir:

- Sentar e levantar da cadeira: objetiva medir a força da parte inferior do corpo. O avaliado inicia o teste sentado em cadeira sem braços, com braços cruzados contra o peito. A um sinal, se levanta e se senta, repetidamente, por 30 segundos, o mais rápido possível. São ofertadas de uma a três práticas para checar o procedimento correto, seguidas de uma única tentativa. O resultado é o número de vezes que o avaliado se levantou.

- Flexão e extensão de cotovelo: objetiva medir a força do segmento superior. O teste é realizado conforme descrição já feita na bateria da Aahperd, exceto que o halter para mulher deve pesar 2,3 kg.
- Alcançar sentado na cadeira: objetiva medir a flexibilidade, principalmente da parte inferior. O avaliado se senta na parte anterior do assento (cuidado deve ser tomado para que a cadeira não tombe para a frente). Uma das pernas está flexionada com o pé apoiado no solo. Com braços estendidos e uma mão sobre a outra, flexiona o tronco para a frente, procurando tocar a ponta dos artelhos com as mãos. São concedidas duas tentativas de prática, seguidas de duas tentativas válidas. Utilizando-se de uma régua, anota-se a distância que faltou para as mãos alcançarem os artelhos (escore negativo) ou a que os ultrapassou (escore positivo).
- “Coçar” as costas: objetiva medir flexibilidade da parte superior (ombros). O avaliado, de pé, coloca sua mão preferida sobre o respectivo ombro, tentando alcançar o mais longe possível no meio das costas. A outra mão é colocada para trás das costas, tentando alcançar os dedos da outra mão ou mesmo se justapor a eles. São concedidas duas tentativas de prática, seguidas de duas tentativas válidas. O resultado é a distância de sobreposição (escore positivo) ou faltante para que os dedos médios se tocassem (escore negativo), medida por uma régua.
- Levantar, andar e sentar (em linha reta): objetiva medir agilidade e equilíbrio dinâmico. O avaliado inicia o teste sentado em uma cadeira posicionada contra uma parede, de frente para um cone colocado a 2,4 m de distância. A um sinal, se levanta, caminha

o mais rápido possível, circunda o cone e retorna, sentando-se na cadeira. Após uma tentativa de prática, são oportunizadas duas tentativas válidas, e o resultado será o menor tempo obtido.

- Caminhar por seis minutos: objetiva medir a capacidade aeróbia. O avaliado deve caminhar o mais rápido possível, num percurso retangular de aproximadamente 46 metros (50 jardas), durante seis minutos.
- Marcha estacionária de dois minutos: é um teste alternativo ao de caminhar por seis minutos, objetivando medir capacidade aeróbia. Ao sinal do avaliador, o avaliado deve iniciar a marcha estacionária com a perna direita e continuar a marchar o mais rápido possível, elevando alternadamente os joelhos até a meia altura entre a crista ilíaca e a patela. A contagem das passadas é feita sempre que o joelho direito for elevado. O resultado é o número de passadas realizadas em dois minutos.

A bateria Senior Fitness Test também possui valores normativos (escores percentis) para as faixas etárias de idosos, que possibilita a detecção de componentes da capacidade funcional que correspondem a resultados desde muito fracos até excelentes. Da mesma forma, tal detecção instrumentaliza o profissional de Educação Física para enfatizar, no programa de exercícios, os componentes de pior classificação. A bateria apresenta ainda valores padronizados clinicamente relevantes, por faixa etária de idosos, abaixo dos quais o idoso pode estar em risco de perda prematura de independência física (RIKLI; JONES, 2013).

6.3 Considerações finais

As duas baterias de testes abordadas neste capítulo são válidas e confiáveis, sendo bastante aceitas e utilizadas como forma de inferir os componentes de capacidade/aptidão funcional em idosos.

Cabe esclarecer que as baterias são ainda compostas de avaliação de índices de massa corporal, calculados de maneira diferente em cada uma das baterias, mas ambos tendo como variáveis a estatura e o peso corporal. A avaliação de tais índices não foi incluída pois não fazia parte do escopo do capítulo.

Conquanto as baterias descritas apresentem bom índice de segurança, tal fato não desobriga o profissional de Educação Física de, mediante estratificação de risco de seus clientes idosos, decidir sobre as condições de aplicação ou mesmo não aplicação; de garantir o bom estado de conservação dos materiais utilizados e do piso do local de testes (não escorregadio etc.); de atentar aos sintomas e sinais do cliente durante a execução dos testes, determinando a interrupção quando julgar que haja potencial risco para o avaliado; e de realizar procedimentos com atenção à segurança (e.g. evitar deslocamento/tombamento da cadeira).

7. Prognóstico de programa de exercício físico para idosos

Prof. Dr. Sebastião Gobbi

A etapa de prognóstico refere-se ao estabelecimento de objetivos e metas escolhidos dentre os inúmeros benefícios/efeitos cientificamente consensuais advindos da prática regular de exercício e propostos para serem alcançados em determinada fase do programa de exercícios (GOBBI; VALDANHA NETTO, 2016).

O prognóstico baseia-se na precedente etapa do diagnóstico, que inclui avaliação física, anamnese, estratificação de risco etc. e é imprescindível para a determinação das variáveis de elaboração e implementação do programa (o tipo de atividade, a frequência, a duração das sessões, o volume, a intensidade e a progressão) (GALLO; ZULUAGA; GOBBI, 2013).

O prognóstico permanente é que o idoso incorpore o exercício físico como um hábito e o pratique por toda a vida. Obviamente, a consecução de tal objetivo demanda múltiplas condições e ações, além da orientação do profissional de Educação Física. Contudo, tal orientação exerce uma vital influência na aderência à prática.

Neste prognóstico de aderência ao programa de exercícios, é importante que o profissional de Educação Física: (1) descubra o(s) tipo(s) de atividade de que o idoso goste; (2) procure equacionar o horário de atendimento ao programa com a disponibilidade/preferência do idoso; e (3) verifique a possibilidade de estabelecer uma rede de suporte com demais clientes.

Prescrever uma atividade de que o idoso goste atende a uma parte do chamado “princípio hedônico”, isto é, a busca por melhorar ou prolongar o prazer. Um outro aspecto é relativo à intensidade do exercício, que é uma variável das próximas etapas de prescrição do exercício, quais sejam, de elaboração e implementação do programa. Segundo o princípio hedônico,

as pessoas procuram evitar dor (WILLIAMS, 2008) e, segundo o modelo *dual-mode*, atividades abaixo do limiar ventilatório apresentam reação afetiva consistentemente positiva, e acima, consistentemente negativa (EKKEKAKIS apud WILLIAMS, 2008).

O conhecimento dos motivos que levaram o idoso a buscar participar de um programa de exercício é de suma importância para o estabelecimento do prognóstico. Como o exercício físico influencia todas as esferas de vivência do ser humano (HOFFMAN; HARRIS, 2002), em consequência existe uma grande diversidade de motivos para a adesão e aderência à prática. Cabe então ao profissional de Educação Física identificar um motivo pessoal significativo, incluindo a discussão de metas realistas e progressivas.

Schwingel, Sebastião e Chodzko-Zajko (2016) listam os seguintes motivos mais comuns para adesão do idoso à prática de atividade física: ser mais saudável, viver mais, sentir-se melhor sobre si mesmo, prevenir depressão, dormir melhor, ter boa aparência, estar em forma, locomover-se melhor, ter músculos e ossos mais fortes, permanecer ou alcançar peso corporal recomendado, estar com amigos ou encontrar novas pessoas, “curtir” e divertir-se.

Obviamente, para cada um dos motivos identificados devem ser buscados instrumentos de avaliação capazes de identificar o estado inicial no ingresso ao programa (diagnóstico), que deve ser reaplicado durante seu desenvolvimento (processo), no sentido de verificar como as metas estão sendo atingidas. Alguns exemplos são:

1. Caso o motivo expresso tenha sido “ser mais saudável”, então uma anamnese inicial, repetida periodicamente, incluindo eventuais patologias, quantidade e tipo de medicamentos, número de visitas ao médico, hospitalizações, medição da pressão sanguínea, exames de bioquímica sanguínea

e outros podem ajudar. Obviamente, dependendo de eventuais patologias, “tornar-se mais saudável” pode requerer a orientação de outros profissionais de saúde, no campo de intervenção de cada um. Apenas a título de ilustração, o exercício como tratamento de hipertensão deve ser associado à intervenção de médico (com medicamentos), nutricionista (com dieta) e eventualmente outros profissionais, dependendo do caso específico.

2. Caso o motivo tenha sido “dormir melhor”, então a aplicação de um questionário de sono pode ser necessária.
3. Caso o motivo tenha sido “ter músculos e ossos mais fortes”, então testes de força e avaliação de densidade óssea podem ajudar.
4. Caso o motivo tenha sido “permanecer ou alcançar peso corporal recomendado”, então medidas de composição corporal podem ajudar. Obviamente, se o idoso for obeso, via de regra há necessidade de intervenção multiprofissional.

Deve ficar claro que, dependendo dos motivos de adesão/aderência ao exercício utilizados para fundamentar o estabelecimento de objetivos e/ou dependendo da condição dos idosos para sua consecução, o profissional de Educação Física deverá avaliar a necessidade de demandar a intervenção conjunta de profissionais de outras áreas.

Para idosos, dada a importância atribuída à manutenção da independência e autonomia para a realização das AVD, a melhora ou a manutenção de um nível adequado de capacidade funcional e, em consequência, de seus componentes (força, flexibilidade, agilidade, equilíbrio, coordenação e capacidade cardiorrespiratória) também deve ser um objetivo presente

em qualquer programa de exercício. Como já ficou expresso no capítulo de avaliação funcional, a capacidade funcional constitui um novo paradigma de saúde constante da Política Nacional de Saúde da Pessoa Idosa (PNSPI) do Brasil, sendo que a preservação da independência e da autonomia, pelo maior tempo possível, é meta da atenção à saúde da pessoa idosa (BRASIL, 2006).

As mudanças fisiológicas devidas ao envelhecimento de per si e/ou fatores a elas associados podem colocar em risco a independência e a autonomia do idoso. O Quadro 3 sumariza mudanças que normalmente ocorrem nos componentes de capacidade funcional e a significância funcional e clínica delas.

Além dos possíveis prognósticos ilustrados no Quadro 3, a prática regular de exercício físico pode ainda trazer os possíveis efeitos, citados por Chodzko-Zajko et al. (2009), de: melhorar o bem-estar psicológico geral, diminuindo o risco de ansiedade e depressão, que pode estar relacionado com melhora do autoconceito e autoestima; melhorar alguns aspectos da qualidade de vida; reduzir o risco de declínio cognitivo e demência; e aumentar a performance em algumas medidas de funcionamento cognitivo.

Os posicionamentos sobre exercício físico para idosos (CHODZKO-ZAJKO et al., 2009; GARBER et al., 2011) recomendam treinamento de capacidade cardiorrespiratória (aeróbio), de força, de flexibilidade e neuromotor. Assim, por coerência, os capítulos seguintes fundamentarão especificamente a intervenção do profissional de Educação Física nos tipos de treinamentos citados.

Quadro 3 – Mudanças em componentes de capacidade funcional, suas consequências e prognósticos do treinamento em idosos.

Mudanças em componentes de capacidade funcional com o envelhecimento	Significância funcional	Alguns prognósticos possíveis decorrentes de treinamento
Declínio em força e potência (potência declina mais rápido que força e o declínio é mais rápido nos membros inferiores).	Pode prever incapacidade e risco de mortalidade em idosos.	Desacelerar a perda ou preservar massas musculares e ósseas e de força. Aumentar a potência muscular, a qualidade muscular. Aumenta a resistência muscular. Preservar ou mesmo aumentar a densidade mineral óssea.
Declínio em capacidade cardiorrespiratória.	Pode contribuir para aumentar fadigabilidade e prejudicar a recuperação entre AVD repetitivas.	Aumento da reserva cardiovascular e adaptações musculares que permitem menor estresse cardiovascular e fadiga muscular em esforços submáximos. Exercício prolongado protege o coração e parece retardar a acumulação de adiposidade central. Pode contribuir para reduzir gordura total em idosos obesos, melhorar o controle glicêmico e aumentar a depuração de lipídios em período pós-prandial e a utilização preferencial de gordura em exercício submáximo.

Mudanças em componentes de capacidade funcional com o envelhecimento	Significância funcional	Alguns prognósticos possíveis decorrentes de treinamento
Declínio da flexibilidade (elasticidade de músculos e tendões diminuem).	Pode aumentar risco de lesão, quedas e dor nas costas.	Aumento da amplitude articular de movimento.
Declínio “neuromotor”, de equilíbrio, coordenação, agilidade e controle motor (alteração da biomecânica do sentar, levantar e locomover-se; tempo de reação aumenta; velocidade de movimento diminui; alteração no controle de movimentos de precisão).	Pode aumentar o medo de cair, o risco de lesão e o tempo de aprendizagem de tarefa e reduzir AVD.	Exercícios multimodais podem reduzir risco de queda em idosos que estão em risco elevado. Melhorar e manter função física.

Fonte: Adaptado de Chodzko-Zajko et al., 2009, e Garber et al., 2011.

8. Treinamento cardiorrespiratório para idosos

Prof. Dr. Christiano Bertoldo Urtado

A população adulta com mais idade aumentou substancialmente em todo o mundo, e estima-se que alcance cerca de 22% da população mundial até 2050 (SCULLY, 2013; WHO, 2007). O risco de doenças não transmissíveis e de incapacidade aumenta com a idade, constituindo um desafio para os recursos de saúde e assistência social (FEDERAL INTERAGENCY FORUM ON AGING-RELATED STATISTICS, 2012). A Organização Mundial da Saúde criou muitas recomendações para a mudança de comportamento para reduzir a carga de doenças não transmissíveis e deficiências entre os idosos. Está bem estabelecido que a atividade física desempenha papel-chave na prevenção de tais doenças devido à sua estreita relação com muitas das doenças crônicas.

Curiosamente, em comparação com outras faixas etárias, os idosos são os mais sedentários. Os achados de estudos realizados nos Estados Unidos (EUA) e na Europa relataram que o tempo sedentário medido objetivamente foi maior naqueles que tinham mais de 50 anos (MATTHEWS et al., 2008) e 65 anos (DAVIS et al., 2001), respectivamente. Além disso, foi relatado que adultos com mais de 60 anos passam aproximadamente 80% do seu tempo de vigília em atividades sedentárias, o que representa de 8 a 12 horas por dia (DAVIS et al., 2001; MATTHEWS et al., 2008; MCLENNAN; PODGER, 1998). Similarmente, Hallal et al. (2012) realizaram avaliação global em mais de 60 países e verificaram que os idosos tinham a maior prevalência de relatar um mínimo de quatro horas de sessão sedentária diária.

De fato, o comportamento sedentário está cada vez mais se tornando parte do nosso estilo de vida e é a principal causa da maioria das doenças crônicas (RYAN; STEBBINGS; ONAMBELE,

2015). Por outro lado, muitos dados suportam os benefícios da atividade física regular em diferentes facetas da saúde humana. Independentemente da idade, a atividade física também é um componente importante do envelhecimento saudável e ativo (LOPRINZI, 2016; VOGEL et al., 2009) e uma forma de manter as pessoas idosas socialmente incluídas (DENTON; SPENCER, 2010; YOUNG et al., 2015).

As queixas subjetivas sobre capacidades cognitivas aumentam com a idade (MARTIN; ZIMPRICH, 2003; NEWSON; KEMPS, 2006), e um declínio objetivo no desempenho cognitivo acelera em torno dos 50 anos (SALTHOUSE, 2003; VERHAEGHEN; SALTHOUSE, 1997), com exceção do componente de inteligência. Alguns estudos mostram que um programa regular de exercícios pode retardar ou impedir o declínio funcional associado ao envelhecimento e melhorar a saúde nesta faixa etária. Os benefícios de saúde física para os idosos que participam regularmente de programas de treinamento aeróbio estão bem estabelecidos. Tais benefícios para a saúde incluem melhora em massa muscular, complacência arterial, metabolismo energético, aptidão cardiovascular, força muscular e capacidade funcional global (LEMURA; VON DUVILLARD; MOOKERJEE, 2000). Suspeita-se que a atividade física também possa melhorar a função cognitiva (COLCOMBE et al., 2006).

Estudo recente de Nadeau et al. (2017) teve como objetivo avaliar o impacto do treinamento aeróbio usando uma bicicleta estacionária em um conjunto de parâmetros de marcha e funções executivas (inibição cognitiva e flexibilidade) em pacientes idosos sedentários com Parkinson. A duração do programa de exercícios foi iniciada em 20 minutos a 60% de intensidade por sessão, sendo então aumentada em 5 minutos e 5% de intensidade por semana, até que os participantes atingiram 40 minutos de treinamento com 80% de intensidade. A velocidade da bicicleta foi mantida a 60 rotações por minuto. A capacidade aeróbia e o desempenho da aprendizagem motora

e da inibição cognitiva aumentaram significativamente após o regime de treinamento. Além disso, em pacientes com Parkinson, as melhorias na capacidade aeróbia relacionadas ao treinamento correlacionaram-se positivamente com melhorias na velocidade de caminhada ($r = 0,461$, $p < 0,05$). Os autores concluíram que a atividade aeróbia utilizando bicicleta estacionária pode melhorar a marcha e a inibição cognitiva.

A função cognitiva em idosos também foi investigada no estudo de Antunes et al. (2015). Quarenta e cinco voluntários saudáveis e sedentários foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos: um grupo-controle, a quem foi solicitado não mudar suas atividades diárias normais e não iniciar qualquer programa de exercícios físicos regulares, e um grupo experimental, treinado com uma intensidade correspondente ao limiar ventilatório 1 durante 60 minutos por dia, três vezes por semana em dias alternados por seis meses. Todos os voluntários foram submetidos a avaliações cognitivas, análises de amostras de sangue e avaliações ergoespirométricas. Observou-se melhora significativa na função cognitiva no grupo experimental em relação ao grupo-controle ($p < 0,05$), houve aumento significativo no consumo máximo de oxigênio e carga de trabalho, bem como melhora significativa em colesterol, triglicérides, HDL, glicose, ureia, T3, T4 e antígeno específico da próstata em comparação com o grupo-controle ($p < 0,05$). Os autores concluem que um programa de exercícios aeróbio realizado em cicloergômetro com homens idosos saudáveis melhora o perfil cardiovascular e metabólico, bem como a função cognitiva.

O Quadro 4 resume alguns estudos que examinaram o benefício da atividade aeróbia isolada ou combinada na performance cognitiva em idosos.

Quadro 4 – Estudos sobre atividade aeróbia isolada ou combinada na performance cognitiva em idosos

Autor, Ano	Participantes	Intervenção	Resultados
Albinet et al., 2010	24 idosos (13 mulheres) com média de idade de 70,7 anos	G1) Exercício aeróbio (andar, treinar circuito, andar e correr gradualmente): 60 min, 3×/semana por 12 semanas, 40%-60% da frequência cardíaca máxima. G2) Exercício de alongamento: flexibilidade, equilíbrio e consciência corporal, 60 min, 3×/semana por 12 semanas.	Apenas o grupo em treinamento aeróbio aumentou os parâmetros da variabilidade da frequência cardíaca mediada e o desempenho executivo.
Evers et al., 2011	229 mulheres idosas com média de idade de 73,5 anos	G1) Exercício aeróbio: 30 min em bicicleta ergométrica ou esteira + 60 min de força, flexibilidade, equilíbrio e treinamento de coordenação, 3×/semana por 24 semanas. G2) Curso de computador: aprendendo como operar software e hardware, 3×/semana por 24 semanas. G3) Grupo-controle: sem intervenção.	Ambos os grupos de intervenção melhoraram seu desempenho cognitivo comparados ao grupo-controle, especialmente na memória episódica e de trabalho.

Autor, Ano	Participantes	Intervenção	Resultados
Klusmann et al., 2010	230 mulheres idasas com média de idade de 73,6 anos	G1) Exercício aeróbio: 30 min em bicicleta ergométrica ou esteira + 60 min de força, flexibilidade, equilíbrio e treinamento de coordenação, 3×/ semana por 24 semanas. G2) Curso de computador: aprendendo como operar software e hardware, 3×/semana por 24 semanas. G3) Grupo-controle: sem intervenção.	Ambos os grupos de intervenção apresentaram melhora no desempenho em relação ao grupo-controle quanto a memória imediate e atrasada e memória de trabalho.
Muscarì et al., 2010	120 idosos (58 mulheres) com média de idade de 69,2 anos	G1) Exercício aeróbio (cicloergômetro ou esteira) 60 min, 3×/ semana por 52 semanas a 70% da frequência cardíaca máxima. G2) Grupo-controle: materiais educativos com sugestões para melhorar o estilo de vida.	O grupo de intervenção estabilizou, sugerindo que o exercício pode reduzir o declínio cognitivo dependente da idade.

Autor, Ano	Participantes	Intervenção	Resultados
Ruscheweyh et al., 2011	62 idosos (41 mulheres) com média de idade de 60,2 anos	G1) Caminhada nórdica: 50 min, 5×/semana por 24 semanas; 50%-60% de esforço máximo. G2) Ginástica: programa de exercícios de alongamento, flexibilidade e fortalecimento das extremidades superiores e inferiores, 50 min, 5×/semana por 24 semanas; 30%-40% de esforço máximo. G3) Grupo-controle: sem intervenção.	Ambos os grupos de intervenção mostraram melhora no desempenho da memória episódica, mas não houve diferença entre os dois grupos de intervenção.

Além da função cognitiva, o exercício aeróbio também parece contribuir para o tratamento não farmacológico de algumas doenças metabólicas que aparecem com frequência no envelhecimento, como hipertensão e diabetes.

A hipertensão é uma questão de saúde pública importante em todo o mundo. A hipertensão arterial é o mais comum fator de risco evitável de doença cardiovascular (DCV) nos EUA, afetando 33% dos adultos (JAMES et al., 2014; MOZAFFARIAN et al., 2015). Outros 36% dos americanos têm pré-hipertensão (MOZAFFARIAN et al., 2015). A pré-hipertensão é um preditor de hipertensão futura, sendo que uma em cada cinco pessoas com pré-hipertensão adquire hipertensão dentro de quatro anos (JAMES et al., 2014). Portanto, a prevenção, o tratamento e o controle da pressão arterial (PA) elevada são prioridades importantes na saúde do idoso.

Já foi demonstrado que o exercício aeróbio agudo reduz a PA de repouso em 5-7 mmHg entre os que sofrem de hipertensão

após única sessão de exercício, e que essa redução persiste até 24 horas fora do laboratório em condições ambulatoriais durante o dia (AUGERI et al., 2009; PESCATELLO; KULIKOWICH, 2001). Esta resposta é denominada “hipotensão pós-exercício” (ASH; EICHER; PESCATELLO, 2013; PESCATELLO et al., 2004). Treinamento em exercício aeróbio também reduz a PA de repouso de 5-7 mmHg entre indivíduos com hipertensão (THOMPSON et al., 2001). A magnitude das reduções de PA em repouso que ocorrem após exercício crônico “rivaliza” com os resultados obtidos com muitos medicamentos anti-hipertensivos de primeira linha, reduzindo o risco de DCV em 20%-30% (MOZAFFARIAN et al., 2015). Por esta razão, idosos com hipertensão devem ser encorajados, de acordo com as recomendações do American College of Sports Medicine, a realizar exercício aeróbio de intensidade moderada durante 30-60 minutos (BROOK et al., 2013; PESCATELLO et al., 2004), embora evidências atuais tenham mostrado benefícios do exercício intenso (MOLMEN-HANSEN et al., 2012).

Estudo de Dimeo et al. (2012) avaliou de forma randomizada os efeitos do exercício aeróbio sobre a pressão arterial em idosos hipertensos. Para isso, 50 indivíduos com hipertensão resistente foram aleatoriamente designados para participar ou não de um programa de exercícios de esteira com duração de oito a 12 semanas (lactato alvo $2,0 \pm 0,5$ mmol/L). A pressão sanguínea foi avaliada por monitorização de 24 horas. A complacência arterial e o desempenho cardíaco foram medidos por análise de onda de pulso. O programa de treinamento foi bem tolerado por todos os idosos. Os resultados mostraram que o exercício aeróbio diminuiu significativamente a pressão arterial sistólica e diastólica diurna em 6 ± 12 mmHg e 3 ± 7 mmHg, respectivamente ($p = 0,03$ cada). Além disso, os autores mostraram que o exercício regular reduziu a pressão arterial no esforço e aumentou o desempenho físico, conforme avaliado pela captação máxima de oxigênio e curvas de lactato.

Na mesma linha, Pagonas et al. (2014) foram investigar o impacto do exercício aeróbio na variabilidade da pressão

arterial em idosos com média de idade de 65 anos, sendo 17 homens e 19 mulheres. A duração inicial das sessões de treinamento foi de 30 minutos. Durante a primeira semana, o treinamento consistiu em cinco cargas de trabalho de 3 minutos; entre as cargas de trabalho, os idosos caminharam com meia velocidade por 3 minutos. A duração do exercício foi gradualmente aumentada para quatro vezes, cinco minutos por dia na segunda semana; três vezes, oito minutos por dia na terceira; três vezes, 10 minutos por dia na quarta; e duas vezes, 15 minutos por dia na quinta semana. Na sexta semana e nas seguintes, o exercício foi progressivamente aumentado para 30, 32 e 36 minutos e realizado sem interrupção. As sessões de treino foram realizadas três vezes por semana durante oito a 12 semanas com uma concentração alvo de lactato de $2,0 \pm 0,5$ mmol/L, ou seja, ligeiramente acima do limiar aeróbio. O estudo mostrou que o programa de exercício aeróbio diminuiu significativamente PA sistólica e diastólica diurna em $6,2 \pm 10,2$ mmHg e $3,0 \pm 6,3$ mmHg, respectivamente. Além disso, reduziu a pressão arterial no esforço e aumentou o desempenho físico.

Interessantemente, uma recente meta-análise publicada por Huang et al. (2013) analisou 23 estudos, representando um total de 1.226 indivíduos idosos. Foram encontrados efeitos estatisticamente significativos robustos na redução da pressão arterial sistólica e diastólica. Quando comparado com grupo-controle, foram encontradas reduções de 5,39 mmHg para sistólica e 3,68 mmHg para diastólica, representando 3,9% e 4,5% de redução, respectivamente.

Outra opção para o trabalho aeróbio em idosos, além do exercício de intensidade moderada, é o exercício intervalado de alta intensidade, conhecido como *high intensity interval training* (HIIT), assim como foi realizado no estudo de Molmen-Hansen et al. (2012). Foram avaliados 88 adultos mais velhos com hipertensão. O exercício intervalado de alta intensidade foi conduzido a > 90%

da frequência cardíaca máxima (85%-90% do VO_2 máx) e outro grupo realizou exercício contínuo de intensidade moderada, aproximadamente a 70% da frequência cardíaca (60% do VO_2 máx). Os protocolos foram realizados na esteira, três vezes por semana por um período de 12 semanas. A pressão arterial sistólica reduziu 12 mmHg ($p < 0,001$) no grupo HIIT e 4,5 mmHg ($p = 0,05$) no grupo de intensidade moderada de forma contínua. Os autores concluem que a redução da pressão arterial induzida pelo exercício é dependente da intensidade, sendo que o HIIT pode ser um método efetivo para reduzir a pressão e melhorar outros fatores de risco cardiovasculares. O treino intervalado está descrito no Gráfico 7.

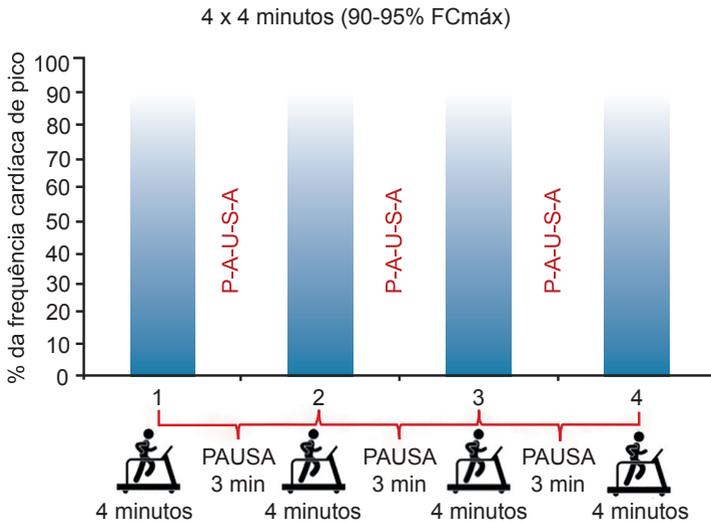


Gráfico 7 – Treinamento intervalado de alta intensidade para adultos mais velhos.

Fonte: Adaptado de Molmen-Hansen et al., 2012.

*Nota: 4 x 4 minutos a 90-95% da frequência cardíaca máxima (correspondendo a 85-90% do VO_2 máx), caminhada/corrida na esteira, com três minutos de pausa ativa a 60-70% da frequência cardíaca.

Outra possibilidade bem interessante para os idosos é realizar o treinamento aeróbico intervalado na caminhada. Estudo recente de Masuki, Morikawa e Nose (2017) avaliou a hipótese de que um sistema de treinamento de exercícios supervisionado remotamente para indivíduos de meia-idade e idosos baseado na caminhada intervalada, juntamente com uma rede de tecnologia de informação, poderia aumentar a aptidão física de idosos. O programa de caminhada intervalada está descrito no Gráfico 8. O estudo encontrou que, após cinco meses do programa de caminhada intervalada, o VO_2 de pico aumentou em 10%, a força de extensão e flexão do joelho aumentou em 13% e 17%, respectivamente, e a pressão arterial sistólica e diastólica reduziu 9 mmHg e 5 mmHg, respectivamente.

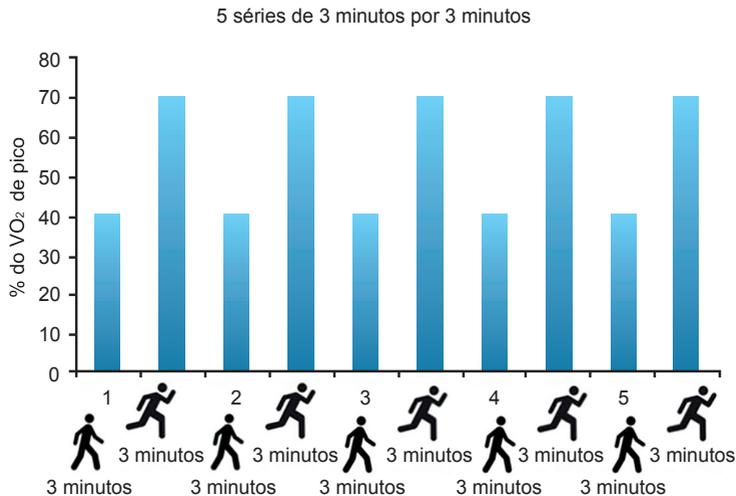


Gráfico 8 – Proposta de caminhada intervalada.

Fonte: Adaptado de Masuki, Morikawa e Nose, 2017.

*Nota: ≥ 5 séries de 3 minutos de baixa intensidade (andando em $\sim 40\%$ do VO_2 pico), seguido de 3 minutos de alta intensidade (andando a $\geq 70\%$ do VO_2 pico) por dia, ≥ 4 dias/semana.

Parece que o exercício aeróbio de forma intervalada também pode ajudar os idosos a controlar, além da pressão arterial, como vimos anteriormente, a glicemia e, conseqüentemente, a diabetes.

Pode-se observar uma diminuição significativa da tolerância a glicose com o aumento da idade em todos os estudos epidemiológicos. Essa intolerância no envelhecimento é manifestada principalmente por um aumento de glicose no sangue no período pós-prandial, enquanto os níveis de glicose no sangue em jejum são em geral apenas modestamente elevados. Após 50 anos, os níveis de glicemia em jejum aumentam em 0,06 mmol/L por década, e os níveis de glicemia após um teste oral de tolerância a glicose em 0,5 mmol/L (SCHEEN, 2005). A intolerância a glicose é provavelmente atribuível a uma multiplicidade de causas, como má alimentação, inatividade física, diminuição da massa corporal magra, aumento da adiposidade visceral, diminuição da secreção relativa de insulina e resistência à insulina periférica (DEFRONZO, 2004; SCHEEN, 2003).

Uma revisão detalhada dos efeitos específicos do envelhecimento sobre a homeostase da glicose foi recentemente publicada, citando vários artigos relevantes (CHANG; HALTER, 2003; PAOLISSO; SCHEEN; LEFÈBVRE, 1995). As anormalidades moleculares que ocorrem em pacientes idosos com diabetes não foram totalmente elucidadas. Teoricamente, alterações no gene da glicoquinase poderiam explicar defeitos na secreção de insulina, mas não está claro se a função deste gene está prejudicada em pessoas idosas com diabetes. A atividade da tirosina quinase do receptor da insulina tem sido relatada como alterada em pessoas idosas com diabetes e resistência à insulina, mas é incerto se esta é a causa ou o resultado dos níveis elevados de glicose nesses pacientes. Finalmente, outras alterações metabólicas foram recentemente definidas em pacientes idosos com diabetes.

Tem sido demonstrado que a absorção de glicose não mediada por insulina foi significativamente prejudicada em pacientes idosos com diabetes tipo 2 (FORBES et al., 1998). Tal anormalidade pode ser importante, pois aproximadamente 50% da absorção de glicose após uma refeição ocorre como resultado de captação de glicose não mediada por insulina.

Dentro dessa perspectiva, Little et al. (2011) avaliaram os efeitos do HIIT em idosos com diabetes tipo 2. Os idosos com média de idade de 63 anos realizaram seis sessões de exercício aeróbio de alta intensidade (10 × 60 segundos em cicloergômetro com intervalos de 60 segundos – protocolo descrito no Gráfico 9). A concentração média de glicose no sangue em 24 horas foi reduzida após o treinamento ($7,6 \pm 1,0$ vs $6,6 \pm 0,7$ mmol/L), assim como a soma das áreas sob a curva de glicemia pós-prandial de três horas para o café da manhã, almoço e jantar. O treinamento aumentou a capacidade mitocondrial do músculo, como evidenciado por maior atividade máxima de citrato sintase (~20%), além do aumento significativo do GLUT4 (~369%) (ambos $p < 0,05$). Os autores concluem que o exercício aeróbio de alta intensidade intervalado de baixo volume pode melhorar rapidamente o controle da glicose e induzir adaptações no músculo esquelético que estão ligadas à melhora da saúde metabólica em idosos com mais de 60 anos e com diabetes tipo 2.

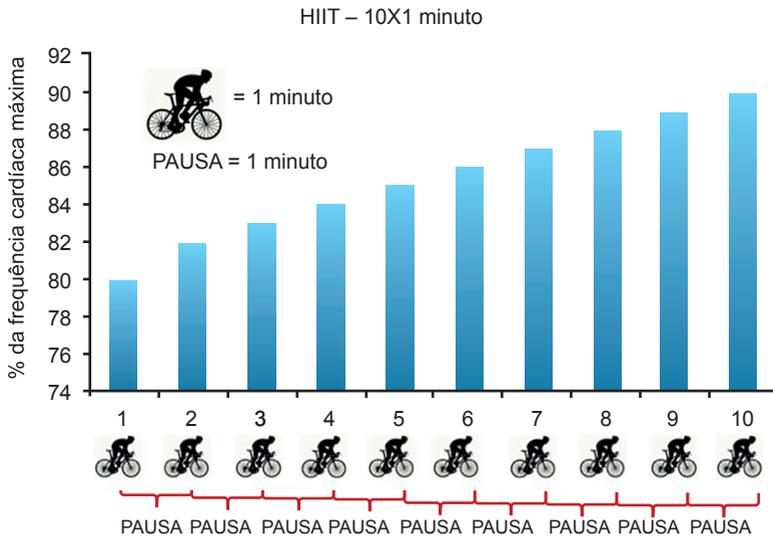


Gráfico 9 – Proposta de treinamento aeróbico intervalado de alta intensidade para idosos com diabetes.

Fonte: Adaptado de Little et al., 2011.

*Nota: 10 séries de 1 minuto com pausa de 1 minuto, buscando-se ao longo do protocolo 90% da frequência cardíaca máxima.

Corroborando o estudo citado anteriormente, Støa et al. (2017) investigaram como o treinamento aeróbico intervalado de alta intensidade afeta fatores de risco associados a diabetes tipo 2 em idosos. Esse estudo investigou os efeitos do HIIT na absorção máxima de oxigênio (VO_2 máx), na hemoglobina glicosilada tipo A1C (HbA1c), na resistência à insulina, na oxidação da gordura, no peso corporal, no limiar de lactato, na pressão arterial e no perfil lipídico. Os autores compararam o HIIT (4 × 4 minutos de caminhada ou corrida na subida a 85%-95% da frequência cardíaca máxima) com exercício aeróbico moderado (caminhada contínua a 70%-75% da frequência cardíaca máxima). Foi encontrado aumento de 21% no VO_2 máx (de 25,6 para 30,9 mL.kg⁻¹.min⁻¹, $p < 0,001$) e redução

na HbA1c em -0,58% (de 7,78 a 7,20%, $p < 0,001$) no grupo HIIT. Peso corporal e índice de massa corpórea (IMC) foram reduzidos em 1,9% ($p < 0,01$). Houve tendência para melhora da oxidação de gordura a 60% $\text{VO}_2\text{máx}$ (14%, $p = 0,065$). Estas melhorias foram significativamente diferentes do exercício moderado a 70%-75% da frequência cardíaca. Por fim, o estudo mostrou que tanto o HIIT quanto o exercício aeróbio moderado aumentaram a velocidade no limiar ventilatório e reduziram o percentual de gordura, circunferência da cintura, circunferência do quadril e pressão arterial, sem diferenças significativas entre os dois grupos.

Finalmente, outro aspecto importante do treinamento aeróbio para idosos diz respeito ao impacto na massa muscular. O paradigma atual na biologia do músculo esquelético e fisiologia do exercício é que o exercício aeróbio pode ter um efeito insignificante sobre a massa muscular esquelética. No entanto, ao longo dos últimos 40 anos, existem vários precedentes que demonstram o impacto do exercício aeróbio sobre o crescimento do músculo. Estes estudos abordam uma nova área de fisiologia muscular pertinente para adultos mais velhos e outras populações clínicas que são acometidas pela perda muscular. A atrofia muscular esquelética relacionada à idade é multifatorial, mas inclui inatividade física, capacidade suprimida de sintetizar novas proteínas e redução do tamanho e número de fibras do músculo esquelético (DICKINSON; VOLPI; RASMUSSEN, 2013; SHORT et al., 2004).

Historicamente, tem-se assumido que o exercício aeróbio tem impacto mínimo sobre a massa muscular esquelética e, portanto, essa modalidade recebeu pouco inquérito científico em comparação com o treinamento de força. No entanto, com a aplicação de técnicas de imagem de alta resolução (por exemplo, a ressonância magnética), existe um corpo crescente de evidências de que o treino aeróbio pode induzir hipertrofia do músculo esquelético em indivíduos sedentários e idosos. Há mais de 20 anos, Schwartz et al. (1991) foram os primeiros a estabelecer que seis meses de caminhada/corrida poderia provocar um

aumento de 9% na área transversal da coxa de homens idosos (68 anos). Nesse estudo, homens idosos e jovens realizaram caminhada ou corrida cinco vezes por semana. A intensidade e a duração do exercício foram progressivamente aumentadas a cada duas semanas, e nos últimos dois meses os voluntários realizaram o aeróbio a 85% da reserva da frequência cardíaca por 45 minutos. Embora os homens idosos tenham experimentado um aumento robusto no tamanho do músculo esquelético, não foram observadas alterações nos homens jovens. A razão para a discrepância entre os grupos não é completamente conhecida, mas os jovens compareceram a significativamente menos sessões de exercício do que os homens idosos. Portanto, esses dados sugerem que a frequência do exercício pode desempenhar papel importante na estimulação do crescimento muscular com o exercício aeróbio.

Como em qualquer programa de treinamento físico, as adaptações são altamente variáveis (HUBAL et al., 2005), o que poderia ser o motivo pelo qual alguns estudos não observaram aumento do tamanho muscular. Embora a hipertrofia do músculo esquelético após treinamento aeróbio não seja onipresente, oito de nove estudos que examinam a massa muscular desde 2005 relataram hipertrofia do músculo esquelético nos grupos musculares mais utilizados durante o exercício. Além disso, mais de 70% de todas as investigações que utilizam cicloergometria como modo de exercício observaram aumento do músculo esquelético em idosos. Uma recente investigação transversal indicou que indivíduos jovens, de meia-idade e idosos altamente ativos aeróbiamente têm maior potência na musculatura extensora do joelho e massa magra, em comparação com sedentários (CRANE; MACNEIL; TARNOPOLSKY, 2013). Coletivamente, essas investigações fornecem provas convincentes de que o treinamento aeróbio é um estímulo anabólico em populações fisicamente inativas e principalmente em idosos. O modelo condensado sobre as vias intracelulares do metabolismo proteico no músculo esquelético, induzido pelo exercício aeróbio, está ilustrado na Figura 12.

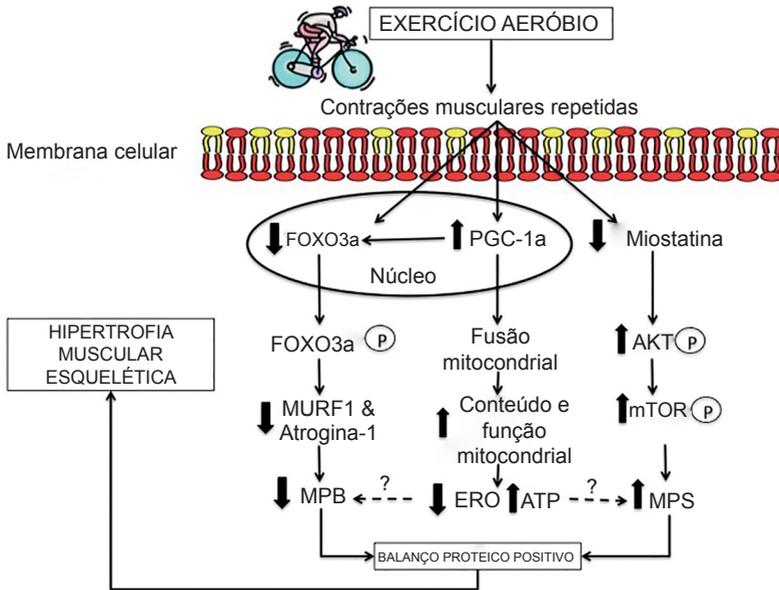


Figura 12 – Modelo condensado.

Fonte: Adaptado de Konopka e Harber, 2014.

*Notas: **ERO**: espécie reativa de oxigênio; **ATP**: adenosina trifosfato; **P**: fosforilação. O exercício aeróbico altera as principais vias de sinalização intracelular e a expressão do RNAm relacionado com o metabolismo proteico muscular esquelético (por exemplo, FOXO3a, miostatina) (KONOPKA et al., 2010) e a proliferação mitocondrial (KONOPKA et al., 2013), que podem estar associados à hipertrofia do músculo esquelético. Redução da miostatina, um regulador negativo do crescimento, parece promover equilíbrio proteico positivo através da via AKT-mTOR e aumento da síntese de proteínas musculares (MPS). Quando fosforilada, a FOXO3a é excluída do núcleo, o que inibe a transcrição de ubiquitina E3 ligases, MuRF-1 e Atrogin-1. A redução de MuRF-1 e Atrogin-1 pode ajudar a reduzir a decomposição de proteínas musculares (MPB) e promover um saldo proteico positivo. Evidências emergentes (BRAULT; JESPERSEN; GOLDBERG, 2010) propõem que a PGC-1α inibe a expressão de FOXO3a, diminuindo o catabolismo muscular e aumentando a biogênese mitocondrial observada após o treinamento com exercícios aeróbios. Coletivamente, o aumento da dinâmica e quantidade mitocondrial

podem levar à melhoria da energia mitocondrial (isto é, redução de ERO, aumento de ATP), que foi hipotetizada como moduladora de MPB e MPS. O exercício aeróbio parece alterar MPB e MPS criando balanço proteico muscular positivo e crescimento muscular esquelético. Contudo, são necessárias mais investigações para elucidar completamente os mecanismos associados a estas hipóteses.

A eficácia do treino aeróbio para induzir a hipertrofia do músculo esquelético depende muito provavelmente da obtenção de intensidade suficiente de exercício (70%-80% da frequência cardíaca máxima), duração (30-45 minutos) e frequência (4-5 dias por semana). Em algumas investigações (KONOPKA et al., 2010, 2011, 2013; HARBER et al., 2009, 2012), os participantes realizaram exercício na bicicleta ergométrica por 12 semanas, cuja duração, intensidade e frequência aumentaram progressivamente, de modo que as últimas cinco semanas foram de 45 minutos por sessão, 80% da frequência cardíaca máxima, quatro vezes por semana com frequência de exercício de 100% (KONOPKA et al., 2011). Os participantes completaram aproximadamente de 118.000 a 145.000 contrações por perna, induzindo crescimento semelhante do quadríceps femoral em indivíduos jovens e idosos e conseqüentemente resultando em melhorias na capacidade aeróbia e no pico de carga de trabalho.

Parece que o aeróbio em cicloergômetro a ~75% da capacidade aeróbia máxima cria uma carga externa de ~38% da força muscular dinâmica máxima (SARGEANT; JONES, 1995). O treinamento aeróbio também pode melhorar a função muscular e a capacidade de exercício (CRANE; MACNEIL; TARNOPOLSKY, 2013; HARBER et al., 2009; KONOPKA et al., 2011). A produção de energia muscular esquelética tem sido correlacionada à capacidade de realizar tarefas da vida diária, enquanto a capacidade de exercício está inversamente relacionada com o prognóstico de doença e morte. Estas relações sugerem que o exercício aeróbio regular possa melhorar a qualidade de

vida, melhorando a capacidade funcional e reduzindo o risco de morbidade em adultos. Coletivamente, estas observações fornecem impulso para incorporar o treinamento aeróbio como ferramenta eficiente para melhorar a capacidade funcional dos idosos, sem prejudicar (e, em muitos casos, podendo até aumentar) a massa muscular esquelética.

9. Treinamento de força e de resistência muscular para idosos

Prof. Dr. Luis Alberto Gobbo

9.1 Introdução

As principais alterações morfofuncionais decorrentes do processo de envelhecimento estão relacionadas à deterioração estrutural e funcional da maioria dos sistemas orgânicos, independentemente da presença ou não de doenças, afetando negativamente a saúde e a aptidão funcional da população idosa (LEVINGER et al., 2007).

Entre estas estruturas e funções, a redução da força e massa muscular (FRONTERA et al., 2000; TEIXEIRA; FILIPPIN; XAVIER, 2012), a diminuição da massa óssea, o aumento dos depósitos de gordura (KYLE et al., 2001) e o comprometimento do quadro metabólico (VIEIRA; PEIXOTO; SILVEIRA, 2014) podem causar importantes prejuízos para a realização das atividades da vida diária, independência, autonomia e saúde de pessoas idosas.

A sarcopenia, comumente definida como redução da força e da massa muscular associada à menor mobilidade em função do envelhecimento (BAUMGARTNER et al., 1998; CRUZ-JENTOFT et al., 2010; JANSSEN et al., 2004), contempla, praticamente, todos os prejuízos supracitados. Idosos nesta condição estão em situação de maior vulnerabilidade, ou fragilização (FRIED et al., 2001), com maiores consequências para uma vida autônoma e independente e maiores riscos de desfechos como quedas, fraturas, hospitalizações, institucionalizações e mortalidade (BAUMGARTNER et al., 1998).

Embora os avanços científicos e tecnológicos tenham garantido maior sobrevida à população, um dos grandes desafios da área da saúde para pesquisadores e profissionais é proporcionar o envelhecimento bem-sucedido – condição com manutenção

da qualidade de vida dos idosos, com a maior independência e autonomia possível – a partir, sobretudo, do envelhecimento ativo (WHO, 2005), evitando, assim, condições como a sarcopenia, especialmente em idosos mais longevos.

Para tanto, a prática regular de exercícios físicos tem sido recomendada sistematicamente para diferentes populações, em diferentes fases da vida, e em especial para a população idosa, tendo em vista os benefícios percebidos para os ganhos de força e massa muscular (BOTERO et al., 2013; PRESTES et al., 2009; SCHOENFELD, 2013), a redução de gordura corporal (BOTERO et al., 2013) e o aumento dos níveis ótimos de capacidade funcional (GERAGE et al., 2013b) e de indicadores cardiorrespiratórios e metabólicos (GERAGE et al., 2013a; RIBEIRO et al., 2016b; TOMELERI et al., 2016a).

Entre os possíveis modelos de treinamento sistematizado, o treinamento resistido (TR) é um dos que mais têm apresentado respostas positivas para as variáveis morfofuncionais descritas. Entretanto, os possíveis benefícios associados à prática do TR são, em grande parte, produto de uma perfeita relação dose-resposta, e a adequada manipulação de variáveis como número de exercícios, séries e repetições, intervalo de recuperação entre séries e exercícios, velocidade de execução, frequência semanal e ordem de execução dos exercícios pode afetar sobremaneira as respostas adaptativas por influenciar a sobrecarga imposta pela combinação entre intensidade e volume de treinamento (ACSM, 2009).

Desta forma, neste capítulo serão abordadas as principais recomendações para a prescrição do TR para pessoas idosas.

9.2 Prescrições

O American College of Sports Medicine (ACSM) com frequência publica recomendações para diferentes propostas de exercício físico para diferentes grupos etários em diferentes

condições clínicas. Para pessoas idosas, a recomendação mais atual é a publicada em 2009 (CHODZKO-ZAJKO et al., 2009). Nessa recomendação, diferentemente das recomendações para adultos saudáveis, que distingue o TR (ACSM, 2009) dos demais tipos de exercícios físicos (ACSM, 2011), as diferentes modalidades de exercício são apresentadas, com ênfase para os exercícios aeróbios e resistidos.

Mais precisamente para o TR, baseado em publicações científicas com elevado nível de evidência, a recomendação sugere que:

- A participação prolongada em programa de TR está associada a aumentos da força muscular e massa muscular e óssea, o que não é percebido isoladamente no treino aeróbio.
- Aumentos substanciais na potência muscular são verificados após programa de TR.
- A magnitude dos incrementos na qualidade muscular em idosos é similar àquelas verificadas em adultos saudáveis.
- Após programa de TR com protocolos de intensidade moderada a vigorosa, melhoras na resistência muscular são verificadas.
- O TR apresentou impactos positivos sobre a velocidade de caminhar, sentar e levantar de uma cadeira e atividades de equilíbrio.
- Alterações positivas na composição corporal foram percebidas após programas de TR, sobretudo sobre a massa livre de gordura (aumento) e gordura corporal (diminuição).
- Exercícios resistidos de alta intensidade preservam ou mesmo melhoram a densidade mineral óssea,

diretamente relacionada aos incrementos da massa muscular.

- Exercícios multimodais, que incluem força e equilíbrio, são efetivos na redução do risco de quedas nas populações mais frágeis.
- Aptidão cardiovascular e elevados níveis de atividade física diminuem o risco de declínio cognitivo e demência, sobretudo quando o TR é combinado com treino aeróbio.
- Há fortes evidências de que o TR é efetivo no tratamento de depressão clínica.

A partir dos estudos analisados, uma proposta-padrão para a prescrição do TR para pessoas idosas foi apresentada, também baseada nas recomendações do ACSM em conjunto com a American Heart Association (AHA) (NELSON et al., 2007). Neste sentido, é sugerida uma frequência semanal de no mínimo dois dias, com intensidade baseada na percepção subjetiva de Borg, na escala de zero a 10, entre 5/6 (moderada) e 7/8 (vigorosa), com oito a 10 exercícios envolvendo sobretudo os maiores grupos musculares, com oito a 12 repetições, além de atividades calistênicas, como subir escadas, e outras atividades de alongamento para os grandes grupos musculares.

Entretanto, considerando as individualidades biológicas, especialmente neste grupo etário, heterogêneo e com condições clínicas distintas, a análise pormenorizada dos programas de TR, principalmente no que diz respeito às variáveis de treinamento, se fez necessária.

9.3 Variáveis de treinamento

Apesar de as recomendações do ACSM (2009) para a progressão do TR para pessoas adultas serem altamente específicas

quanto ao controle das variáveis de treinamento, tanto para volume (número de séries, repetições, frequência semanal, duração da sessão) quanto para intensidade (percentual de uma repetição máxima (1RM), velocidade da ação muscular, intervalo entre séries e exercícios), para pessoas idosas este nível de detalhamento não é apresentado.

Entretanto, a partir da análise de revisões sistemáticas, é possível perceber que inúmeros estudos realizados com idosos, no formato de ensaios clínicos randomizados, verificaram a utilização destas variáveis sob diferentes formas, propondo, assim, valores-limite para cada variável.

Borde, Hortobágyi e Granacher (2015), em revisão sistemática de 25 estudos altamente controlados com objetivo principal de aumentar a força e massa muscular de idosos, sintetizaram os limites destas variáveis, apresentadas a seguir.

Força muscular

- Duração do programa de treinamento: 50 a 53 semanas.
- Intensidade da carga: 70% a 79% de 1RM.
- Frequência semanal: duas sessões.
- Séries: duas a três séries por exercício.
- Repetições: sete a nove repetições por série.
- Intervalos: 60 segundos entre as séries, com maior intervalo entre as repetições.

Massa muscular

- Duração do programa de treinamento: 50 a 53 semanas.
- Intensidade da carga: 51% a 69% de 1RM.
- Frequência semanal: três sessões.
- Séries: duas a três séries por exercício.
- Repetições: sete a nove repetições por série.

- Intervalos: 120 segundos entre as séries, com menor intervalo entre as repetições.

A partir da análise dos resultados dos estudos utilizados para essas recomendações, os autores verificaram efeitos positivos em todos os estudos utilizados na metanálise, seja para a força muscular, seja para a morfologia muscular (Gráfico 10).

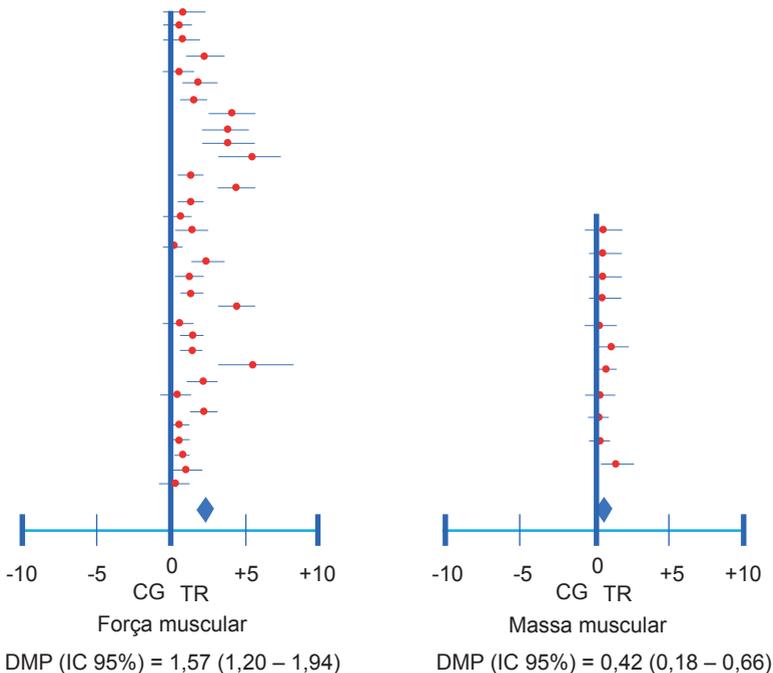


Gráfico 10 – Resumo dos efeitos de diferentes estudos com TR sobre força e massa muscular.

Fonte: Adaptado de Borde, Hortobágyi e Granacher, 2015.

*Nota: DMP: desvio médio padronizado; TR: treinamento resistido.

Ainda assim, quando a investigação científica em relação ao TR para pessoas idosas é extrapolada para além dos artigos utilizados pela revisão sistemática citada, é possível verificar benefícios sobre os componentes estudados em limites diferentes das variáveis do TR. Considerando as variáveis de treinamento, sejam elas relacionadas ao volume ou à intensidade, é possível perceber uma liberdade cada vez maior na utilização de diferentes limites para o planejamento do programa de treinamento de pessoas idosas.

Estudos recentes demonstraram que a manipulação das variáveis de treinamento em programas para pessoas idosas tem apresentado respostas similares aos programas tradicionais. Por exemplo, a utilização de séries simples ou múltiplas e também a ordem de execução dos exercícios (ênfase nos grandes grupos musculares ou ênfase nos grupos menores ou monoarticulados) se mostraram variáveis que podem ser prescritas de formas distintas, favorecendo os objetivos específicos dos idosos e suas necessidades especiais, sobretudo em função de sua funcionalidade, bem como preferência (SCHIAVONI, 2017). Os efeitos da frequência semanal (dois ou três dias por semana) sobre parâmetros como pressão arterial e flexibilidade em mulheres idosas foram estudados, com diferenças positivas superiores para o grupo com maior volume de treinamento, mas ainda com efeitos positivos para os grupos com menor frequência.

Igualmente, o sistema piramidal ou meio piramidal (12 – 10 – 8 repetições) podem ser utilizados em pessoas idosas, como são utilizados comumente os exercícios de séries múltiplas (RIBEIRO et al., 2016a, 2016b). Ainda a respeito do treinamento piramidal, programas com exercícios com maiores intervalos de repetição (15 – 10 – 5 repetições) podem ser utilizados, com benefícios esperados similares ou superiores ao sistema meio piramidal (SANTOS, 2017).

Finalmente, a periodização também pode ser manipulada, no sentido de ser trabalhada sob modelos tradicionais (ou lineares)

ou modelos ondulatórios, com alteração das intensidades de treinamento ao longo da semana (SOUZA, 2016). Além dos modelos de treinamento tradicionais, com aparelhos, pesos livres, caneleiras, algumas propostas têm sido apresentadas especificamente para a população idosa. Entre as propostas alternativas, a mais frequente em ambientes de academia, clínicas e clubes é o TR com resistência elástica, seja a partir de tubos elásticos ou de bandas elásticas. Revisão sistemática analisou os efeitos do TR com resistência elástica de 11 estudos, em homens e mulheres, com diferentes intensidades e volumes e diferentes condições clínicas. A partir de metanálise, foi verificado que a utilização da resistência elástica pode ser benéfica para pessoas idosas, levando a aumento da força muscular e redução de incapacidade funcional (MARTINS et al., 2013).

9.4 Grupos especiais

Com a transição epidemiológica, ao longo dos anos, a população idosa, maior tanto em termos absolutos quanto relativos, apresenta características bastante específicas no padrão de doenças, com maior ocorrência de doenças cardiovasculares, metabólicas e câncer, apresentando valores de prevalência e incidência altos para agravos como hipertensão arterial, diabetes *mellitus*, osteoartrite e osteoporose, entre outros.

Independentemente da condição clínica do idoso, o TR é muito sugerido para a prevenção e, em alguns casos, o tratamento de doenças crônicas. Assim, recomendações também são propostas para a população com quadro de morbidades, dentre as quais algumas prevalentes em pessoas idosas: osteoporose (ACSM, 2004), doenças cardiovasculares, hipertensão e doença arterial (AHA, 2000; PESCATELLO et al., 2004; ACSM, 1994), diabetes *mellitus* (ADA, 2004; ACSM, 2010), colesterol elevado (AHA 2001) e acidente vascular cerebral (AHA, 2004).

Em situações de maior incapacidade funcional, sobretudo em um quadro de multimorbidade, a realização de exercícios em domicílio pode ser uma alternativa interessante, ainda que carente da importante supervisão do profissional, considerando as dificuldades distintas do indivíduo em frequentar ambiente com disponibilidade de equipamentos para programas de TR tradicional.

Neste sentido, outra revisão sistemática (THIEBAUD et al., 2014) apresentou oito estudos que verificavam efeitos positivos do TR realizado no domicílio do praticante idoso. De forma geral, os treinamentos apresentaram efeitos positivos sobre a força muscular e a funcionalidade dos idosos, entretanto em menor escala, quando comparados ao treinamento tradicional, realizado em academias e com supervisão. A possível justificativa para os menores efeitos deste tipo de treinamento é a falta de supervisão para um melhor controle de progressão da sobrecarga e pela falta de motivação para o aumento da intensidade.

9.5 Considerações finais

Desta forma, o exercício físico, e mais precisamente programas de treinamento resistido para pessoas idosas, é altamente recomendado para a prevenção de doenças crônicas, a partir dos efeitos positivos sobre funcionalidade, morfologia corporal, metabolismo e, como consequência, aumento da autonomia, independência e longevidade, com maior qualidade de vida.

10. Flexibilidade e envelhecimento

Prof. Ms. Rodrigo Nuno Peiró Correia

10.1 Definição

Flexibilidade é definida operacionalmente como amplitude máxima de movimento voluntário em uma ou mais articulações, sem lesioná-las. É a capacidade física responsável pela execução voluntária de um movimento de amplitude angular máxima por uma articulação ou conjunto de articulações dentro dos limites morfológicos, e está diretamente relacionada com a mobilidade articular e a elasticidade muscular (ABDALLAH, 1998).

Segundo Gonçalves, Gurjão e Gobbi (2007), a flexibilidade é definida como a capacidade de movimento da articulação com a maior amplitude possível, podendo declinar de 20% a 30% dos 20 aos 70 anos, com um aumento desse percentual depois dos 80 anos.

De acordo com Geraldine et al. (2007), a flexibilidade é considerada um importante componente da aptidão física do idoso. A manutenção dos níveis de flexibilidade no envelhecimento é fundamental para a realização das tarefas do cotidiano, como calçar sapatos, alcançar objetos de prateleiras, vestir-se, escovar o cabelo e tomar banho. Níveis elevados de flexibilidade associam-se com a diminuição de episódios de quedas, lombalgias, incidência de lesões e alterações na postura e no equilíbrio. Desta forma, níveis normais de flexibilidade propiciam maior autonomia de movimentos executados pelo idoso em sua rotina.

10.2 Flexibilidade no envelhecimento e exercício físico

O estudo de Silva e Rabelo (2006) demonstra que o envelhecimento é caracterizado como um período de perdas

funcionais que influenciam negativamente a qualidade de vida dos indivíduos com idades mais avançadas. Com o passar dos anos, os tecidos que envolvem as articulações sofrem diminuição de sua elasticidade, ocorrendo declínio de sua amplitude articular, ocasionado também pela falta de exercícios, o que pode prejudicar a qualidade de vida do idoso.

Contudo, o American College of Sports Medicine (ACSM, 1998 apud PEROSSE, 2007) aponta que

com o processo de envelhecimento, a redução da flexibilidade vai aumentando progressivamente e isto é inevitável. Ao alcance de todos está o treinamento físico, com o objetivo de atenuar esta perda de forma acentuada, pois os indivíduos que realizaram exercícios físicos adequados quando jovens ou ainda os praticam com regularidade, conseguem retardar este acontecimento.

Para Coelho e Araújo (2000, p. 40), “a flexibilidade é uma capacidade física treinável independente do sexo ou da idade”. Para Guimarães e Guerra (2006), a flexibilidade é determinada pelos fatores de individualidade biológica, somatótipo, idade e condicionamento físico. Para este autor, a elasticidade dos tendões, ligamentos e cápsulas articulares diminui com a idade devido à deficiência de colágeno. Ao longo da vida, adultos perdem de 8 a 10 cm de flexibilidade na região lombar e no quadril (valores medidos pelo teste de sentar e alcançar). O passar dos anos afeta a estrutura dos tecidos, como também suas funções, podendo causar um acréscimo na cristalinidade das fibras colágenas, aumentando seu diâmetro e reduzindo a capacidade de extensão.

A flexibilidade de idosos pode ser melhorada com a prática regular de exercícios de alongamento. Melhores resultados serão obtidos se o alongamento for realizado de forma máxima (flexionamento ou exercício de flexibilidade), acarretando respostas fisiológicas como a ativação do órgão tendinoso de Golgi (que protege a estrutura muscular da contração excessiva) e do fuso

muscular (GALDINO et al., 2005). Para Galdino et al. (2005), o flexionamento é uma forma de trabalho máximo que visa obter melhora da flexibilidade através da viabilização de amplitudes de arcos de movimento articular superiores aos originais. Fisiologicamente, se caracteriza por provocar a ação de pelo menos um dos proprioceptores musculares (fuso muscular e órgão tendinoso de Golgi). A principal diferença entre o fuso muscular e o órgão tendinoso de Golgi é que enquanto o fuso detecta o comprimento relativo do músculo, o órgão tendinoso detecta a tensão muscular.

Segundo Guyton (1992), o fuso pode ser excitado pelo estiramento de todo o músculo e pela contração das porções terminais das fibras intrafusais. Quando o comprimento do fuso aumenta repentinamente, o receptor é ativado. A provável função do reflexo do órgão de Golgi é a de equilibrar as forças contráteis das fibras musculares dispersas, isto é, as fibras que estão exercendo tensão excessiva são inibidas, enquanto as que estão exercendo tensão muito baixa tornam-se mais excitadas. Desta forma, o flexionamento para idosos é um exercício que deve ser aplicado com cautela, sendo necessário que sua orientação seja realizada por um profissional de Educação Física.

De acordo com o ACSM (1998), o princípio para que as intervenções com exercício possam melhorar a flexibilidade é que as propriedades do tecido conectivo ou muscular podem ser melhoradas, a dor articular pode ser reduzida e os padrões de recrutamento muscular podem ser alterados. O alongamento representa uma importante atividade para o idoso, em que alguns movimentos realizados nas aulas simulam atividades do cotidiano que poderão dar mais confiança aos alunos na hora de realizar tarefas domésticas.

Conforme Coelho e Araújo (1998), o alongamento auxilia no treinamento da flexibilidade. Esses autores avaliaram a flexibilidade de indivíduos de 38 a 76 anos em um programa de

exercício físico supervisionado. Após o programa de exercícios, os níveis de flexibilidade aumentaram significativamente.

Matsudo (2004) indica que o processo de envelhecimento gera diminuição de todas as funções musculares, alterando a flexibilidade, e destaca os conceitos de flexibilidade ativa e passiva. A flexibilidade ativa se refere à maior amplitude de movimento que o indivíduo pode realizar devido à contração da musculatura agonista, enquanto a flexibilidade passiva refere-se à maior amplitude de movimento em uma articulação que o indivíduo pode alcançar sob a ação de agentes externos. Exalta a importância da manutenção e melhoria da flexibilidade durante o envelhecimento, já que o passar dos anos afeta a estrutura dos tecidos e suas funções.

10.3 Recomendações

Exercícios de alongamento deverão ser realizados regularmente para promover o incremento gradativo da amplitude de movimento das articulações, assim como a melhora da elasticidade de grupos musculares específicos.

Para a aplicação de um programa que tenha o objetivo de melhorar a flexibilidade através de exercícios de alongamento, alguns procedimentos deverão ser seguidos. De acordo com as recomendações do ACSM (2012), a rotina de alongamentos para os grandes grupos musculares e/ou grupos de tendões, utilizando técnicas estáticas ou de facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP), deverá obedecer:

Frequência: pelo menos dois a três dias por semana.

Duração: para alongamento estático, de 10 a 30 segundos, e para facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP), 6 segundos de contração seguidos por 10 a 30 segundos de alongamento.

Intensidade: desconforto leve (moderada tensão muscular).

Repetições: três a quatro vezes para cada alongamento.

Segundo Coelho et al. (2013),

na etapa de implementação serão conhecidas as reais habilidades dos participantes, uma vez que é o momento em que será colocado em prática aquilo que foi planejado. Dependendo da vivência prévia e da consciência corporal dos indivíduos, poderá haver necessidade de adaptação de alguns exercícios.

Desta forma, conforme os mesmos autores, “é necessária uma fase de adaptação, na qual, os participantes serão introduzidos aos procedimentos que serão adotados ao longo do treinamento” (COELHO et al., 2013). Contudo, estes autores apontam que

para a correta execução dos exercícios de alongamento estático é necessário que o participante saiba identificar qual é o início da sensação da dor, percebida durante a máxima amplitude de movimento. Entretanto, essa percepção precisa ser treinada. Desta forma, antes de iniciar o protocolo de treinamento elaborado, sugere-se realizar de três a seis sessões de familiarização, na qual o participante será instruído a identificar tal sensação para cada um dos exercícios. Ainda, deve-se aproveitar este período prévio ao treinamento para ensinar detalhes importantes para a correta execução dos exercícios. Na etapa de implementação, é importante controlar a frequência das participantes nas sessões de treinamento e registrar qualquer fator que possa influenciar a execução dos exercícios e o atendimento dos objetivos propostos (inflamações musculares, lesões). Para maior segurança dos participantes, recomenda-se que o profissional responsável pela sessão de treinamento leia e mantenha em fácil acesso a anamnese clínica relatada pelo médico. Assim, eventuais ocorrências, como

aumento da pressão arterial, podem ser monitoradas antes e durante as sessões (COELHO et al., 2013).

O estudo realizado por Gobbi, Villar e Zago (2005) destaca que

uma vez que os níveis de flexibilidade estão relacionados com a temperatura corporal, recomenda-se que em dias mais frios seja realizado um leve aquecimento. Assim, quanto maior a temperatura, maior será a complacência dos tecidos e conseqüentemente, maior facilidade para a execução dos exercícios de alongamento. Condições climáticas também podem influenciar a aderência ao treinamento, então deve-se observar períodos de chuvas e frio, sendo uma alternativa a alteração do horário das sessões.

11. Treinamento neuromotor para idosos

Profa. Dra. Lilian Teresa Bucken Gobbi

11.1 Resumo

Você está iniciando/aprofundando suas atividades profissionais com a população idosa. Na leitura deste livro até aqui, você já aprendeu sobre as alterações estruturais e funcionais que os indivíduos idosos apresentam. Da mesma forma, você já sabe que esta população precisa de estímulos para melhorar ou manter níveis adequados de capacidade funcional para garantir a independência na realização das atividades da vida diária e a qualidade de vida. A prática regular de exercícios físicos deve, então, fazer parte da rotina do idoso. Você também sabe que esta prática deve abranger todos os componentes da capacidade funcional, inclusive os exercícios neuromotores.

Este capítulo apresenta as mais recentes recomendações e práticas baseadas em evidências para a aplicação do treinamento neuromotor em idosos. A Introdução apresenta a conceituação, a importância e o objetivo do treinamento neuromotor nesta população. Na sequência, considerando que o treinamento neuromotor abrange equilíbrio, agilidade e coordenação, cada um dos componentes é tratado individualmente quanto a definição, instrumentos de mensuração e protocolos de intervenção. Nas conclusões são apresentadas as principais recomendações das sociedades científicas quanto ao treinamento neuromotor para idosos. Espera-se que você seja capaz de elaborar/aprimorar um programa de exercícios neuromotores quando terminar a leitura deste capítulo.

11.2 Introdução

A aptidão física diminui com a idade de forma variada entre os indivíduos porque ela é dependente do estilo de vida e de saúde adotados nas fases anteriores. Não há dúvidas sobre a necessidade da inclusão da prática regular de exercício físico, além das atividades da vida diária, na rotina do idoso, não apenas para prevenir doenças, mas também para melhorar/manter a aptidão física, a saúde e a qualidade de vida (ACSM, 2014; KJÆR et al., 2016). Ainda, novas habilidades motoras precisam ser aprendidas, da mesma forma que habilidades motoras conhecidas precisam ser reaprendidas e praticadas como parte de um programa de atividade física para idosos (MASON; HORVAT; NOCERA, 2016).

Para a maioria dos idosos, é essencial o planejamento e a execução de um programa que promova a aptidão física e explore e desenvolva exercícios cardiorrespiratórios, de resistência muscular, de flexibilidade e neuromotores (LAN; WOLF; TSANG, 2013). Da mesma forma, é imprescindível oportunizar exercícios que incluam eficiência nas habilidades de movimento funcional e autoeficácia para realizar tarefas diárias de maneira a impedir a progressão do processo de incapacidade entre os idosos (MASON; HORVAT; NOCERA, 2016). Quando um programa tem este tipo de abrangência e ainda inclui atenção e concentração, a literatura o tem apresentado com o nome “programa de exercício multimodal” (FORTE et al., 2013; VAUGHAN et al., 2012).

Você já leu nos capítulos anteriores sobre a prescrição de exercícios cardiorrespiratórios, de resistência muscular e de flexibilidade, e neste capítulo você vai aprofundar seus conhecimentos sobre os exercícios neuromotores. O treinamento neuromotor inclui equilíbrio, coordenação e agilidade – e não pare de ler; creio que posso conduzir você para uma análise recente sobre o treinamento de cada um de seus componentes de maneira específica e do treinamento neuromotor de maneira ampla em idosos. Em cada componente vou iniciar com a definição e os

testes mais usados para mensuração, que, como você sabe, devem ser empregados antes e após a intervenção, e então apresentarei os resultados de pesquisas com intervenção específica.

11.3 Equilíbrio

11.3.1 Definição

O equilíbrio corporal está relacionado ao controle das forças externas e internas para manter o corpo sobre uma base de apoio. Estas forças agem acelerando o corpo, levando-o a afastar-se de uma posição mais estável. A estabilidade postural é definida como a capacidade de manter o corpo em equilíbrio, sendo necessário que o sistema nervoso controle a posição e o movimento do centro de massa (HORAK; MACPHERSON, 2011) e sua projeção dentro dos limites da base de suporte. O equilíbrio é alcançado quando todas as forças que agem neste corpo estão controladas, o que permite ao corpo permanecer em uma orientação e posição desejada (equilíbrio estático) ou que se mova de maneira controlada (equilíbrio dinâmico) (MACPHERSON; HORAK, 2014).

11.3.2 Instrumentos de mensuração

1. Escala de Equilíbrio de Berg (MIYAMOTO et al., 2004): esta escala compreende 14 tarefas de equilíbrio (estático e dinâmico) comuns à vida diária e foi desenvolvida para mensurar o equilíbrio de idosos. O desempenho em cada tarefa é pontuado em uma escala de cinco pontos de acordo com a qualidade ou com o tempo, em que 0 indica necessidade de ajuda máxima e 4 indica um indivíduo funcionalmente independente para desempenhar a tarefa. O escore total máximo é

de 56 pontos, indicando níveis ótimos de desempenho em tarefas de equilíbrio.

2. Timed up and Go test (TUG) (ALEXANDRE et al., 2012): este teste abrange um conjunto de ações rotineiras e fundamentais para a mobilidade independente e tem sido empregado para mensurá-la em pessoas acima de 60 anos. O TUG é um teste que permite avaliar a mobilidade funcional básica, sendo que os escores de tempo são as variáveis que indicam os níveis de mobilidade dos indivíduos. O desempenho no teste é afetado por tempo de reação, força muscular dos membros inferiores, equilíbrio dinâmico e habilidade para andar. Alguns autores têm usado o TUG como instrumento para a mensuração do equilíbrio dinâmico (MADUREIRA et al., 2007; NICHOLSON; MCKEAN; BURKETT, 2014). O participante inicia o teste sentado em uma cadeira com braços, de 46 cm de altura, com os braços apoiados nos braços da cadeira e os pés, calçados com seu calçado habitual, totalmente apoiados no solo. O participante é instruído a se levantar ao sinal do avaliador e caminhar o mais rápido possível sem correr, contornar um cone posicionado a uma distância de três metros da cadeira e retornar à posição inicial. O cronômetro é acionado a partir do sinal do avaliador e parado quando o participante senta totalmente na cadeira (PODSIADLO; RICHARDSON, 1991). Após as instruções do avaliador, o participante realiza cinco tentativas, duas de familiarização e três de avaliação. O tempo gasto para realizar a tarefa é mensurado em segundos e a tentativa com menor tempo é considerada.
3. Análises cinética e cinemática (MOCHIZUKI; AMADIO, 2003): a análise cinética envolve o exame das forças internas e externas que agem sobre o corpo por meio

da avaliação do deslocamento do centro de pressão (CoP). O CoP representa a resultante das forças de reação do solo e é mensurado por meio de plataforma de força. A análise cinemática permite mensurar o deslocamento do centro de massa (CoM) em situações estáticas (postura ereta parada não perturbada) e dinâmicas (sob condições de perturbação). As análises da relação entre o CoP e o CoM se completam para explicar o desempenho em equilíbrio. Você pode mensurar o equilíbrio sob diferentes condições de base de apoio (unipodal, pés paralelos, tandem e semitandem), de visão (olhos abertos ou olhos vendados) e de perturbação (rotação e/ou translação da superfície de apoio, base instável e tarefa dupla).

11.3.3 Protocolos de intervenção

Diferentes procedimentos têm sido adotados para a melhora do equilíbrio de idosos. Em alguns deles, técnicas conhecidas têm sido aplicadas (Quadro 5), como Tai Chi Chuan (LI, 2014), BodyBalance (NICHOLSON; MCKEAN; BURKETT, 2014) e Mat Pilates (DONATH et al., 2016a). Por outro lado, treinamento baseado na perturbação do equilíbrio (JÖBGES et al., 2004; MANSFIELD et al., 2010), treinamento do andar com tarefa dupla (YANG et al., 2007) e treinamento de equilíbrio com tarefas múltiplas (GRANACHER et al., 2010; SILSUPADOL et al., 2009) também foram utilizados (Quadro 6). Apesar de todos eles terem obtido resultados positivos na melhora do equilíbrio, os treinamentos baseados na perturbação do equilíbrio e do andar com tarefas múltiplas apresentaram maiores evidências. Por outro lado, há muita variação na duração destes estudos (de 2 a 48 semanas) e nós queremos oportunizar aos idosos treinamentos de longa duração, certo?

Quadro 5 – Síntese das intervenções com técnicas conhecidas para equilíbrio de idosos.

Autor, ano	Objetivos	Treinamento	Duração e frequência	Idade e número de participantes (n)	Resultados
Li, 2014	Efeito do treinamento de equilíbrio baseado nas aplicações de Tai Chi Chuan, com enfoque específico nos limites de estabilidade e na integração sensorial de idosos ativos.	Foco na estabilidade e integração sensorial. Aquecimento (10-15 min) com exercícios básicos do Tai Chi Chuan, seguido do aprendizado e prática dos principais exercícios dessa arte marcial (40-45 min). Finalização com exercícios de respiração (3-5 min). O programa desenvolveu movimentos estáticos, perturbações de movimento autoinduzidas, variações de velocidade, amplitude e direções de movimento e base de apoio. Progressão segundo a complexidade dos movimentos.	48 semanas 2x / semana 60 min por sessão	≥ 65 anos (n = 145)	O programa permitiu melhorar os limites de estabilidade, que foram associados com melhora no rendimento funcional (TUG e caminhada).

Autor, ano	Objetivos	Treinamento	Duração e frequência	Idade e número de participantes (n)	Resultados
Nicholson, Mckean e Burkett, 2014	Determinar os efeitos do BodyBalance no equilíbrio e em tarefa funcional de idosos ativos.	Nas primeiras duas semanas, foco no aprendizado de exercícios e técnicas posturais. A partir da terceira semana, exercícios do BodyBalance. Não foram reportadas as atividades do grupo-controle.	12 semanas 2x/ semana	55-75 anos Grupo BodyBalance (n = 15) Grupo-controle (n = 16)	Houve melhora no equilíbrio unipodal, na velocidade da marcha, no TUG e no teste de sentar e levantar, e redução na oscilação do CoP mediolateral com olhos fechados.

Autor, ano	Objetivos	Treinamento	Duração e frequência	Idade e número de participantes (n)	Resultados
Donath et al., 2016a	Comparar o treinamento de Mat Pilates vs treinamento convencional de equilíbrio na força do tronco e no equilíbrio de idosos.	<p>Mat Pilates: 10 min de mobilização, respiração e extensão axial; 50 min de exercícios em posição supino, prancha plana, prancha lateral com três variações e 12 repetições. O aumento da carga se deu no número de repetições.</p> <p>Equilíbrio convencional: 10 min de aquecimento com jogos com bolas, trote e caminhada; exercícios de equilíbrio em posições estáticas (bipede, unipodal e com os pés juntos) e exercícios de controle postural dinâmico (tandem, caminhadas para frente, para trás etc.) em superfícies instáveis. A intensidade foi progressiva segundo a redução da base de apoio, informação sensorial e tarefas adicionais.</p>	<p>8 semanas 2x/semana 66 min por sessão</p>	<p>> 60 anos Grupo Equilíbrio (n = 16) Grupo Mat Pilates (n = 17)</p>	<p>O treinamento convencional de equilíbrio induziu maior rendimento na força do tronco e no equilíbrio comparado com o treinamento de Mat Pilates.</p>

Quadro 6 – Síntese das intervenções com técnicas não usuais para equilíbrio de idosos.

Autor, ano	Objetivos	Treinamento	Duração e frequência	Idade e número de participantes (n)	Resultados
Jöbges et al., 2004	Avaliar um método de treinamento postural repetitivo que ensina o paciente com Parkinson a executar passos compensatórios e relaciona isto com equilíbrio, andar e qualidade de vida.	Treinamento baseado na perturbação do equilíbrio: o paciente foi repetitivamente puxado pelas costas e empurrado pelos lados. A força dos puxões e empurrões foi adaptada ao grau de instabilidade postural. A intensidade dos puxões e empurrões aumentou quando passos compensatórios satisfatórios foram observados ou diminuiu no caso de passos compensatórios insuficientes. Nas sessões finais, a direção dos empurrões foi randomizada.	2 semanas 2x / dia 20 min por sessão Entre 180 e 230 puxões e empurrões foram aplicados por sessão.	> 41 anos (n = 14)	Melhoras no comprimento do passo compensatório (88%), tempo de iniciação do passo (30%), comprimento do passo (11%), cadência (9%), velocidade de andar (20%) e tempo no duplo suporte (48%). Não houve melhoras no equilíbrio estático.

Autor, ano	Objetivos	Treinamento	Duração e frequência	Idade e número de participantes (n)	Resultados
Mansfield et al., 2010	Avaliar um programa de treinamento baseado na perturbação do equilíbrio planejado para atingir os comprometimentos específicos da idade nas reações de recuperação do equilíbrio (passo compensatório e alcançar).	Treinamento baseado na perturbação do equilíbrio: plataforma de movimento, que transladava em quatro direções. Metade de cada sessão (12-15 min, 24 perturbações ou mais) foi direcionada para reação do passo e a outra metade para reação de alcance. A magnitude da perturbação aumentou progressivamente para cada indivíduo. Nas últimas sessões, os participantes realizaram tarefa dupla (listar palavras e andar no lugar) antes da perturbação. Programa-controlê: treinamento de flexibilidade (2x/semana) e relaxamento muscular passivo (1x/semana).	6 semanas 3x/semana 30 min por sessão	64 a 80 anos Grupo-controlê (n = 14) Grupo com perturbação (n = 16)	Melhoras na frequência das reações de passo múltiplo (31%) e colisões com o pé (67%) após a translação da superfície e nas reações de alcance (19%) após o puxão pelo cabo.

Autor, ano	Objetivos	Treinamento	Duração e frequência	Idade e número de participantes (n)	Resultados
Yang et al., 2007	<p>Examinar a efetividade de um programa de exercícios baseados em dupla tarefa na habilidade de andar de pacientes pós-acidente vascular encefálico.</p>	<p>Treinamento do andar com tarefa dupla: andar e manipular uma ou duas bolas de diâmetros diferentes (1) andar e segurar a bola com as duas mãos, (2) andar no ritmo da batida da bola, (3) andar e segurar uma bola com uma mão e quicar a outra bola com a outra mão, (4) andar e chutar a bola suspensa, (5) andar e segurar uma bola com uma mão e chutar a outra bola suspensa, (6) andar e quicar uma bola com uma mão e chutar a bola suspensa, e (7) andar e quicar uma bola em cada mão. As condições de andar variaram entre andar para frente, para trás, em rota circular e em rota na forma de S.</p> <p>Grupo-controle: sem exercício.</p>	<p>4 semanas 3x/semana 30 min por sessão</p>	<p>45 a 80 anos Grupo-controle (n = 12) Grupo de treinamento (n = 13)</p>	<p>Melhoras na velocidade de andar (30%), cadência (15%), duração da passada (0,2%) e no comprimento da passada (18%).</p>

Autor, ano	Objetivos	Treinamento	Duração e frequência	Idade e número de participantes (n)	Resultados
Silsupadol et al., 2009	<p>Comparar o efeito de três diferentes abordagens para o treinamento do equilíbrio na performance de equilíbrio em dupla tarefa de idosos com comprometimento do equilíbrio.</p>	<p>Treinamento de equilíbrio com tarefas múltiplas: individualmente, em quatro estações (12 min em cada), com atividades progressivas de estabilidade corporal (por exemplo, parado com olhos fechados, parado na posição tandem e parado sobre superfície deformante), estabilidade corporal mais manipulação (parado sobre a espuma com rápido movimento alternado das mãos ou enquanto lança e pega uma bola e parado em posição tandem enquanto segura uma cesta), transporte do corpo (andar em superfície estreita, andar para trás e transferir de uma cadeira para outra) e transporte do corpo mais manipulação.</p> <p>(continua...)</p>	<p>4 semanas 3x/semana 45 min por sessão</p>	<p>> 65 Grupo de treinamento de equilíbrio com tarefa simples (n = 7) Grupo de treinamento de equilíbrio com tarefa dupla e instruções fixas de prioridade (n = 8) Grupo de treinamento de equilíbrio com tarefa dupla e instruções variadas de prioridade (n = 6).</p>	<p>Não houve melhorias na velocidade do andar e no comprimento da passada. Melhores ocorreram no ângulo de inclinação do tornozelo (30-56%).</p>

Autor, ano	Objetivos	Treinamento	Duração e frequência	Idade e número de participantes (n)	Resultados
Silsupadol et al., 2009	Comparar o efeito de três diferentes abordagens para o treinamento do equilíbrio na performance de equilíbrio em dupla tarefa de idosos com comprometimento do equilíbrio.	(continuação) Grupo de treinamento de equilíbrio com tarefa simples: somente tarefas de equilíbrio. Grupo de treinamento de equilíbrio com tarefa dupla e instruções fixas de prioridade: prática de tarefas de equilíbrio e de cognição simultaneamente com atenção dirigida a ambas. Grupo de treinamento de equilíbrio com tarefa dupla e instruções variadas de prioridade: metade da sessão com foco em equilíbrio e a outra metade na tarefa cognitiva.	4 semanas 3 x / semana 45 min por sessão	> 65 Grupo de treinamento de equilíbrio com tarefa simples (n = 7) Grupo de treinamento de equilíbrio com tarefa dupla e instruções fixas de prioridade (n = 8) Grupo de treinamento de equilíbrio com tarefa dupla e instruções variadas de prioridade (n = 6).	Não houve melhoras na velocidade do andar e no comprimento da passada. Melhoras ocorreram no ângulo de inclinação do tornozelo (30-56%).

Autor, ano	Objetivos	Treinamento	Duração e frequência	Idade e número de participantes (n)	Resultados
Granacher et al., 2010	Investigar o impacto do treinamento de equilíbrio no desempenho do andar com e sem tarefa dupla cognitiva e/ou motora em idosos.	Treinamento de equilíbrio com tarefas múltiplas: tarefas de estabilização postural (por exemplo, tapete macio, disco de tornozelo, plataforma de equilíbrio, colchão de ar), com apoio unipodal com leve flexão de joelho (~30°) olhando fixo à frente. Um conjunto de exercícios consistiu de quatro períodos de 20 s com 40 s de descanso. A intensidade do treino aumentou com a inclusão de tarefas motoras (por exemplo, lançar e pegar uma bola enquanto realiza o exercício de equilíbrio) e pelo aumento do número de conjuntos e/ou da duração dos conjuntos de exercícios. Grupo-controle: manutenção das atividades habituais.	6 semanas 3x /semana 60 min por sessão Total de 18 sessões	> 67 Grupo-controle (n = 9) Grupo de treinamento (n = 11).	Melhoras na variabilidade da duração da passada durante andar em tarefa simples (35%), mas não em tarefas de andar duplas ou triplas.

Achei outra forma não usual de treinamento de equilíbrio e quero compartilhar com vocês. Não coloquei no Quadro 6 porque quero dedicar mais tempo a ela. Donath et al. (2016b) aplicaram um treinamento de equilíbrio com *slackline* em idosos. Você deve estar pensando, como eu, que o treinamento ocorreu em um parque e que o *slackline* foi fixado em árvores. Engano nosso: o *slackline* foi fixado em um suporte (Figura 13) e o treinamento ocorreu em um ginásio, com colchões ao redor e com barras de apoio dos dois lados do participante. O estudo foi conduzido com o objetivo de verificar os efeitos do treinamento progressivo de equilíbrio com o *slackline* no desempenho específico no equipamento (*slackline*) e na atividade muscular do tronco e dos membros inferiores. Trinta e dois idosos foram distribuídos de maneira estratificada (por idade, sexo e nível de atividade física) em dois grupos: intervenção (n = 16) e controle (n = 15). O grupo de intervenção recebeu o treinamento em 18 sessões, três vezes por semana por seis semanas, enquanto o grupo-controle recebeu três sessões educacionais de 90 minutos cada sobre o significado do treinamento neuromuscular na prevenção de quedas.

O treinamento foi elaborado em três níveis de progressão, um a cada duas semanas, para todos os participantes. Nas primeiras duas semanas, os exercícios incluíram ficar em pé e andar para a frente sobre o *slackline* e a visão das barras foi gradativamente reduzida. Na terceira e quarta semanas, o objetivo foi reduzir o número de contatos nas barras, e nas últimas semanas foram permitidos os seguintes movimentos: ficar em pé, balançar, virar e andar com e sem apoio nas barras. Cada sessão de treinamento consistiu de cinco a 10 minutos de aquecimento e 20 minutos específicos no *slackline* para cada participante, sendo um minuto no *slackline* seguidos de três minutos de intervalo, com os idosos descalços ou usando apenas meias.

Antes e depois do treinamento, os idosos foram avaliados em relação a desempenho em equilíbrio estático e sobre o *slackline*, desenvolvimento de força e força máxima dos músculos ao redor dos tornozelos. O grupo de intervenção melhorou nos tempos de permanência sobre o *slackline* em condições unipodais e tandem e na atividade muscular do membro inferior em apoio unipodal (reto abdominal, multifídeos, tibial anterior, sóleo e gastrocnêmio medial). Os autores concluíram que o treinamento de equilíbrio com o *slackline* induziu grandes melhoras no desempenho parado em pé sobre o *slackline*, que foram acompanhadas de redução da atividade muscular do membro inferior e do tronco.



Figura 13 – Ilustrações de uma idosa se equilibrando no *slackline* e de um equipamento de fixação do *slackline* com regulagem de altura.
Fonte: <https://bit.ly/2OWFf76>.

11.4 Coordenação

11.4.1 Definição

Um ato motor coordenado requer a interação entre os sistemas perceptivo e motor com a intermediação do sistema nervoso central. Este ato motor coordenado é então observado como sendo harmonioso, eficaz e eficiente em relação à sua meta. A coordenação está presente em qualquer movimento humano e representa sua execução econômica, podendo ser

classificada em coordenação motora ampla, quando envolve grandes grupos musculares, e em coordenação motora fina, que abrange pequenos grupos musculares. Esta classificação pode ser questionada: considere, por exemplo, a execução de um lance livre no basquete. A coordenação dos grandes grupos musculares nos membros inferiores está relacionada à coordenação motora ampla, enquanto a parte final do arremesso, os ajustes precisos dos movimentos dos dedos, está relacionada à coordenação motora fina. Assim, a maioria de nossos atos motores, incluindo os cotidianos e os esportivos, apresentam componentes de cada um dos tipos de coordenação. Deve ser também por isto que os instrumentos de mensuração apresentados a seguir não se restringem a apenas um tipo de coordenação, mas, por outro lado, inferem que os escores obtidos podem ser assumidos como resultado da interação entre os sistemas e que são transferíveis entre os segmentos corporais.

11.4.2 Instrumentos de mensuração

1. Teste de coordenação da American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance (Aahperd): se você está lendo este livro na sequência, já viu a descrição deste teste no capítulo 6, intitulado “Avaliação funcional motora em idosos”. Se você está lendo apenas este capítulo, por favor, leia o referido capítulo. O estudo de Polastri et al. (1999), detalhado por Zago e Gobbi (2008), aplicou um programa de exercício físico generalizado, com intensidade moderada, por oito meses, três vezes por semana, e revelou melhoras nos níveis de coordenação de idosos entre a avaliação inicial e a final, utilizando o teste de coordenação da Aahperd. Bravo et al. (1994) realizaram estudos de validação

e de reprodutibilidade que incluíram o teste de coordenação da Aahperd. Mulheres entre 50 e 70 anos foram distribuídas nos grupos de exercício ($n = 27$) e controle ($n = 25$). Apesar das melhoras observadas entre pré e pós-teste, valores baixos de reprodutibilidade foram obtidos.

2. Teste de transferência de blocos do Groningen Fitness Test for the Elderly (LEMMINK et al., 2001): este teste requer dois quadros ($56,5 \times 23 \times 2,4$ cm), cada um com 40 buracos (4 cm de diâmetro, 1,1 cm de profundidade) e 40 blocos (3,5 cm de diâmetro, 2,2 cm de altura). O participante, sentado em frente a uma mesa com os dois quadros sobre ela, é instruído a mover os blocos de um quadro para o outro em uma sequência determinada o mais rápido possível usando a mão preferida. O tempo gasto para completar o teste é cronometrado.
3. *Purdue Pegboard Test* (DESROSIERS et al., 1995; TIFFIN; ASHER, 1948): este teste mede movimentos amplos de mãos e dedos e coordenação e destreza dos dedos, e tem sido empregado para acessar as habilidades motoras finas. O participante senta com o tabuleiro (Figura 14) à sua frente e é instruído a pegar os pinos e encaixá-los ordenadamente nos buracos com a mão direita, com a mão esquerda e com ambas as mãos em 30 segundos. A pontuação final corresponde ao número de pinos corretamente encaixados. Existem variações, inclusive domésticas, para idosos, aumentando o tamanho dos pinos e dos buracos e, neste caso, o escore final é dado pelo tempo gasto para encaixar todos os pinos.



Figura 14 – Tabuleiro do *Purdue Pegboard Test*.

Fonte: <https://bit.ly/2vzmmio>.

11.4.3 Protocolos de intervenção

Diferentemente do equilíbrio, poucos estudos aplicaram uma intervenção específica para coordenação. Ordnung et al. (2017) utilizaram um treinamento individualizado baseado em vídeo game (exergames) por seis semanas, duas vezes por semana, com uma hora por sessão. Mulheres acima de 60 anos foram distribuídas randomicamente entre grupo experimental ($n = 15$) e grupo-controle ($n = 15$, sem exercício). Entre outras

variáveis de desfecho, a destreza motora fina foi mensurada por meio do Jebsen-Taylor Hand Function Test (JEBSEN et al., 1969 apud ORDNUNG et al., 2017), e o grupo experimental revelou melhoras significativas, especialmente para a mão esquerda, quando comparado com o grupo-controle. Você deve estar se perguntando por que eu não descrevi este teste. Vou responder: apesar de o estudo de Ordnung et al. (2017) ser recente, Sears e Chung (2010) não recomendam sua utilização. A questão aqui é que o treinamento de movimento baseado em vídeo game pode melhorar a coordenação motora fina por meio da transferência do desempenho em habilidades aprendidas para tarefas funcionais.

Trago agora a você dois trabalhos recentes que aplicaram treinamento de coordenação ou avaliaram indivíduos ativos. Coincidentemente, ambos estavam interessados na ativação cortical. Godde e Voelcker-Rehage (2017) examinaram o efeito de um ano de intervenções com exercício físico (treinamento cardiovascular vs treinamento de coordenação motora) na ativação cerebral em tarefas simples e complexas de andar. Quarenta e três idosos com idade entre 63 e 79 anos foram distribuídos em três grupos: treinamento cardiovascular ($n = 17$; ênfase em resistência aeróbia – caminhadas), treinamento em coordenação ($n = 15$; ênfase em coordenação motora fina e grossa – equilíbrio, coordenação olho-mão, coordenação braço-perna, orientação espacial e reação a objetos e pessoas em movimento) e grupo-controle ativo ($n = 11$; ênfase em relaxamento, alongamento e flexibilidade). A coordenação motora fina foi mensurada pelo *Purdue Pegboard Test* e melhorou de maneira similar nos dois grupos de treinamento, mas diferente no grupo-controle. Da mesma forma, a ativação cortical frontal durante as tarefas imaginadas de andar para frente e para trás também reduziu de forma semelhante para os dois grupos de treinamento. Ainda, os participantes com estado motor baixo no início foram os mais beneficiados pelas intervenções. Estes resultados também sugerem que o exercício físico tem efeitos diretos na função cerebral e

indiretos na liberação de recursos do lobo frontal necessários para o controle de ações motoras.

Chang et al. (2017) investigaram se o treinamento aeróbico e o treinamento de coordenação estão associados, de maneira geral ou específica, com funções cognitivas múltiplas, acessadas pelo teste de Stroop. Sessenta idosos com idade entre 55 e 70 anos foram intencionalmente recrutados e alocados em três grupos: treinamento de coordenação (praticantes de arte marcial chinesa e/ou Tai Chi Chuan por pelo menos três vezes por semana nos últimos seis meses), treinamento aeróbico (praticantes de caminhada, corrida e/ou natação também por três vezes por semana nos últimos seis meses) e controle (participantes irregulares em exercício, menos de duas vezes por semana). Praticantes dos dois grupos de treinamento demonstraram menores tempos de reação quando comparados aos indivíduos do grupo-controle. Ainda, as taxas mais altas em todos os índices de aptidão, tanto relacionadas à habilidade como à saúde, foram positivamente associadas com o desempenho cognitivo. Houve diferenças entre os grupos no tempo de ativação cortical global: o grupo de treinamento aeróbico apresentou ativação precoce, o grupo de treinamento de coordenação apresentou ativação intermediária e o grupo-controle, ativação tardia.

11.5 Agilidade

11.5.1 Definição

A agilidade é entendida como a capacidade do indivíduo de realizar movimentos de curta duração em alta velocidade, com mudanças de direção e/ou alterações da altura do centro de massa do corpo, envolvendo acelerações e desacelerações. Você pode estar pensando que idosos não precisam fazer ações motoras que envolvam agilidade, mas você pode ter esquecido que eles

também atendem à porta e ao telefone (fixo). A mobilidade, nestes casos, requer tanto alta intensidade como mudança de direção.

11.5.2 Instrumentos de mensuração

1. Ten Step Test (MIYAMOTO et al., 2008): Este teste é considerado como de agilidade porque inclui rapidez e repetição. Foi desenvolvido especificamente para idosos e requer a colocação alternada dos pés sobre blocos de 10 cm de altura, o mais rápido possível. O participante é convidado a realizar 10 ciclos consecutivos, sendo que cada ciclo compreende os movimentos dos dois pés. Três passos devem ser observados nas instruções a serem fornecidas aos participantes: (1) manter contato da ponta do pé com o bloco antes do início da tentativa, (2) colocar completamente o calcanhar sobre o bloco, (3) evitar saltar. Após uma tentativa de familiarização, duas tentativas devem ser realizadas, e a tentativa com o menor tempo deve ser considerada. Caso haja falha no desempenho da tarefa, a tentativa deve ser repetida.
2. Teste de agilidade e equilíbrio dinâmico da Aahperd: novamente, se você está lendo este livro na sequência, já viu a descrição deste teste no capítulo 6, intitulado “Avaliação funcional motora em idosos”. Se você está lendo apenas este capítulo, por favor, volte ao referido capítulo.

11.5.3 Protocolos de intervenção

Em 2004, Davis et al. realizaram uma revisão sistemática sobre o papel dos treinamentos de equilíbrio e agilidade na redução de quedas de idosos. Interessantemente, nenhum

estudo foi encontrado nas bases de dados que investigasse um treinamento exclusivo de agilidade. Por outro lado, este componente foi incluído em associação com equilíbrio ou treinamentos multimodais.

Ainda em 2004, Liu-Ambrose et al. conduziram um estudo para examinar a associação entre as mudanças no equilíbrio e as mudanças no risco de quedas e na aptidão física de 98 idosas com perda óssea (75 a 85 anos) após a participação em programas de exercício físico de 13 semanas. As idosas foram distribuídas em três grupos: treinamento resistido ($n = 32$), treinamento de agilidade ($n = 34$) e treinamento de alongamento (controle, $n = 32$). As sessões de treinamento, duas vezes por semana, tiveram a duração de 50 minutos. O treinamento de agilidade, que nos interessa no momento, teve cinco metas: coordenação olho-mão, coordenação olho-pé, equilíbrios estático e dinâmico e desempenho psicomotor (tempo de reação). Estas metas foram trabalhadas por meio de jogos com bola, corridas de estafeta, danças e cursos de obstáculos, e as participantes usaram protetores de quadril e foram acompanhadas pelos instrutores. Infelizmente, nenhuma avaliação específica de agilidade foi realizada. Os resultados revelaram que os grupos de treinamento resistido e de agilidade reduziram o risco de queda. Após um ano do término do estudo, as reduções no risco de queda se mantiveram e os níveis de atividade física aumentaram (LIU-AMBROSE et al., 2005).

Mais recentemente, Donath, van Dieën e Faude (2016) propuseram um quadro conceitual para treinamento baseado na agilidade com o objetivo de prevenir quedas em idosos. De acordo com os autores, os componentes da capacidade funcional (equilíbrio, força e resistência) têm sido abordados de maneira independente nas recomendações de exercícios para idosos, e esta abordagem pode impedir um treinamento integrativo das funções sensoriomotoras, neuromusculares e cardiocirculatórias, que são requeridas em situações que desafiam o equilíbrio. A proposta conceitual do treinamento baseado na

agilidade inclui percepção e tomada de decisão (por exemplo, verificação visual, reconhecimento de padrões, antecipação) e mudanças de direção (por exemplo, inícios, paradas e giros súbitos; controle reativo; contrações concêntricas e excêntricas), que poderiam integrar um treinamento neuromuscular, cardiocirculatório e cognitivo. Ainda, este treinamento pode ser conduzido em módulos que se tornam progressivamente mais complexos e desafiadores pelas mudanças de superfície (por exemplo, firme, espuma, colchão), velocidade do movimento (lento, moderado, rápido), direção do movimento (para frente, para trás, lateral, zigue-zague), repetições (por exemplo, de 5 a 25), duração (número de módulos de agilidade), séries (quantidade de repetições do circuito de agilidade), tipo de exercício (fácil, complexo, estacionário, em deslocamento, com saltos, agachamentos) e tarefa dupla (motora, cognitiva).

11.6 Estudos recentes que aplicaram treinamento neuromotor em idosos

Poucos estudos têm aplicado exclusivamente um treinamento neuromotor que inclua apenas equilíbrio, coordenação e agilidade. Selecionei os estudos de Forte et al. (2013) e de Vaughan et al. (2014) e vou lhe contar seus objetivos, como o treinamento foi planejado e executado e os principais resultados obtidos.

Forte et al. (2013) compararam um treinamento multimodal, que priorizou a coordenação, o equilíbrio e a agilidade e controlou as funções executivas¹, com um treinamento progressivo com exercícios resistidos na cognição (funções executivas) e na mobilidade funcional, considerando os ganhos na aptidão física. Quarenta e dois idosos (de 65 a 75 anos) participaram das intervenções por três meses, duas vezes por semana, com

¹ Funções executivas são atividades cognitivas responsáveis pelo planejamento e pela execução de tarefas e incluem o raciocínio, a lógica, as estratégias, a tomada de decisões e a resolução de problemas.

duração de uma hora por sessão. As sessões do treinamento multimodal foram planejadas e executadas com 15 minutos de aquecimento, 30 minutos de exercícios de agilidade, equilíbrio, coordenação e força e 15 minutos de exercícios no solo de alongamento e relaxamento. O treinamento multimodal também estimulou os componentes perceptivos e coordenativos dos movimentos e desafiou as funções cognitivas pela combinação do treinamento físico com a inibição de respostas habituais e a estimulação da flexibilidade cognitiva. As sessões de treinamento resistido consistiram de 10 minutos de aquecimento (andar e flexão, extensão e rotação das articulações) e, na sequência, um circuito com 12 exercícios de força em máquinas, pesos livres e exercícios no solo. A progressão da carga aconteceu com três séries de oito repetições a 60% de uma repetição máxima (1RM) nas primeiras duas semanas e 80% de 1RM depois, ou entre 15 e 17 no esforço percebido. A 1RM foi reavaliada a cada quatro semanas para garantir a progressão da carga.

As funções executivas, a mobilidade funcional e a aptidão muscular e cardiorrespiratória foram mensuradas antes, depois de quatro semanas e depois do final das intervenções. Para a mensuração das funções executivas, inibição e flexibilidade cognitiva, foram empregados o teste de geração de números randômicos (ALBINET; TOMPOROWSKI; BEASMAN, 2006) e o teste de construção de trilhas (STRAUSS; SHERMAN; SPREEN, 2006), respectivamente. Para o teste de geração de números randômicos, os participantes foram instruídos a gerar verbalmente uma sequência randômica de 100 números entre 1 e 9 a uma frequência de 40 números por minuto com auxílio de um metrônomo. Três índices são obtidos a partir da sequência que estão teoricamente relacionados à função inibitória: o índice de reversão (frequência de mudança entre ascendência e descendência), a adjacência (frequência de pares) e a variabilidade dos números em sequências ascendentes e descendentes. Altos valores do índice de reversão e baixos

valores de adjacência e de variabilidade indicam alta habilidade para inibir a produção de sequências estereotipadas, que contribui para o controle de atividades complexas. O teste de construção de trilhas avalia a atenção, a velocidade e a flexibilidade cognitiva. O participante é instruído a desenhar linhas conectando números em ordem crescente (parte A) e números e letras (por exemplo, 1-A, 2-B, 3-C; parte B) o mais rápido possível. O resultado é a diferença entre o tempo gasto na parte B e o tempo gasto na parte A. A mobilidade funcional foi acessada por meio da velocidade máxima de andar com e sem tarefa dupla, enquanto a aptidão muscular e cardiorrespiratória foi mensurada por meio dos torques de flexão e extensão isocinéticos máximos e do consumo máximo de oxigênio, respectivamente. A velocidade máxima de andar foi obtida por meio do teste de andar 10 metros o mais rápido possível em duas condições com demanda de atenção: andar e falar (listar animais cujo nome inicia com as letras B ou C) e andar e carregar uma caixa de papelão vazia.

Os resultados indicaram que os dois tipos de treinamento melhoraram todos os índices de inibição e a mobilidade funcional. Os autores argumentam que a função inibitória é afetada pelo exercício físico diretamente por meio do treinamento multimodal, enquanto o treinamento resistido tem efeitos indiretos sobre a função inibitória, que são mediados pelos ganhos em força muscular, desafiando a visão tradicional de que apenas o treinamento aeróbio promove melhoras cognitivas. Por outro lado, as mudanças na mobilidade funcional não foram mediadas por variáveis da aptidão física e das funções executivas. Houve melhoras no desempenho no teste de construção de trilha e na velocidade máxima de andar na tarefa de andar e falar entre o pré-teste e a avaliação de quatro semanas que foram mantidas entre a avaliação de quatro semanas e o pós-teste.

Vaughan et al. (2014) testaram os efeitos de um programa de exercício multimodal de quatro meses nas funções físicas e

neurocognitivas e no fator neurotrófico derivado do cérebro² (BDNF, sigla em inglês). A primeira coisa que você pode estar querendo me perguntar pode ser por que medir os níveis plasmáticos de BDNF. Acho que posso ajudar: em modelos animais, o aumento dos níveis de concentração periférica do BDNF (COELHO et al., 2012) indica que houve neurogênese (crescimento de novas células cerebrais) (KEMPERMANN et al., 2010) e a presença de um processo positivo de neuroplasticidade. Para favorecer o aumento dos níveis plasmáticos de BDNF, o treinamento impôs cargas cognitivas. Assim, 49 mulheres de 65 a 75 anos, sem declínio cognitivo e com menos de uma hora por semana de exercício físico foram distribuídas em grupo de intervenção (n = 25; 60 min por sessão, duas vezes por semana), com um programa multimodal que incluiu treinamento de aptidão motora (coordenação, equilíbrio, agilidade e flexibilidade) e cardiovascular e força, e grupo-controle (n = 24; sem atividade física). As medidas de função neurocognitivas (inibição, memória de trabalho, fluência verbal, velocidade de processamento de informação e flexibilidade mental) foram consideradas como primárias, enquanto as medidas de função física (teste de andar de 6 min, Timed Up and Go Test e teste de equilíbrio unipodal) e os níveis plasmáticos de BDNF (amostras sanguíneas) foram tratados como secundários. O grupo de intervenção obteve melhor desempenho que o grupo-controle em fluência verbal, flexibilidade mental, inibição, função física e níveis plasmáticos de BDNF. Desta forma, um programa de treinamento multimodal com demandas cognitivas pode alcançar maiores efeitos que intervenções unimodais, especialmente por favorecer a neurogênese em idosos.

² BDNF é uma neurotrofina que auxilia na diferenciação, sobrevivência e manutenção de populações específicas de neurônios. Ainda, o BDNF promove o desenvolvimento de neurônios imaturos e amplia a sobrevivência dos neurônios adultos.

11.7 Considerações finais

Agora você pode estar pensando em como incluir o treinamento neuromotor na sua programação de intervenção para idosos. Vamos, juntos, considerar alguns pontos que já sabemos:

1. O processo de envelhecimento não é igual para todos os indivíduos, mas uma consequência do estilo de vida e da saúde física nos anos precedentes. Ainda, diferenças marcantes existem entre os sexos.
2. Os declínios sensoriais, cognitivos e motores que acompanham o envelhecimento alteram a biomecânica do movimento e comprometem a qualidade de vida.
3. Idosos precisam aprender novas habilidades motoras, reaprender habilidades conhecidas e praticá-las com regularidade (MASON; HORVAT; NOCERA, 2016), o que favorece não só a capacidade funcional, mas também as funções cognitivas.
4. O nível de atividade física é a somatória do que o indivíduo realmente faz no seu dia a dia, enquanto a capacidade física é entendida como a atividade física máxima que o indivíduo pode desempenhar (VOLLENBROEK-HUTTEN et al., 2015). Questiono-me se os programas de exercício físico consideram os dois aspectos nas suas avaliações iniciais e finais e no planejamento da intervenção.
5. Os componentes do treinamento neuromotor têm suas especificidades e não devemos presumir que o trabalho de força melhora o equilíbrio, por exemplo. Há melhora, concordo, mas a melhora é maior quando ações motoras específicas são incluídas.

Desta forma, o treinamento neuromotor deve compor os modelos de exercício físico de idosos e ser executado de duas a três vezes por semana (GARBER et al., 2011). Nesta perspectiva, os modelos multimodais parecem ser os mais indicados para garantir a independência funcional de idosos (MASON; HORVAT; NOCERA, 2016; VAUGHAN et al., 2012), considerando a capacidade física do indivíduo. Complementando, as diferenças individuais quanto a nível de atividade física, estilo de vida, saúde e sexo precisam compor a fase de avaliação inicial e planejamento da intervenção.

Nós somos criativos e, portanto, não podemos deixar de incluir formas novas de exercício, como o *slackline* para o equilíbrio estático e dinâmico. Ainda, você já pensou em atribuir significado às ações motoras propostas? Como fazer isto? Relacione a ação motora às atividades da vida diária ou com atividades profissionais, por exemplo. O movimento deve ser contextualizado e você pode fazer o mesmo circuito de exercícios com significados diferentes: por exemplo, ir ao supermercado e arrumar as compras em casa. Sob condições novas, há aumento da atividade cognitiva, especialmente a atenção e as funções executivas. Aumente as demandas do sistema nervoso central não apenas em relação ao conhecimento do próprio (respostas a diferentes estímulos), mas também no conhecimento do ambiente e da relação com as outras pessoas. Não tenha receio, garanta todas as condições de segurança e comece devagar, forneça *feedback* e planeje a progressão de dificuldade dos movimentos e os aumentos nas exigências do ambiente.

O American College of Sports Medicine (ACSM) reuniu um grupo de pesquisadores e criou uma força-tarefa para estudar os resultados de pesquisa sobre exercício físico e envelhecimento saudável e, em 2009, esta força-tarefa publicou suas recomendações para o exercício físico de idosos (CHODZKO-ZAJKO et al., 2009). Em 2011, o ACSM publicou uma posição-padrão para prescrição de exercício físico para adultos saudáveis (GARBER et al., 2011).

Recomendo que você leia estes dois documentos, que estão disponíveis na internet. Não fique desapontado, vou resumir as posições relativas ao treinamento neuromotor a seguir.

Para equilíbrio, Chodzko-Zajko et al. (2009) indicaram que existem poucas evidências de intervenções específicas, como Tai Chi, e, portanto, somente devem ser aplicadas em populações especiais de idosos (por exemplo, com alto risco de quedas, frágeis). Para idosos com envelhecimento normal, a recomendação está depositada em programas multimodais que incluam força e equilíbrio. Por outro lado, há recomendação de atividades que incluam: (1) aumento progressivo de dificuldade das posturas que reduzam a base de suporte (bipodal, semitandem, tandem, unipodal); (2) movimentos dinâmicos que perturbem o centro de massa (andar em tandem, giros); (3) ativação dos grupos musculares posturais (ficar em pé nos calcanhares e na ponta dos pés); ou (4) redução das informações sensoriais (olhos fechados). Para os demais componentes do treinamento neuromotor (coordenação e agilidade), não há evidências ou recomendações.

Garber et al. (2011) foram mais específicos em relação ao treinamento neuromotor. As recomendações específicas são: frequência (de duas a três sessões por semana); intensidade (não determinada); duração (de 20 a 30 minutos por sessão); tipo (exercícios envolvendo habilidades motoras, exercícios proprioceptivos, atividades específicas como Tai Chi e ioga) e volume (número de repetições, intensidade). Padrão de desempenho e método de progressão não são conhecidos.

Agora terminamos, mas você sabe realmente como aplicar um treinamento neuromotor? As evidências e as recomendações ainda são inconclusivas quanto à duração, progressão, intensidade e frequência. Pense no que você já leu neste capítulo, use sua criatividade e inclua todos os componentes do treinamento neuromotor na sua intervenção, mas, por favor, não esqueça de registrar os desempenhos de seus idosos sistematicamente. Boa sorte!

12. Implementação de programas de exercício físico e envelhecimento

Profa. Ms. Érica Beatriz Lemes Pimentel Verderi

Mesmo após muitos anos, nos países em desenvolvimento, incluindo o Brasil, a busca pela qualidade de vida na velhice apresenta-se fragmentada. Embora não sejam recentes, os *aspectos do envelhecimento* não estão adequadamente equacionados em muitas profissões, apresentando desigualdade na sociedade e na saúde pública no que se refere ao atendimento das necessidades da velhice em favor da promoção de saúde do idoso como um todo, com intervenções, inclusive, que favoreçam a minimização/ desaceleração dos aspectos deletérios inerentes ou associados ao processo de envelhecimento.

Neste contexto, se pergunta: o que é qualidade de vida? E podemos dizer que qualidade de vida tornou-se uma meta que todos querem alcançar. Mas o que envolve promover qualidade de vida para o idoso? A literatura exemplifica modelos de qualidade de vida (FLECK, 2000; PEREIRA; TEIXEIRA; SANTOS, 2012) que devem ser promovidos para o idoso. Almeida, Gutierrez e Marques (2012) afirmam que o termo “qualidade de vida” envolve inúmeros campos do conhecimento humano, mas que, no entanto, tornou-se um vocábulo popular, apresentando várias conotações. “Ora identificam-na em relação a saúde, ora à moradia, ao lazer, aos hábitos de atividade física e alimentação” (ALMEIDA; GUTIERREZ; MARQUES, 2012, p. 15). Relatam ainda que qualidade de vida, “depende de ações individuais para que seja transformada, pois passa a ideia de que o sujeito pode mudar seus hábitos, e com isso, melhorar seu padrão de bem-estar e viver melhor” (ALMEIDA; GUTIERREZ; MARQUES, 2012, p. 15).

Nesse sentido, a intervenção do profissional de Educação Física deve contribuir para a transformação do idoso,

possibilitando um envelhecimento ativo, de forma que ele adquira capacidade de se auto-organizar, de ser autônomo, tornando-se um ser que interage com o meio, a despeito da idade. Mais do que transformar socialmente, é possibilitar experiências que resgatem ou promovam a aquisição de capacidades para se reestruturar e se compreender, conhecendo o mundo por meio do corpo (MERLEAU-PONTY, 1971).

A partir do conhecimento desse corpo, é possível utilizar ferramentas de que dispomos para identificação da qualidade de vida, como o WHOQOL-bref, citado por Fleck (2000) e por Kluthcovsky e Kluthcovsky (2009), e outras avaliações (MATSUDO, 2000), e assim desenvolver/promover programas que realmente atendam às necessidades e interesses dos idosos, bem como promover momentos de prazer, de convivência e de transformação humana. Nessa perspectiva, promover funcionalidade física, cognitiva e comportamental (ALTERMANN et al., 2014).

Com certeza estaremos provocando mudanças positivas na capacidade de adaptação do idoso às transformações que seu corpo apresenta, decorrentes do processo de envelhecimento ou fatores a ele associados.

Segundo Neri e Cachioni (1999 apud MENEZES; LOPES; AZEVEDO, 2009, p. 599),

Todas as modificações que surgem com o envelhecimento podem desencadear no indivíduo a necessidade de transformações, que estarão relacionadas à aceitação ou não deste processo por parte de cada um, e, também, aos valores e interesses assimilados ao longo da vida. Envelhecer bem depende do equilíbrio entre as limitações e as potencialidades do indivíduo, para enfrentar as perdas ocorridas com o envelhecimento.

Todas essas mudanças se relacionam diretamente com a melhora na realização das atividades da vida diária (AVD), sejam

elas básicas (ABVD) ou instrumentais (AIVD), obtendo a melhora da independência, da autonomia e da autoestima. Segundo Borges e Moreira, (2009, p. 567),

Os idosos com idade entre 60 e 75 anos que nunca haviam praticado atividade física com regularidade apresentaram resultados de 71,43% de dependência parcial, seguidos de 14,29% de independentes e o mesmo percentual para dependentes totais na escala de Lawton (1969) que avalia as AIVDs, e 100,00% de independência na escala de Katz (1963) que avalia as ABVDs. Os indivíduos que já haviam praticado atividade física anteriormente apresentaram 37,50% de independência, 37,50% de dependência parcial e 25,00% de dependência total na escala de Lawton; e 87,50% de independência e 12,50% de dependência parcial na escala de Katz.

Entendendo a importância de manter os idosos mais independentes e ativos, sugere-se um protocolo de *modelo de qualidade humana*, pode-se dizer assim, a ser desenvolvido como um instrumento de facilitação para a intervenção no trabalho com os idosos que contemple os estímulos essenciais de relação corpo e mente para seu benefício.

De acordo com Almeida, Gutierrez e Marques (2012, p. 18), nossa intervenção vai além da qualidade de vida:

O fato é que, a partir desse tipo de análise, todos os sujeitos têm qualidades de vida, não sendo esse um elemento a ser alcançado através de ações embutidas no padrão de boa vida da sociedade contemporânea; porém, o interessante para a vida de cada um é buscar uma boa qualidade frente às suas possibilidades individuais de ações.

Salientam, ainda:

Não busca uma caracterização dos níveis de vida apenas sobre dados objetivos; relaciona-os com fatores subjetivos e

emocionais, expectativas e possibilidades dos indivíduos ou grupos em relação as suas realizações, e a percepção que os atores têm de suas próprias vidas, considerando, inclusive, questões imensuráveis como prazer, felicidade, angústia e tristeza (ALMEIDA; GUTIERREZ; MARQUES, 2012, p. 21).

12.1 Da intervenção do profissional de educação física

As condutas devem ser pedagógicas, de formação, de construção do conhecimento, com metodologias e fins propostos para assegurar a atenção à saúde do idoso. As atividades de caráter preventivo e de recuperação devem estar baseadas em triagem padronizada (diagnóstico) que inclua a identificação de dificuldades, limitações, fatores comportamentais e doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), com seus fatores de risco modificáveis ou não.

Em seguida, os objetivos e metas devem ser traçados (prognóstico), seguidos da elaboração de programas eficientes e eficazes para a melhora da qualidade de vida humana, aprimorando e/ou recuperando as capacidades físicas, reforçando as capacidades funcionais e reduzindo as limitações e dependências, que devem ser constantemente monitoradas e controladas por meio de avaliações (GOBBI; VALDANHA NETTO, 2016).

Segundo Tribess e Virtuoso Junior (2005, p. 166) “a prescrição de exercícios deverá ser direcionada ao nível de dependência funcional do idoso, para que os programas sejam mais direcionados as necessidades das pessoas mais velhas, aumentando a efetividade do programa e reduzindo os riscos ao idoso.”

Na relação a seguir, adaptada de Spirduso (1995) por Tribess e Virtuoso Junior (2005, p. 166), são apresentados níveis de acordo com a capacidade funcional do idoso ao realizar as AVD, sendo importante considerá-los na elaboração dos programas:

Nível I

Fisicamente incapazes: totalmente dependentes.

Fisicamente dependentes: realizam algumas ABVD e são dependentes.

Nível II

Fisicamente frágeis: realizam tarefas domésticas leves, preparam as refeições, fazem compras. Conseguem fazer algumas das atividades instrumentais e todas as ABVD, que incluem as atividades de autocuidado.

Nível III

Fisicamente independentes: conseguem realizar todas as AIVD. Inclui os idosos com estilo de vida ativo, mas que não realizam atividades físicas de forma regular.

Nível IV

Fisicamente aptos ou ativos: realizam trabalho físico moderado, esportes de resistência e jogos. São capazes de realizar as atividades avançadas da vida diária e a maioria das atividades preferidas.

Nível V

Atleta: realizam atividades competitivas, podendo disputar no âmbito internacional e praticar esportes de alto risco.

É preciso considerar conceitos e atitudes na elaboração do programa, com sugestões concretas e de aplicação possível, ações essas fundamentadas nos níveis de capacidade funcional citados e nas abordagens mencionadas nos capítulos anteriores, servindo como base para o desenvolvimento de sessões mais específicas, adequadas à heterogeneidade de cada um no processo de envelhecimento.

Considerando que o mundo apresenta um aumento significativo no envelhecimento da população (IBGE, 2016) e que cada dia mais recebemos idosos que buscam programas de exercícios e/ou atividades físicas visando melhor qualidade de vida, devemos considerar que o mercado de trabalho nos traz outra frente que muito pouco vem sendo valorizada, necessitando da “congregação de multiprofissionais especializados com competência teórico-crítica, teórico-operativa e ético-política” (GONÇALVES, 2007, p. 13) que apresentem metodologias focadas na qualidade da intervenção, no que se refere à prática de exercícios e de relacionamento.

Os profissionais de Educação Física devem esclarecer e desmistificar a velhice, os pré-conceitos que afastam os idosos das sessões, promovendo, assim, de maneira inclusiva, a motivação e o desejo do idoso em participar de forma individual ou em grupo, tendo como objetivo principal a promoção da saúde e um envelhecimento mais saudável. “O idoso necessita estar engajado em atividades que o façam sentir-se útil [...] e em atividades ou ocupações que lhe proporcionem prazer e felicidade” (MENDES et al., 2005, p. 426).

Devemos promover vivências que atendam às necessidades dos idosos, que possuam significado, que promovam uma mudança pessoal, que transformem conceitos quanto ao resgate ou à manutenção da qualidade de vida humana e a importância dela para se viver bem, contribuindo para um “bem envelhecer”.

Iniciamos com algumas perguntas.

Como receber os idosos? “O envelhecimento saudável requer uma compreensão mais abrangente e adequada de um conjunto de fatores que compõem o dia a dia do idoso” (MENDES et al., 2005, p. 423).

Que expectativas eles trazem? “A habilidade pessoal de se envolver, de encontrar significado para viver, provavelmente influencia as transformações biológicas e de saúde que ocorrem no tempo da velhice. Assim, o envelhecimento é decisivamente

afetado pelo estado de espírito” (MENDES et al., 2005, p. 424). E em se tratando ainda de expectativas, Mendes et al. (2005, p. 424) afirmam que, “aos poucos, descobrem que sua vida tornou-se tristemente inútil. Nesta ausência de papéis é que podemos observar o verdadeiro problema do aposentado, sua angústia, sua marginalização e, muitas vezes, o seu isolamento do mundo”.

Que condições funcionais eles apresentam para a participação nas sessões? Nogueira (2010, p. 323) descreve que “a capacidade funcional refere-se à condição que o indivíduo possui de viver de maneira autônoma e de se relacionar em seu meio [...] e o declínio da capacidade funcional pode estar associado a uma série de fatores multidimensionais.”

Os grupos são homogêneos? Jamais, pois, de acordo com Fechine e Trompieri (2012), o envelhecimento apresenta uma dimensão heterogênea, e os idosos têm diferentes dificuldades na realização das atividades diárias, uns sendo mais rápidos, outros menos. Outros se destacam entendendo a velhice como o ponto mais alto da sabedoria. Apresentam estilos de vida, condições socioeconômicas, conceitos biológicos (físicos e psíquicos) e dimensões cognitivas e sociais diferentes.

Trazem as mesmas culturas e valores? “Reconhece-se que para cada família o envelhecimento assume diferentes valores que, dentro de suas peculiaridades, pode apresentar tanto aspectos de satisfação como de pesadelo” (MENDES et al., 2005, p. 425).

Que capacitação os profissionais de Educação Física devem possuir com relação às ações que envolvam aspectos sociais, afetivos, cognitivos e físicos em benefício dos idosos? Uma das possibilidades de intervenção com idosos é na Atenção Básica de Saúde (ABS). Coutinho (2011) relata que hoje já se pode notar mudanças com relação ao profissional de Educação Física, que está mais presente na ABS, obtendo inclusive destaque nas intervenções, e afirma:

é imprescindível um repensar das competências deste profissional diante da realidade que envolve sua atuação

neste “novo” contexto, necessitando (re)ver conceitos sobre o processo saúde-doença, ampliar a compreensão sobre políticas de saúde e de organização de sistemas e serviços de saúde e outras dimensões do conhecimento (COUTINHO, 2011).

Segundo a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS, 2005, p. 13), “envelhecimento ativo é o processo de otimização das oportunidades de saúde, participação e segurança, com o objetivo de melhorar a qualidade de vida à medida que as pessoas ficam mais velhas”.

O envelhecimento ativo aplica-se tanto a indivíduos quanto a grupos populacionais. Permitem que as pessoas percebam o seu potencial para o bem-estar físico, social e mental ao longo do curso da vida, e que essas pessoas participem da sociedade de acordo com suas necessidades, desejos e capacidades; ao mesmo tempo, propicia proteção, segurança e cuidados adequados, quando necessários (OPAS, 2005, p. 13).

Qual é o papel do profissional de Educação Física nessa correlação de envelhecer ativamente? Promover um envelhecimento ativo é humanizar, é contribuir com uma formação integral dos indivíduos, em que as ações propostas promovam a educação da pessoa idosa rumo a dias melhores, no que se refere a relacionar-se melhor com o meio e dele participar. “Analisar, não apenas a ausência de enfermidades, mas também a manutenção das condições de autonomia e de funcionalidade” (FERREIRA et al., 2012, p. 516). Trata-se de uma intervenção que deve ser vista com um olhar amplo e de contribuição interdisciplinar e intersetorial.

12.2 Do perfil

Segundo o Ministério da Saúde (BRASIL, 2007, p. 14), “os profissionais de saúde devem compreender as especificidades

dessa população e a própria legislação brasileira vigente”. Esse profissional deve ainda “estar preparado para lidar com as questões do processo de envelhecimento, particularmente no que concerne à dimensão subjetiva da pessoa idosa” (BRASIL, 2007, p. 14), entendendo o idoso como “alguém que tem um comportamento que está se modificando, e que está inserido numa família e numa sociedade, com emoções e sentimentos modificados ao longo da vida” (VERDERI, 2004, p. 30).

Com relação ao acolhimento, o Ministério da Saúde orienta “o estabelecimento de uma relação respeitosa, considerando que, com a experiência de toda uma vida, as pessoas se tornam em geral mais sábias, desenvolvem maior senso de dignidade e prudência e esperam ser reconhecidas por isso” (BRASIL, 2007, p. 15).

Verderi (2004, p. 30) complementa que o profissional de Educação Física deve ser “pessoa dedicada, paciente, aplicada, alegre, popular com os idosos, responsável, criativa, aberta às novas experiências, altamente produtiva e identificada com a Educação Física”. Deve ainda confiar no potencial do idoso e no seu próprio potencial metodológico, que, com propriedades adequadas e específicas ao grupo ou ao indivíduo, abordará questões relevantes que envolvem o processo de envelhecimento e as especificidades de cada idoso.

12.3 Possibilidades de intervenção

Encontramos pesquisas que envolvem o envelhecimento e os benefícios com a prática dos exercícios físicos (LOCKS et al., 2012) e as novas políticas de atenção à saúde do idoso (CAMACHO; COELHO, 2010). Com o envelhecimento da população, aumentaram significativamente as oportunidades de intervenção do profissional de Educação Física, que pode ministrar as sessões em muitos lugares, como clubes, academias, parques municipais, praças públicas, centros de convivência do idoso, instituições de longa permanência, ônibus de turismo,

navios, passeios específicos para idosos, hotéis-fazenda, domicílio, entre outros.

Quanto mais possibilidades a sociedade e o profissional de Educação Física oferecerem para os idosos, maiores serão os estímulos em benefício do processo de envelhecimento. Segundo Camacho e Coelho (2010, p. 280), “sob esta ótica, os serviços de saúde têm papel fundamental na atenção à saúde, para que a população idosa possa usufruir a vida com tudo aquilo que construiu”.

12.4 Dos idosos participantes

Algumas considerações importantes:

- Idosos ativos se queixam menos que os sedentários, tanto na realização das sessões de exercícios como das AVD. Borges e Moreira (2009, p. 566) identificaram que “os indivíduos sedentários apresentam nível inferior de autonomia para o desempenho nas AVD e AIVD quando comparados aos indivíduos ativos fisicamente”.
- Mulheres participam mais frequentemente do que os homens. “As mulheres se preocupam mais com o seu corpo, a sua aparência, pela beleza que possa exercer” (MENEZES; LOPES; AZEVEDO, 2009, p. 603).
- Idosos sedentários podem, no início do programa, apresentar algum nível de dependência, mas com o desenvolvimento das intervenções relatam melhora significativa no desempenho das atividades. Borges e Moreira (2009) identificaram que idosos que participavam de alguma prática de atividade física apresentavam alguma perda na capacidade funcional, mas de forma mais lenta. Para os idosos sedentários, apresentou-se um declínio mais acentuado, com algum tipo de dependência nas AVD e AIVD.

- Idosos ativos apresentam saúde mental melhor que os sedentários. Benedetti et al. (2008) referenciam o estudo de Abbott et al. (2004), que encontraram redução nos níveis de demência em 1,8 vez para homens que caminhavam aproximadamente 3 km/dia comparados com aqueles que somente caminhavam 400 m/dia.
- Muitos idosos não aceitam que estão envelhecendo e há uma busca constante por um corpo esbelto (MENEZES; LOPES; AZEVEDO, 2009).
- “A dor é a principal razão que leva o idoso a procurar o médico e a determinação para iniciar um programa de exercício físico” (VERDERI, 2004, p. 68).

12.5 Da orientação das atividades

- O profissional deve identificar se o idoso apresenta capacidade de participar de um trabalho coletivo, ou se durante essa participação necessita de atenção diferenciada, ou se deve ser encaminhado para um trabalho individualizado, para depois, já apresentando menos fragilidade e incapacidades funcionais, possa fazer parte do grupo. O profissional deve conduzir essa situação com muita atenção e cuidado para não discriminar o idoso e sobretudo não o desmotivar, o que pode levar ao abandono das atividades.
- Recomenda-se que o profissional de Educação Física procure “chamar a pessoa idosa por seu nome e manter contato visual, preferencialmente, de frente e em local iluminado, considerando um possível declínio visual ou auditivo” (BRASIL, 2007, p. 15).
- “O profissional não deve ‘infantilizar’ o relacionamento com o idoso, com frases do tipo ‘mocinha coloque seu pezinho/mãozinha aqui’. O idoso é um adulto

e como tal deve ser tratado” (NETTO; VERDERI; GOBBI, 2017, p. 53).

- É preciso explicar ao idoso com propriedade a necessidade de adaptação aos movimentos, da recuperação e do domínio do gesto, da autonomia de se posicionar e se deslocar no ambiente que o cerca e no cuidado com o movimento de outras pessoas no mesmo espaço.
- O profissional deve atentar-se à “utilização de uma linguagem clara, evitando-se a adoção de termos técnicos que podem não ser compreendidos” (BRASIL, 2007, p. 15).
- O bom relacionamento entre o idoso e o profissional de Educação Física é de suma importância. A relação de ambos envolve uma condição biopsicossocial e, segundo o Ministério da Saúde (BRASIL, 2007, p. 16), “é mais do que uma troca de palavras, trata-se de um processo dinâmico que permite que as pessoas se tornem acessíveis umas às outras por meio do compartilhamento de sentimentos, opiniões, experiências e informações”.
- O Ministério da Saúde (BRASIL, 2007) adverte sobre a necessidade de haver uma avaliação que identifique o estado de saúde do idoso antes de iniciar um programa de exercícios físicos. No entanto, para que este procedimento não seja uma barreira para iniciar as atividades, orienta-se que o idoso seja incluído inicialmente em exercícios leves.
- Os exercícios devem iniciar dos mais simples para os mais complexos, de intensidades mais leves a intensidades mais fortes. As atividades não devem oferecer movimentos de muitas repetições, lembrando

sempre de alternar as ações musculares. O limite do idoso deve ser sempre respeitado, para que não haja risco.

- Segundo o Ministério da Saúde (BRASIL, 2007, p. 22), “recomenda-se iniciar com práticas corporais/ exercícios físicos de baixa intensidade e de curta duração, uma vez que a pessoa idosa, geralmente, não apresenta condicionamento físico e pode ter limitações músculo-esqueléticas.”
- “Ao indicar uma prática corporal para uma pessoa idosa, deve-se considerar vários aspectos, como: prazer em estar realizando esta ou aquela atividade, suas necessidades físicas, suas características sociais, psicológicas e físicas” (BRASIL, 2007, p. 22).
- Não oferecer atividades que exijam alto esforço, muitas repetições para as articulações, atividades aeróbias intensas, de velocidade acelerada e mudanças de posição repentinas. Estas considerações favorecem, inclusive, a prevenção de quedas. Segundo Fabrício, Rodrigues e Costa Junior (2004), a queda pode ser decorrente de um evento intencional com mudança de posição. Pessoas de qualquer idade podem sofrer quedas, mas é importante salientar que a queda é comum no processo de envelhecimento, não intencional, sendo um evento multifatorial e heterogêneo. A queda é considerada um fator de alta relevância de morte acidental de pessoas acima de 65 anos.
- “Sugere-se a prática de 30 minutos de prática corporal regular (ao menos três vezes por semana). Uma das vantagens dessa prática é a fácil adesão por aqueles que têm baixa motivação para a prática de exercícios” (BRASIL, 2007, p. 22).
- Não encontramos registros de número adequado de idosos para uma classe de programas de exercícios,

mas considerando o número de indivíduos que encontramos nos estudos realizados, entendemos que até aproximadamente 45 idosos (LOCKS et al., 2012) pode ser um número satisfatório para que se possa fazer as observações necessárias, correções e orientações.

O profissional deve orientar os idosos a:

- Utilizar roupas e calçados adequados.
- Hidratar-se antes, durante e após a aula.
- Não estar em jejum e ingerir algum carboidrato antes de iniciar as atividades.
- Respeitar sua capacidade funcional.
- Os idosos não devem ficar expostos ao sol forte, e o local deve ser fresco e arejado.

12.6 Considerações importantes para a prática dos exercícios físicos

O corpo do idoso nos traz uma história de sentimentos e experiências em que se mistura passado e presente e que interferem e determinam a elaboração dos programas de exercícios e das atividades em geral. É importante considerar que o envelhecimento é um fator biológico e cultural, não somente cronológico, havendo a necessidade de um olhar diferenciado aos fatores históricos e culturais que caminham junto ao processo de envelhecimento e, a partir daí, construir uma visão dessa etapa biológica (BEAUVOIR, 1990), para que, assim, a prática dos exercícios físicos seja adequada ao envelhecimento comum e de cada um. Segundo Parahyba e Veras (2008), é importante mensurar as perdas para que se possa melhor intervir em benefício da condição funcional, imprescindível para que o idoso possa viver de modo mais independente em sua comunidade.

Para Souza (2003 apud MACIEL, 2010, p. 1027), “iniciar um programa de exercícios não é uma simples mudança de comportamento, mas deriva de uma série de atos, incluindo o planejamento, adaptação inicial, participação/manutenção e as experiências anteriores dos indivíduos”.

Se faz importante que na fase de diagnóstico se faça um registro inicial, que podemos chamar de Controle de Atividades e/ou Prontuário, o qual veremos mais detalhadamente no item 12.11. Ali se pode abordar a trajetória do idoso, suas experiências passadas – motoras ou de outras situações – e sua capacidade funcional atual, por exemplo, com algumas perdas menores ou consideravelmente incapacitantes. Como é esse idoso com o qual irá se relacionar, (re)educar social, física, afetiva e cognitivamente? Que limitações você deve considerar? E como ajustá-las, principalmente quando falamos de um grupo heterogêneo?

A trajetória desse corpo, por meio da avaliação, pode demonstrar uma qualidade de vida humana que vem muitas vezes com marcas de limitações e inseguranças na prática das atividades, bem como nos demais fatores que podem interferir não só na prática dos exercícios, mas também no convívio social.

12.7 Trabalho coletivo

No trabalho coletivo (TC), apresentam-se especificidades que podem comprometer a evolução das práticas das capacidades físicas e das habilidades motoras. Encontraremos a heterogeneidade, em que as dificuldades e a diminuição das capacidades funcionais que variam de pessoa para pessoa podem ser expostas ao grupo pela impossibilidade de o idoso acompanhar harmoniosamente a atividade. Isso faz com que não só o profissional de Educação Física possa encontrar dificuldades para administrar essa situação, como pode desmotivar completamente o idoso, ocasionando, inclusive, o seu afastamento das atividades – algo que jamais pode acontecer.

Duthie Junior e Katz (2002, p. 137) afirmam que “os exercícios em grupo apresentam muitos benefícios além da influência positiva sobre os fatores psicológicos e sociais”.

A atividade em grupo é uma forma de manter o indivíduo engajado socialmente, onde a relação com outras pessoas contribui de forma significativa em sua qualidade de vida. O idoso precisa ter vontade de participar do grupo para que assim possa usufruir dele, aspectos estes, que ajudam a melhorar e tornar mais satisfatória sua vida (MENDES et al., 2005, p. 424).

O desenvolvimento das atividades deve considerar essas variações e deve ser ajustado/elaborado de maneira a atender a todos, os mais ativos e os menos ativos, inclusive se tivermos nesse grupo algum idoso com alguma dependência mais acentuada, como dependência física (uso de bengalas), sensorial (tontura frequentes), mental (dificuldade na reação à variação dos estímulos), não alfabetizado, entre outros.

No entanto, com a condução adequada do profissional de Educação Física, as sessões podem oferecer motivação. São atividades que agradem o coletivo, que possibilitem ao idoso refletir sobre seus conceitos e valores, que favoreçam uma mudança no relacionamento com outros membros do grupo e consigo mesmo.

As atividades coletivas levam o idoso a se conhecer, a se expressar, a verificar que outros idosos também possuem limitações, a se sentir mais seguro e a perder o medo de se expor. Dessa maneira, passa a uma situação mais ativa e participativa não somente nas aulas mas na família e na sociedade.

12.8 Trabalho individual

O atendimento individual deve ser integral e favorecer a inclusão do idoso às atividades em grupo. Importante considerar um trabalho de ações integradas em que o profissional de Educação

Física tenha o cuidado de atendê-lo em suas limitações físicas, sociais, cognitivas e afetivas.

Para tornar realidade o atendimento integral, trabalhar em equipe constitui-se um exercício imprescindível, que deve partir da formação acadêmica do profissional em saúde, com estratégias voltadas, principalmente, para o diálogo, o cuidado, o acolhimento, o vínculo e atividades transdisciplinares. O exercício da integralidade se faz por meio de um olhar atento, que possa estar sensível às necessidades de saúde em cada momento, cada contexto (SOUZA et al., 2012, p. 454).

Trata-se de uma atuação que não tenha caráter meramente curativo, mas sim de recuperação, de adaptação, de minimização de fatores de risco, com compromisso de promover mudanças que possibilitem ao idoso passar de estágios de algum índice de dependência para estágios de independência e controle das DCNT, intervindo efetivamente na promoção de sua saúde, melhorando a qualidade do movimento e promovendo novas possibilidades de atuação nas AVD com graus mais elevados de autonomia, autoconfiança e sociabilidade. A partir daí é possível considerá-lo apto para a inclusão em atividade coletiva, mesmo que continue recebendo algum tipo de auxílio individual como instrumento de manutenção.

12.9 Responsabilidades do profissional de educação física na intervenção no envelhecimento

É necessário que o profissional seja comprometido e capacitado para a atuação, sobretudo na maneira de se relacionar com os idosos. Deve sempre ter em mente a busca da melhora da qualidade de vida humana, independência e autonomia.

Vale aqui ressaltar a definição de ser autônomo e independente. Segundo a Opas (2005, p. 14):

Autonomia é a habilidade de controlar, lidar e tomar decisões pessoais sobre como se deve viver diariamente, de acordo com suas próprias regras e preferências. Independência é, em geral, entendida como a habilidade de executar funções relacionadas à vida diária – isto é, a capacidade de viver independentemente na comunidade com alguma ou nenhuma ajuda de outros.

É certo que os idosos trazem em sua história algumas limitações, inseguranças, culturas e alguns valores que podem interferir na relação interpessoal e que podem comprometer a participação nas atividades, desmotivando o idoso a continuar.

Considerando as particularidades do processo de envelhecimento comum, a prática dos exercícios físicos deve ser incentivada com segurança, tendo como objetivo principal a busca da transformação e superação. É preciso oferecer novas abordagens nos programas, sem esquecer os aspectos culturais que os idosos trazem com eles.

O Código de Ética dos Profissionais de Educação Física, estabelece dentre as responsabilidades e deveres do profissional: assegurar um serviço seguro, competente e atualizado; elaborar o programa de atividades em função das condições de saúde do beneficiário; manter-se atualizado quanto aos conhecimentos técnicos, científicos e culturais (CONFEEF, 2015). Tais deveres remetem a uma formação adequada e a uma educação continuada (NETTO; VERDERI; GOBBI, 2017, p. 50).

De forma geral, o idoso deve ser aceito e atendido por profissionais qualificados que considerem que a intervenção não deixa de ser um processo no qual o idoso irá aprender, (re) aprender, descobrir, (re)descobrir quem ele é e o que representa neste processo, do que ele é capaz, e como esse processo pode ser transformador em todos os domínios do comportamento humano (cognitivo, social, motor e afetivo), se superando no contexto em que está inserido. O profissional deve atuar no

sentido de que o idoso se sinta protagonista de suas ações nesse processo, que ele possa aprender e também ensinar. Um processo em que as propostas possibilitem momentos de criatividade, de prazer e de convívio com o outro e sejam fomentadas por um trajeto de autoconhecimento e busca do novo.

12.10 Projetos e programas intergeracionais: um reencontro de gerações e o reviver de emoções

Embora atualmente prevaleça uma distância intelectual e afetiva, experiências demonstram que há um rico potencial de trocas afetivas e de conhecimento entre as gerações desde que se efetivem determinadas condições facilitadoras. [...] Identidade de valores cria laços de amizade entre pessoas jovens e pessoas mais velhas que, por sua vez, possibilitam uma relação coeducativa (FERRIGNO, 2011, p. 78).

O encontro de gerações favorece a integração social do idoso, e um convívio que possibilita um processo de coeducação entre crianças e jovens, promovendo sem dúvida transformação social, melhora da capacidade de comunicação e expressão, aumento de segurança, e favorecendo motivação e mudanças de crenças e valores, eliminando sentimentos negativos e evidenciando, inclusive para o jovem, que envelhecer é natural (MATOS; ALCÂNTARA, 2011) e que a velhice é “uma categoria histórica e socialmente determinada [...] e que envelhecer é um processo que cada indivíduo vivencia de forma particular e única” (MATOS; ALCÂNTARA, 2011, p. 27).

É um elo entre o passado e o presente, rico em transmissão de culturas, de valores e saberes, oferecendo possibilidades de troca entre o que se vive e o que se viveu. Leva a um relacionamento extremamente positivo, e Matos e Alcântara (2011, p. 29) relatam que, “nessa perspectiva, a sociabilidade intergeracional aparece como um constante processo de

aprendizagem, este se dando em uma dupla direção: dos velhos para os jovens e vice-versa”.

Os ambientes e momentos que os profissionais de Educação Física podem oferecer/criar para esta intergeracionalidade com certeza oferecerão descobertas, prazer, valorização do conhecimento e exteriorização de experiências. Inegável dizer que também estarão contribuindo para a reconstrução e manutenção da história não só deles, idoso, criança e jovem, mas de uma sociedade.

Segundo Pszemirower e Pochtar (2011), nota-se nos encontros intergeracionais que as crianças e até mesmos os jovens demonstram um elevado grau de interesse em participar das atividades junto com os idosos, assim como os próprios idosos. “Os primeiros viam os idosos como uma fonte de sabedoria e experiência, e mudanças de comportamento foram observadas no idoso após a revalorização, [...] desmistificando os aspectos negativos da figura do idoso” (PSZEMIAROWER; POCHTAR, 2011, p. 49).

Entende-se como um instrumento importante, pois, unindo gerações, une-se a família, integra o idoso à comunidade, compartilha seus valores, experiências recolhidas ao longo da vida. No entanto, “as relações intergeracionais precisam de tempo: não podem ser impostas, mas desenvolvidas a cada dia com base em pequenas ações concretas” (MARTÍNEZ, 2011, p. 31).

12.11 Controle das atividades

Para controle das atividades e dos programas mais adequados que serão aplicados aos idosos, se faz necessário a elaboração de um prontuário para registros dos dados pós-avaliações e que possam ser utilizados como parâmetros para elaboração das sessões, considerando a saúde corporal do idoso, a evolução dos programas, anotações das dificuldades encontrada

no desempenho das atividades, benefícios adquiridos ao longo das intervenções (cognitivo, físico, social e afetivo).

Esse prontuário, além de ser personalizado, deve estabelecer um prazo para as reavaliações, e pode ser dividido em partes, seções ou etapas. Será utilizado neste capítulo o termo “etapa”.

Relacionaremos a seguir alguns itens como sugestão, que o profissional de Educação Física poderá adaptar e ajustar de acordo com a necessidade da comunidade a ser atendida.

12.12 Prontuário de identificação e controle para a promoção de saúde do idoso

O prontuário de identificação e controle deve conter, além dos dados pessoais, aqueles relacionados a cognição, alimentação, patologias, aspectos sociais, emocionais e funcionais. É muito importante que tais dados possam ser referenciados por outros profissionais de saúde, a exemplo de psicólogo, nutricionista e médico. O Estudo Sabe (USP, 2006) identifica sete etapas deste controle, a saber:

Etapas

Etapas

Dados pessoais: nome, data de nascimento, endereço, telefone de contato, telefone de um parente, se mora com a família ou sozinho, profissão que exerceu ou se ainda exerce algum tipo de atividade laboral, uso de medicamentos diários, estado civil, se possui cuidador, se teve filhos e quantos filhos estão vivos, escolaridade, religião etc.

Etapas

Cognição: memória e memória recente (lembrar fatos, histórias, sequência de objetos; capacidade de criar, identificar objetos, cores, formar e escrever frases,

relacionar-se com os números), se tem pleno controle para tomar os próprios remédios etc.

Etapa 3

Saúde atual: se apresenta alguma doença com fator de risco, se apresenta alguma DCNT ou patologias, sintomas que costuma sentir, se realiza com frequência controle através de exames (diabetes, osteoporose, doenças do pulmão, exames de sangue, controle vascular), nome do médico que acompanha a saúde do idoso, se já teve infarto ou derrame e se apresenta alguma sequela, se sente dor nas articulações ou em alguma parte do corpo, se já sofreu queda (quando e quantas), se há comprometimento na audição e na visão, se é fumante, sedentário ou não etc.

Etapa 4

Estado emocional: como se sente com a atual situação da vida, sente-se feliz em estar vivo? Como aceita as dificuldades próprias do envelhecimento, o que faz para minimizar os desconfortos, se faz terapia com profissional psicólogo e se apresenta sintomas depressivos, se gosta mais de ficar em casa ou gosta de sair e fazer atividades e compras, se se sente mais disposto ou indisposto no dia a dia, se realiza as atividades em casa com facilidade e prazer, se participa de atividades de lazer e que promovam prazer, o que faz para relaxar e cuidar da espiritualidade etc.

Etapa 5

Alimentação: como é o controle alimentar, se tem uma rotina para as refeições, se varia as refeições com diversos tipos de nutrientes e se se hidrata adequadamente.

Etapa 6

Estado social: se participa de atividades em grupo e com que frequência, se realiza passeios com a família ou com o grupo, qual é o estado motivacional em participar de atividades em grupo, a frequência de convívio com vizinhos, amigos e parentes, se é acolhedor e disposto a colaborar, como é o relacionamento com filhos e netos.

Etapa 7

Estado funcional: dificuldades que sente em realizar as AVD e AIVD, habilidades para manusear os objetos da casa e utensílios da cozinha, se prepara as refeições, se necessita de ajuda para caminhar, atravessar a rua, fazer compras no mercado, se apresenta capacidade funcional para participar das aulas, se pode iniciar com atividades em grupo ou deve ser reabilitado individualmente primeiro, se utiliza transporte urbano e se apresenta alguma limitação, se executa atividades mais avançadas (AAVD, como cuidar do jardim, da horta, realizar tarefas domésticas pesadas (limpar chão, lavar banheiro, limpar vidros etc.)). Avaliação das capacidades físicas e habilidades motoras, condição cardiorrespiratória, desequilíbrios da coluna vertebral, amplitude articular, alongamento etc. Ainda, as aplicações das baterias de testes motores para avaliação de componentes da capacidade/aptidão funcional, descritos no capítulo intitulado “Avaliação funcional motora em idosos”, devem ser controladas.

12.13 Considerações importantes

- Os prontuários que forem preenchidos em papel devem estar legíveis e conter assinatura e número

de registro profissional no Sistema CONFEF/CREF do profissional que irá atender o idoso.

- É imprescindível o preenchimento adequado dos dados, pois é um instrumento de comunicação que possibilita a evolução das atividades e reavaliação do idoso.
- Deve conter todas as informações importantes para que o profissional de Educação Física possa elaborar as sessões adequadamente, atendendo às necessidades e aos anseios de cada um, bem como a heterogeneidade dos participantes.
- Devem ser mantidos de forma que sejam facilmente acessados, quando necessário.
- Podem ser separados por cores, classes/turmas ou atendimento personalizado.
- É importante estipular um prazo para reavaliação (MAGALHÃES, 2007).

É certo que se fazem necessários programas multidisciplinares e longitudinais de pesquisa para a melhora da intervenção em benefício da saúde do idoso. No entanto, é importante estabelecer um conceito teórico e filosófico com relação ao que é envelhecer, o que esperamos do indivíduo idoso, como a sociedade reconhece e aceita e o que desejamos enquanto profissionais de Educação Física comprometidos com a promoção da saúde, o desenvolvimento das experiências e o desafio de envelhecer com mais saúde.

O envelhecimento saudável somente se tornará uma realidade para os idosos brasileiros quando a aplicação intensiva dos métodos já existentes de promoção, tratamento e reabilitação da saúde, passar a favorecer uma parcela da população muito maior do que a que hoje deles se beneficia (CHAIMOWICZ, 2013, p. 3).

Este capítulo não se esgota nas condições objetivas, em *como fazer* e *o que fazer*, mas oferece subsídios para implementar programas de exercícios que de forma integrada promovam mudanças de hábitos e atitudes.

Que essas intervenções busquem a integralidade, apresentando ações de prevenção de agravos de doenças e promoção e recuperação da saúde, sendo a integralidade “a percepção holística do sujeito, considerando o contexto histórico, social, político, familiar e ambiental em que se insere” (SOUZA et al., 2012, p. 453).

Que as práticas possibilitem autonomia, que ofereçam novas possibilidades e novos desafios. Que sejam um modelo que não se preocupe somente com o verbo “fazer”, mas sim que, a partir da convivência diária, seja adequado à capacidade funcional comum e de cada um; que seja motivador e transformador.

Que a relação entre profissional e cliente seja um processo educativo, que não evidencie as perdas e sim a superação, “pois que os ganhos também existem e precisam ser evidenciados, para que se ultrapasse todos os limites e se permita que sua existência seja vivida com qualidade e dignidade” (MENEZES; LOPES; AZEVEDO, 2009, p. 601).

13. Aspectos nutricionais do envelhecimento

Prof. Dr. Ricardo Zanuto Pereira

13.1 Introdução

Em todo o mundo, a população de idosos vem aumentando e, em muitos países, certamente as pessoas mais velhas superarão numericamente as mais jovens num futuro bem próximo. Este crescimento abrupto da população de mais idade apresenta potencial significativo de aumento de encargos financeiros nos serviços de saúde e apoio.

No Brasil, a população idosa cresceu mais de 200% nos últimos 20 anos. Este crescimento é decorrente da melhoria das condições de saneamento, alimentação, educação e assistência à saúde, o que acaba sendo reflexo do próprio desenvolvimento socioeconômico das últimas quatro décadas. Por outro lado, esta população demanda atenção e serviços específicos. No caso da saúde, busca-se qualidade de vida por meio da promoção da saúde e da prevenção de doenças crônicas com maior incidência nesta faixa etária. Portanto, satisfazer as necessidades nutricionais dos idosos é um ponto crucial para a manutenção da saúde, independência funcional e qualidade de vida (LESLIE; HANKEY, 2015).

Enquanto muitos adultos mais velhos permanecem saudáveis se alimentando bem, outros mais pobres podem ter grandes dificuldades em satisfazer suas necessidades nutricionais (LESLIE; HANKEY, 2015; SHLISKY et al., 2017). Mais recentemente, o aumento da obesidade e, por sua vez, a incidência de doenças crônicas em idosos acabam justificando intervenções de controle de peso nessa população. É interessante notar que este crescente grupo nutricional está se tornando cada vez mais diversificado em suas necessidades nutricionais. As quantidades de micronutrientes

podem variar, e o déficit de vitamina D, ferro e uma série de outros nutrientes são relativamente comuns, podendo afetar de forma direta o bem-estar e a qualidade de vida (LESLIE; HANKEY, 2015; SHLISKY et al., 2017).

O envelhecimento apresenta uma série de desafios para a manutenção da boa saúde nutricional de idosos (BIMBO et al., 2017). Para o envelhecimento, é crucial que ocorra a manutenção do peso corporal, associado à dieta e a um estilo de vida saudável (JONES et al., 2009). Sabe-se que a manutenção de um bom estado nutricional implica melhoras significativas no bem-estar, retardando e reduzindo os riscos de desenvolvimento de doenças, mantendo a independência funcional (JONES et al., 2009; LESLIE; HANKEY, 2015).

Outro problema muito comum nesta faixa etária é a desnutrição (AHMED; HABOUBI, 2010). Trata-se de um estado em que deficiência, excesso ou desequilíbrio de energia, proteínas e outros nutrientes causa efeitos adversos sobre o funcionamento e a função de diversos órgãos e sistemas fisiológicos (AHMED; HABOUBI, 2010; STRATTON; GREEN; ELIA, 2003). É mais comum e crescente na população mais velha, em que, atualmente, 16% das pessoas com mais de 65 anos são classificadas como desnutridas (AHMED; HABOUBI, 2010; STRATTON; GREEN; ELIA, 2003).

Partindo destes pressupostos é muito importante compreendermos as principais alterações biológicas e fisiológicas sofridas por essa população em constante crescimento, que necessita de cuidados nutricionais especiais para manutenção de sua saúde e longevidade.

13.2 Alterações biológicas e fisiológicas do sistema digestório no envelhecimento

No envelhecimento, é comum a neurodegeneração do sistema nervoso entérico, podendo levar ao desenvolvimento de

sintomas gastrointestinais como disfagia, refluxo gastrointestinal e até mesmo constipação (SAFFREY, 2004). A redução de neurônios no plexo mesentérico pode levar à diminuição da motilidade esofágica e gástrica e, além disso, alterações em vias intracelulares de sinalização que controlam a contração da musculatura lisa intestinal podem ocasionar constipação (FICH; CAMILLERI; PHILLIPS, 1989; MOORE et al., 1983; SANTER; BAKER, 1988; STRATTON; GREEN; ELIA, 2003).

Também é muito comum no envelhecimento a redução da produção de ácido gástrico, levando a quadros de hipocloridria geralmente ocasionados por gastrite crônica – por isso é comum o uso de medicamentos inibidores de bomba de prótons por períodos prolongados em pessoas idosas, suprimindo as secreções gástricas. Com isso, as reduções das secreções gástricas acabam predispondo o crescimento e a proliferação excessiva de bactérias no intestino delgado (ELPHICK; ELPHICK; SANDERS, 2006). O crescimento excessivo de bactérias no intestino delgado apresenta correlação direta com a redução do peso corporal e a redução da ingestão de micronutrientes (AHMED; HABOUBI, 2010; PARLESACK et al., 2003).

Embora o pâncreas sofra alterações estruturais com o envelhecimento, não são observadas alterações funcionais relacionadas à idade (LAUGIER et al., 1991). O fígado também diminui o tamanho e o fluxo sanguíneo – em modelos animais, foram identificadas alterações nas expressões gênicas em proteínas envolvidas com inflamação, estresse celular e fibrose (CAO et al., 2001). No intestino delgado, o envelhecimento ocasiona redução do número de vilosidades e criptas (HOHN; PASCAL; KOTLER, 1978) – no entanto, as evidências mostram que não há associação clara entre as alterações morfológicas e a absorção dos nutrientes no envelhecimento (KEELAN; WALKER; THOMPSON, 1985).

No envelhecimento são muito comuns quadros de anorexia. Com o avanço da idade, o apetite é reduzido – os idosos apresentam

menos fome e se sentem saciados mais rapidamente. Ademais, comem mais lentamente e apresentam número reduzido de lanches intermediários. A ingestão média de alimentos chega a reduzir em até 30%. Essa redução geralmente apresenta relação com a diminuição do gasto energético em resposta à idade. Por outro lado, a diminuição na ingestão calórica é maior do que a redução do gasto energético, levando a perdas de massa muscular (AHMED; HABOUBI, 2010; WURTSMAN et al., 1988). Não obstante, idosos também sofrem de anorexia fisiológica, relacionada a alterações hormonais, alterações na distensão gástrica, retardamento do esvaziamento gástrico, aumento na atividade de citocinas pró-inflamatórias e redução do sentido do olfato e paladar (DOTY et al., 1984).

Estima-se que mais de 60% dos idosos com idade entre 65 e 80 anos e mais de 80% com idade acima de 80 anos apresentam redução no sentido do olfato e paladar, podendo influenciar o tipo de alimento a ser consumido e reduzindo o interesse pela ingestão diversificada de alimentos. Com isso, a dieta se torna menos variada, conseqüentemente levando a deficiências de micronutrientes. Embora ainda não seja completamente entendida, parece que a redução do número de papilas gustativas pode levar a perda do gosto (SCHIFFMAN, 1997). Além disso, alguns medicamentos comuns para a idade avançada, como antidepressivos e medicamentos para doença de Parkinson, podem afetar o paladar (SCHIFFMAN, 1997).

É comum também a queixa do aumento da plenitude e saciedade precoce em idosos. Níveis hormonais de colecistocinina (CCK), produzido pelo intestino, e de polipeptídeo pancreático (PPY) também apresentam concentrações mais elevadas em idosos. Ambos estão envolvidos na motilidade intestinal e no aumento da saciedade (MACINTOSH et al., 1999; STRADER; WOODS, 2005). Ademais, em pessoas idosas, os níveis de leptina, hormônio produzido pelos adipócitos e com efeitos sobre o controle do metabolismo energético, encontram-se mais elevados,

também auxiliando na redução do apetite. A resistência insulínica inerente à idade pode ainda implicar aumento da sinalização da leptina e inibição da grelina, este último produzido pelo estômago e que estimula a ingestão alimentar. Concomitantemente, estas alterações levam à redução do apetite (DOUCET et al., 2000; VAN DER LELY et al., 2004; ZAMBONI et al., 2004).

13.3 Avaliando a dieta do idoso

O nutricionista é o profissional indicado para essa avaliação, e diversos métodos podem ser utilizados. O recordatório de 24 horas é comumente empregado e é baseado em uma entrevista na qual o paciente informa o que comeu nas 24 horas anteriores. Este método não é muito vantajoso, pois representa apenas a ingestão de alimentos de um dia, o que pode muitas vezes não representar a ingestão habitual, além de os dados poderem ser completamente afetados caso o paciente apresente algum comprometimento cognitivo (PIRLICH; LOCHS, 2001). O registro alimentar de sete dias pode ser utilizado para eliminar estas variações. Para idosos, o questionário de frequência alimentar é utilizado para explorar a ingestão dietética durante um período de tempo e parece ser o mais adequado para essa população (OMRAN; MORLEY, 2000). Um grande número de sinais clínicos também pode indicar deficiências nutricionais (Quadro 7).

Quadro 7 – Sinais clínicos e deficiências nutricionais mais comuns em idosos.

Órgão/ sistema	Sinal/sintoma	Deficiência de nutrientes
Pele	Pele escamosa seca	Zinco/ácidos graxos essenciais
	Hiperqueratose folicular	Vitaminas A, C
	Petéquias	Vitaminas C, K
	Dermatite fotossensível	Niacina
	Má cicatrização de feridas	Zinco, vitamina C
	Dermatite escrotal	Riboflavina
Cabelo	Fino/despigmentado	Proteína
	Queda acentuada	Proteína, zinco
Unha	Despigmentação transversal	Albumina
	Quebradiça	Ferro
Boca	Sangramento nas gengivas	Vitamina C, riboflavina
	Glossite	Niacina, piridoxina, riboflavina
	Papilas atróficas	Ferro
	Hipogeusia	Zinco, vitamina A
Pescoço	Aumento da tiroide	Iodo
	Aumento da parótida	Proteína
Abdômen	Diarreia	Niacina, folato, vitamina B12
	Hepatomegalia	Proteína
Extremidades	Tendência óssea	Vitamina D
	Dor nas articulações	Vitamina C
	Sensibilidade muscular	Tiamina
	Perda de massa muscular	Proteína, selênio vitamina D
	Edema	Proteína
Neurológico	Ataxia	Vitamina B12
	Tetania	Cálcio, magnésio
	Parestesia	Tiamina, vitamina B12
	Demência	Vitamina B12, niacina
	Hiporeflexia	Tiamina

Fonte: Adaptado de Ahmed e Haboubi, 2010.

Para idosos, é muito utilizado o índice de massa corpórea (IMC), que relaciona o peso (kg) com a altura ao quadrado (m^2), predizendo risco de doenças naqueles denominados de baixo peso e obesos. De acordo a Organização Mundial da Saúde, o avaliado é classificado como com peso abaixo do normal quando $IMC < 18,5$; normal quando entre 18,5 e 24,9; sobrepeso entre 25 e 29,9; obeso entre 30 e 39,9 e obesidade mórbida quando $IMC > 49$ (WHO, 1995). Em idosos, o IMC apresenta certos limites, como pela perda da estatura causada pela compressão das estruturas vertebrais, que pode superestimar os valores do IMC. Neste caso, a altura deve ser obtida por outros segmentos corpóreos, como perna, braço ou mesmo envergadura. Dobras cutâneas, especialmente a tricípital, juntamente com a circunferência dos braços, podem indicar a massa magra. A circunferência do braço médio-superior é um excelente indicador de desnutrição em pacientes doentes (ALLARD et al., 2004). A bioimpedância, método que analisa a resistência que o corpo fornece contra a passagem de uma corrente elétrica, é simples, não invasiva e parece demonstrar um bom valor prognóstico para análise dessa população (ALLARD et al., 2004).

13.4 Recomendações nutricionais do idoso

Independentemente da faixa etária, a dose dietética recomendada (RDA) para proteínas é de 0,8 g de proteína por quilograma de peso corporal por dia para adultos (INSTITUTE OF MEDICINE OF THE NATIONAL ACADEMIES, 2005). Esta quantidade preconizada é o mínimo diário para evitar a perda progressiva de massa corporal magra, mas diversas evidências apontam que uma ingestão maior de proteínas acima da RDA facilita a melhora da força muscular, força, resposta imunológica, cicatrização e pressão arterial (BAUER et al., 2013; LANCHÁ JUNIOR et al., 2017; MURTON, 2015; VOLPI et al., 2013; WOLFE; MILLER; MILLER, 2008). Aparentemente, o

consumo de RDA de 1,5 g de proteína por quilograma de peso corporal por dia é um consumo razoável para idosos, visando otimizar a ingestão proteica em termos funcionais e de saúde (LANCHA JUNIOR et al., 2017; MURTON, 2015).

A deficiência de vitaminas e minerais pode ser ocasionada pela dieta desequilibrada e redução na ingestão alimentar. Além disso, muitos medicamentos utilizados nessa fase da vida podem afetar a absorção de vitamina, interferindo no metabolismo hepático. O cigarro também pode interferir na absorção de vitaminas, particularmente a vitamina C e o ácido fólico, e indivíduos mais velhos apresentam dificuldade na excreção de vitamina A, podendo apresentar quadros de hipervitaminose (AHMED; HABOUBI, 2010; STEPTOE; WARDLE, 2017).

Outro nutriente importante e que geralmente apresenta deficiência no envelhecimento é a vitamina D, o que pode ocasionar osteomalácia, raquitismo e miopatias, além de estar associado à redução da densidade óssea e da mobilidade e maior risco de quedas. Não obstante, os níveis baixos de vitamina D podem se correlacionar ao desenvolvimento de diabetes do tipo 1, artrite reumatoide e doenças cardiovasculares (CALVO; WHITING; BARTON, 2004). Além das alterações na ingestão de alimentos ricos em vitaminas D, é comum os idosos apresentarem redução na produção desse nutriente pela pele devido ao seu afinamento, além da diminuição da exposição à luz solar.

Mais uma vitamina muito deficitária em idosos é a B12, com incidência em praticamente 12% a 14% dos idosos (KRASINSKI et al., 1986). Essa redução pode ocasionar anemia macrocítica, degeneração medular, neuropatias, ataxia, glossite e demência, além de elevar os níveis de homocistina, aumentando o risco cardiovascular (ABYAD, 2002; AHMED; HABOUBI, 2010; KRASINSKI et al., 1986), e está associada à redução da densidade óssea e ao aumento na taxa de fratura do quadril (ABYAD, 2002; MCLEAN et al., 2004).

Outra deficiência comum é de folato, presente em vegetais de folhas escuras, amendoim, suco de laranja, morangos etc. Em torno de 50% dos idosos apresentam deficiência de folato, o que pode aumentar muito a incidência de anemia macrocítica e causar aumento da homocistina, que se correlaciona diretamente com câncer colorretal, de colo do útero e, possivelmente, com o comprometimento cognitivo e depressão (MCLEAN et al., 2004).

Também é muito importante nos atentarmos à ingestão de fluidos e eletrólitos. Idosos são mais suscetíveis a desequilíbrios de fluidos e eletrólitos devido à deficiência renal fisiológica e de alterações nos mecanismos de percepção da sede. Apesar da necessidade de ingestão de líquidos, geralmente os idosos não consomem as quantidades adequadas (DREWENOWSKI; WARREN MEARS, 2001; ROLLS; PHILLIPS, 1990). Dessa forma, é importante ficar extremamente atento à ingestão de água principalmente na prática de atividades físicas. Uma boa forma de controlar essa ingestão é se pesar antes e depois da atividade física – uma boa hidratação deve manter o peso exatamente igual no início e término da atividade.

13.5 Exercício físico e nutrição do idoso

A independência funcional do idoso é um grande marcador de sua qualidade de vida no processo de envelhecimento. Uma das grandes ameaças a essa independência é a perda de massa e função muscular, comumente conhecida como “sarcopenia”. Outro fator de risco à saúde na idade avançada, sobretudo na sociedade moderna, é a obesidade. A prevalência de obesidade em pessoas idosas vem aumentando na mesma medida em que a população vem envelhecendo e, de forma semelhante à sarcopenia, a obesidade severa tem sido consistentemente associada a vários resultados negativos na saúde, deficiências, quedas e limitações de mobilidade, tornando-se, ambas, um grande

risco para a saúde dos idosos (GOISSER; KEMMLER; PORZEL, 2015). Há fortes evidências na literatura sobre intervenções de exercícios na sarcopenia, especialmente os de força, e, para indivíduos idosos obesos, exercícios de força associados ao controle dietético parecem ser os mais eficientes para melhoras da função muscular e redução da gordura corporal (CEDERHOLM et al., 2011; CRUZ-JENTOFT et al., 2010; GOISSER; KEMMLER; PORZEL, 2015; GOODPASTER et al.; 2001) (Figura 15).

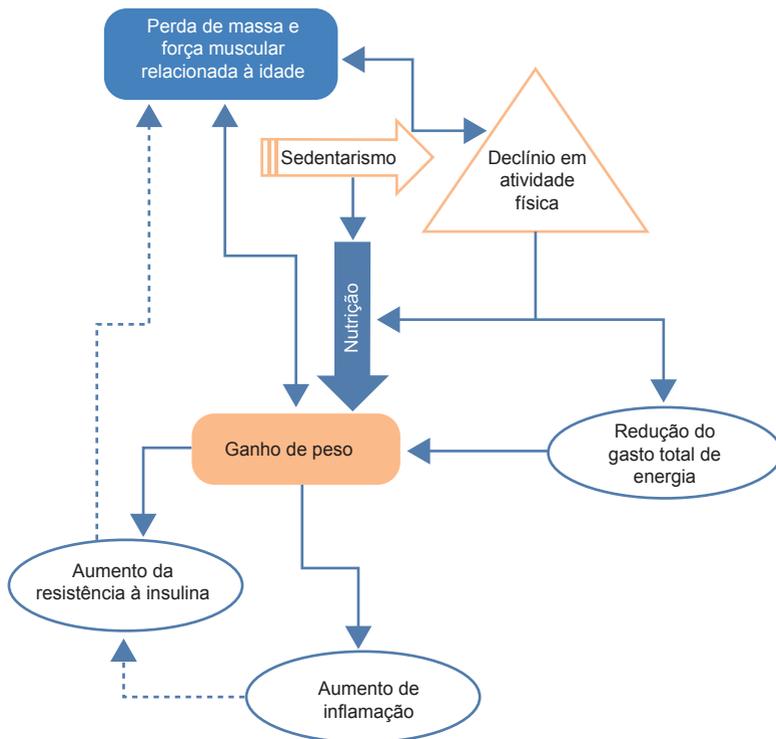


Figura 15 – Influência da atividade física e do controle dietético na sarcopenia e obesidade do idoso.

Fonte: Adaptado de Goisser, Kemmler e Porzel, 2015.

Programas para perda de peso de idosos obesos devem ser baseados nos efeitos sobre as alterações na composição corporal e nos parâmetros funcionais. Para manutenção da massa muscular, é importante a prática regular de exercícios, principalmente os de força. Além disso, as intervenções dietéticas focadas no déficit calórico são controversas, porque qualquer perda de peso, intencional ou não, pode levar a aumento da sarcopenia, perda óssea, deficiências nutricionais e até mesmo mortalidade (CETIN; NASR, 2014; HAN; TAJAR; LEAN, 2011; MATHUS-VLIEGEN, 2012a). Estima-se que aproximadamente 25% da perda de peso em idosos obtida com dietas de restrição de energia em curto prazo é de massa muscular, enquanto a recuperação de peso após a perda é predominantemente um ganho de massa gorda, e não massa magra. Portanto, um plano adequado de dieta e treinamento deve ser bem conduzido, e a manutenção em longo prazo da redução de gorduras e preservação da massa muscular deve ser observada (BOUCHONVILLE; VILLAREAL, 2013; CETIN; NASR, 2014; MATHUS-VLIEGEN, 2012a; PORTER STARR; MCDONALD; BALES, 2014; VILLAREAL et al., 2005; WEINHEIMER; SANDS; CAMPBELL, 2010).

Desta forma, para idosos, dietas com ingestão muito abaixo do consumo diário de energia recomendado (< 1.000 kcal/dia) são fortemente contraindicadas (COOPER et al., 2013; VILLAREAL et al., 2005). Uma restrição moderada de 200-750 kcal/dia, visando perda de peso moderada entre 0,5 kg e 1 kg/semana ou mesmo de 8% a 10% do peso corporal total inicial após seis meses, assegura uma ingestão de proteína de pelo menos 1 g por quilograma de peso corporal por dia e adequada ingestão de micronutrientes. Estas adaptações são mais seguras e aconselháveis, parecendo apresentar resultados mais benéficos em longo prazo na população em geral, especialmente quando combinadas com atividades físicas (MATHUS-VLIEGEN, 2012a, 2012b; PARR; COFFEY; HAWLEY, 2013).

Considerando ainda o perigo implícito do “efeito sanfona”, que pode levar à sarcopenia, o apoio à manutenção em longo prazo da redução da massa de gordura e manutenção ou aumento da massa muscular precisa ser parte da intervenção em idosos obesos. A dieta inadequada e a desnutrição pioram acentuadamente o estado funcional, a redução da massa muscular e óssea, disfunções imunológicas e cognitivas, anemia, cicatrização inadequada e levam, conseqüentemente, a maior mortalidade. Assim, buscar estratégias que adequem a alimentação associada à atividade física regular pode melhorar significativamente a saúde e a qualidade de vida no envelhecimento.

REFERÊNCIAS

ABADE, M.; ZAMAI, C. A. Estudo sobre a influência da prática da atividade física na síndrome depressiva e no bem-estar de sujeitos da terceira idade. **Movimento e Percepção**, Espírito Santo do Pinhal, v. 10, n. 14, p. 319-335, 2009.

ABBAS, A. K.; LICHTMAN, A. H.; PILLAI, S. **Imunologia Celular e Molecular**. 8. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

ABE, T. et al. Time course for strength and muscle thickness changes following upper and lower body resistance training in men and women. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 81, n. 3, p. 174-180, 2000.

ABYAD, A. Prevalence of vitamin B12 deficiency among demented patients and cognitive recovery with colbalamin replacement. **The Journal of Nutrition, Health and Aging**, Paris, v. 6, n. 4, p. 254-260, 2002.

ACHOUR JÚNIOR, A. **Flexibilidade**: teoria e prática. Londrina: Atividade Física e Saúde, 1998.

ACSM. AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. American College of Sports Medicine position stand: progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 41, n. 3, p. 687-708, 2009.

_____. **ACSM's health/fitness facility standards and guidelines**. 4. ed. Champaign: Human Kinetics, 2012.

_____. **ACSM's guidelines for exercise testing and prescription**. 9. ed. Baltimore: Williams and Wilkins, 2014.

AGONDI, R. C. et al. Imunossenescência. **Revista Brasileira de Alergia e Imunopatologia**, São Paulo, v. 35, n. 5, p. 196-176, 2012.

AGUIAR, A. V. O lúdico como instrumento cultural e aproximação de gerações. **A Terceira Idade**, São Paulo, v. 16, n. 33, p. 85-101, 2005.

AHMED, T.; HABOUBI, N. Assessment and management of nutrition in older people and its importance to health. **Clinical Intervention in Aging**, Auckland, v. 5, p. 207-216, 2010.

AKASAKI, Y. et al. Glycolytic fast-twitch muscle fiber restoration counters adverse age-related changes in body composition and metabolism. **Aging Cell**, Oxford, v. 13, n. 1, p. 80-91, 2014.

ALBINET, C.; TOMPOROWSKI, P. D.; BEASMAN, K. Aging and concurrent task performance: cognitive demand and motor control. **Educacional Gerontology**, Abingdon, v. 32, n. 9, p. 689-706, 2006.

ALBINET, C. T. et al. Increased heart rate variability and executive performance after aerobic training in the elderly. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 109, n. 4, p. 617-624, 2010.

ALEMAN-MATEO, H. et al. Physiological effects beyond the significant gain in muscle mass in sarcopenic elderly men: evidence from a randomized clinical trial using a protein-rich food. **Clinical Interventions in Aging**, Auckland, v. 7, p. 225-234, 2012.

ALEXANDRE, T. S. et al. Accuracy of Timed Up and Go Test for screening risk of falls among community-dwelling elderly. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v. 16, n. 5, p. 381-388, 2012.

ALLARD, J. P. et al. Nutrition risk factors for the survival in elderly living in Canadian long-term care facilities. **Journal of the American Geriatrics Society**, Malden, v. 52, n. 1, p. 59-65, 2004.

ALMEIDA, F. N. **Desidroepiandrosterona (DHEA) e envelhecimento: mecanismos celulares do efeito potencializador sobre a secreção de insulina**. 2012. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <<https://bit.ly/2NJjoyz>>. Acesso em: 14 abr. 2017.

ALMEIDA, M. A. B.; GUTIERREZ, G. L.; MARQUES, R. **Qualidade de vida: definição, conceitos e interfaces com outras áreas de pesquisa**. São Paulo: EACH USP, 2012.

ALTERMANN, C. D. C. et al. Influence of mental practice and movement observation on motor memory, cognitive function and motor performance in the elderly. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, São Carlos, v. 18, n. 2, p. 201-209, 2014.

ANTUNES, H. K. et al. Aerobic physical exercise improved the cognitive function of elderly males but did not modify their blood homocysteine levels. **Dementia and Geriatric Cognitive Disorders Extra**, Basel, v. 5, n. 1, p. 13-24, 2015.

ARAUJO, A. B.; WITTERT, G. A. Endocrinology of the aging male. **Best Practice and Research: Clinical Endocrinology and Metabolism**, Amsterdam, v. 25, n. 2, p. 303-319, 2011.

ASH, G. I.; EICHER, J. D.; PESCATELLO, L. S. The promises and challenges of the use of genomics in the prescription of exercise for hypertension: the 2013 update. **Current Hypertension Reviews**, Saif Zone, v. 9, n. 2, p. 130-147, 2013.

AUGERI, A. L. et al. The endothelial nitric oxide synthase -786 T>C polymorphism and the exercise-induced blood pressure and nitric oxide responses among men with elevated blood pressure. **Atherosclerosis**, Amsterdam, v. 204, n. 2, p. e28-e34, 2009.

AW, D.; SILVA, A. B.; PALMER, D. B. Immunosenescence: emerging challenges for an ageing population. **Immunology**, Oxford, v. 120, n. 4, p. 435-446, 2007.

BARREIRO, E. et al. Aging, sex differences, and oxidative stress in human respiratory and limb muscles. **Free Radical Biology and Medicine**, New York, v. 41, n. 5, p. 797-809, 2006.

BARRY, A. et al. Impact of exercise on innate immunity in multiple sclerosis progression and symptomatology. **Front Physiol**, Lausanne, v. 2, n. 7, p. 194, 2016.

BAUER, J. et al. Evidence-based recommendations for optimal dietary protein intake in older people: a position paper from the PROT-AGE Study

Group. **Journal of the American Medical Directors Association**, Hagerstown, v. 14, n. 8, p. 542-559, 2013.

BAUMGARTNER, R. N. Body composition in healthy aging. **Annals of the New York Academy of Sciences**, New York, v. 904, p. 437-448, 2000.

BAUMGARTNER, R. N. et al. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. **American Journal of Epidemiology**, Baltimore, v. 147, n. 8, p. 755-763, 1998.

BEAUVOIR, S. **A velhice**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1990.

BENEDETTI, T. R. B. et al. Atividade física e estado de saúde mental de idosos. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 42, n. 2, p. 302-307, 2008.

_____. Associação entre os diferentes testes de força em idosos praticantes de exercícios físicos. **Fitness and Performance Journal**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 1, p. 52-57, 2010.

BENGTSON, V. L.; RICE, C. J.; JOHNSON, M. L. Are theories of aging important? Models and explanations in gerontology at the turn of the century. In: BENGTSON, V. L.; SCHAIE, W. (Ed.). **Handbook of theories of aging**. New York: Springer, 1999. p. 3-20.

BERTOLI, A. et al. Low FT3: a possible marker of frailty in the elderly. **Clinical Interventions in Aging**, Auckland, v. 12, p. 335-341, 2017.

BIMBO, F. et al. Consumers' acceptance and preferences for nutrition-modified and functional dairy products: a systematic review. **Appetite**, London, v. 113, p. 141-154, 2017.

BINKLEY, N.; KRUEGER, D.; BUEHRING, B. What's in a name revisited: should osteoporosis and sarcopenia be considered components of "dysmobility syndrome"? **Osteoporosis International**, London, v. 24, n. 12, p. 2955-2959, 2013.

BONOMINI, F.; RODELLA, L. F.; REZZANI, R. Metabolic syndrome, aging and involvement of oxidative stress. **Aging and Disease**, Novato, v. 6, n. 2, p. 109-120, 2015.

BORDE, R.; HORTOBÁGYI, T.; GRANACHER, U. Dose-response relationships of resistance training in healthy old adults: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, Auckland, v. 45, n. 12, p. 1693-1720, 2015.

BORGES, M. R. D.; MOREIRA, A. K. Influências da prática de atividades físicas na terceira idade: estudo comparativo dos níveis de autonomia para o desempenho nas AVDs e AIVDs entre idosos ativos fisicamente e idosos sedentários. **Motriz**, Rio Claro, v. 15, n. 3, p. 562-573, 2009.

BOTERO, J. P. et al. Effects of long-term periodized resistance training on body composition, leptin, resistin and muscle strength in elderly post-menopausal women. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Roma, v. 53, n. 3, p. 289-294, 2013.

BOUCHARD, C. et al. **Physical activity, fitness, and health consensus statement**. Champaign: Human Kinetics, 1993.

BOUCHONVILLE, M. F.; VILLAREAL, D. T. Sarcopenic obesity: how do we treat it? **Current Opinion in Endocrinology, Diabetes, and Obesity**, London, v. 20, n. 5, p. 412-419, 2013.

BRACH, J. S. et al. The association between physical function and lifestyle activity and exercise in the health, aging and body composition study. **Journal of the American Geriatrics Society**, Malden, v. 52, n. 4, p. 502-509, 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Envelhecimento e saúde da pessoa idosa**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

_____. **Envelhecimento e saúde da pessoa idosa**. Brasília: Ministério da Saúde, 2007.

BRAULT, J. J.; JESPERSEN, J. G.; GOLDBERG, A. L. Peroxisome proliferator-activated receptor gamma coactivator 1alpha or 1beta overexpression inhibits muscle protein degradation, induction of ubiquitin ligases, and disuse atrophy. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 285, n. 25, p. 19460-19471, 2010.

BRAVO, G. et al. The functional fitness assessment battery: reliability and validity data for elderly women. **Journal of Aging and Physical Activity**, Birmingham, v. 2, n. 1, p. 67-79, 1994.

BRITO, F. Transição demográfica e desigualdades sociais no Brasil. **Revista Brasileira de Estudos de População**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 5-26, 2008.

BRODIN, P.; DAVIS, M. M. Human immune system variation. **Nature Reviews: Immunology**, London, v. 17, n. 1, p. 21-29, 2017.

BROOK, R. D. et al. Beyond medications and diet: alternative approaches to lowering blood pressure: a scientific statement from the American Heart Association. **Hypertension**, Dallas, v. 61, n. 6, p. 1360-1383, 2013.

BUFFA, R. et al. Body composition variations in ageing. **Collegium Antropologicum**, Zagreb, v. 35, n. 1, p. 259-265, 2011.

CALVO, M. S.; WHITING, S. J.; BARTON, C. N. Vitamin D fortification in the United States and Canada: current status and data needs. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 80, p. 1710S-1716S, 2004. Suplemento.

CAMACHO, A. C. L. F.; COELHO, M. J. Políticas públicas para a saúde do idoso: revisão sistemática. **Revista Brasileira de Enfermagem**, Brasília, v. 63, n. 2, p. 279-284, 2010.

CAMARANO, A. A. (Ed). **Novo regime demográfico: uma nova relação entre população e desenvolvimento?** Rio de Janeiro: Ipea, 2014.

CAO, S. X. et al. Genomic proliferating of short term and long term effects in the liver of aging mice. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 98, n. 19, p. 10630-10635, 2001.

CAPPOLA, A. R.; XUE, Q. L.; FRIED, L. P. Multiple hormonal deficiencies in anabolic hormones are found in frail older women: the women's health and aging studies. **Journals of Gerontology: Series A, Biological Sciences and Medical Sciences**, Washington, v. 64, n. 2, p. 243-248, 2009.

CARNEIRO, N. H. et al. Effects of different resistance training frequencies on flexibility in older women. **Clinical Interventions in Aging**, Auckland, v. 10, p. 531-538, 2015.

CARR, M. C. The emergence of the metabolic syndrome with menopause. **The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, Springfield, v. 88, n. 6, p. 2404-2411, 2003.

CARVALHO, C. R. et al. Effect of aging on insulin receptor, insulin receptor substrate-1, and phosphatidylinositol 3-kinase in liver and muscle of rats. **Endocrinology**, Los Angeles, v. 137, n. 1, p. 151-159, 1996.

CAVANAGH, E. M.; PIOTRKOWSKI, B.; FRAGA, C. G. Concerted action of the renin-angiotensin system, mitochondria, and antioxidant defenses in aging. **Molecular Aspects of Medicine**, Oxford, v. 25, n. 1-2, p. 27-36, 2004.

CEDERHOLM, T. E. et al. Toward a definition of sarcopenia. **Clinics in Geriatric Medicine**, Philadelphia, v. 27, n. 3, p. 341-353, 2011.

CERNADAS, M. R. et al. Expression of constitutive and inducible nitric oxide synthases in the vascular wall of young and aging rats. **Circulation Research**, Baltimore, v. 83, n. 3, p. 279-286, 1998.

CETIN, D. C.; NASR, G. Obesity in the elderly: more complicated than you think. **Cleveland Clinic Journal of Medicine**, Cleveland, v. 81, n. 1, p. 51-61, 2014.

CHAIMOWICZ, F. **Saúde do idoso**. 2. ed. Belo Horizonte: Nescon UFMG, 2013.

CHANG, A. M.; HALTER, J. B. Aging and insulin secretion. **American Journal of Physiology: Endocrinology and Metabolism**, Bethesda, v. 284, n. 1, p. E7-E12, 2003.

CHANG, Y. K. et al. Exercise modality is differentially associated with neurocognition in older adults. **Neural Plasticity**, London, article ID 3480413, 2017.

CHEIK, N. C. et al. Efeitos do exercício físico e da atividade física na depressão e ansiedade em indivíduos idosos. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Taguatinga, v. 11, n. 3, p. 45-52, 2003.

CHENG, S. et al. Age-related left ventricular remodeling and associated risk for cardiovascular outcomes: the multi-ethnic study of atherosclerosis. **Circulation: Cardiovascular Imaging**, Hagerstown, v. 2, n. 3, p. 191-198, 2009.

CHIEN, M. Y.; KUO, H. K.; WU, Y. T. Sarcopenia, cardiopulmonary fitness, and physical disability in community-dwelling elderly people. **Physical Therapy**, Alexandria, v. 90, n. 9, p. 1277-1287, 2010.

CHILIBECK, P. D. et al. Effect of creatine ingestion after exercise on muscle thickness in males and females. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 36, n. 10, p. 1781-1788, 2004.

CHIN, S. O. et al. Sarcopenia is independently associated with cardiovascular disease in older Korean adults: the Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES) from 2009. **PLoS One**, San Francisco, v. 8, n. 3, p. 60119, 2013.

CHODZKO-ZAJKO, W. J. et al. Exercise and physical activity for older adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 41, n. 7, p. 1510-1530, 2009.

CLARK, B. A. Tests for fitness in older adults: Aahperd Fitness Task Force. **Journal of Physical Education, Recreation and Dance**, Reston, v. 60, n. 3, p. 66-71, 1989.

COELHO, C. W.; ARAÚJO, C. S. Relação entre aumento da flexibilidade e facilidades na execução de ações cotidianas em adultos participantes de programa de exercício supervisionado. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, Florianópolis, v. 2, n. 1, p. 31-41, 2000.

COELHO, F. G. M. et al. (Org.). **Exercício físico no envelhecimento saudável e patológico**: da teoria à prática. Curitiba: CRV, 2013.

COELHO, F. M. et al. Physical therapy intervention (PTI) increases plasma brain-derived neurotrophic factor (BDNF) levels in non-frail and pre-frail elderly women. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, Amsterdam, v. 54, n. 3, p. 415-420, 2012.

COLCOMBE, S. J. et al. Aerobic exercise training increases brain volume in aging humans. **Journals of Gerontology: Series A, Biological Sciences and Medical Sciences**, Washington, v. 61, n. 11, p. 1166-1170, 2006.

CONFED. CONSELHO FEDERAL DE EDUCAÇÃO FÍSICA. **Nota Técnica CONFED nº 002/2012**. A avaliação física em programas de exercícios físicos e desportivos. 7 jul. 2012. Disponível em: <<https://bit.ly/2M9q8IR>>. Acesso em: 1º maio 2017.

COOPER, J. A. et al. Longitudinal change in energy expenditure and effects on energy requirements of the elderly. **Nutrition Journal**, v. 12, n. 1, p. 73, 2013.

COPPUS, A. M. et al. Early age at menopause is associated with increased risk of dementia and mortality in women with Down syndrome. **Journal of Alzheimer's Disease**, Amsterdam, v. 19, n. 2, p. 545-550, 2010.

CORTELLA, M. S. **Educação, convivência e ética**. São Paulo: Cortez, 2015.

COUTINHO, S. S. **Competências do profissional de educação física na atenção básica em saúde**. 2011. Tese (Doutorado em Ciência) – Escola de Enfermagem, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2011.

COX, S. R. et al. Associations between hippocampal morphology, diffusion characteristics, and salivary cortisol in older men. **Psychoneuroendocrinology**, Oxford, v. 78, p. 151-158, 2017.

CRAIG, C. L. et al. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 35, n. 8, p. 1381-1395, 2003.

CRANE, J. D.; MACNEIL, L. G.; TARNOPOLSKY, M. A. Long-term aerobic exercise is associated with greater muscle strength throughout the life span. **Journals of Gerontology: Series A, Biological Sciences and Medical Sciences**, Washington, v. 68, n. 6, p. 631-638, 2013.

CRESS, M. E. et al. Best practices for physical activity programs and behavior counseling in older adult populations. **European Review of Aging and Physical Activity**, New York, v. 3, p. 34-42, 2006.

CRUVINEL, W. M. et al. Immune system: part I: fundamentals of innate immunity with emphasis on molecular and cellular mechanisms of inflammatory response. **Revista Brasileira de Reumatologia**, São Paulo, v. 50, n. 4, p. 434-447, 2010.

CRUZ-JENTOFT, A. J. et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. **Age and Ageing**, Oxford, v. 39, n. 4, p. 412-423, 2010.

CUI, J.; SHEN, Y.; LI, R. Estrogen synthesis and signaling pathways during ageing: from periphery to brain. **Trends in Molecular Medicine**, Oxford, v. 19, n. 3, p. 197-209, 2013.

DAVIS, J. C. et al. The role of balance and agility training in fall reduction: a comprehensive review. **Europa Medicophysica**, Torino, v. 40, n. 3, p. 211-221, 2004.

DAVIS, M. G. et al. Objectively measured physical activity in a diverse sample of older urban UK adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 43, n. 4, p. 647-654, 2001.

DEFRONZO, R. A. Pathogenesis of type 2 diabetes mellitus. **Medical Clinics of North America**, Philadelphia, v. 88, n. 4, p. 787-835, 2004.

DENNIS, R. A. et al. Immune function and muscle adaptations to resistance exercise in older adults: study protocol for a randomized controlled trial of a nutritional supplement. **Trials**, London, v. 16, p. 121, 2015.

DENTON, F. T.; SPENCER, B. G. Chronic health conditions: changing prevalence in an aging population and some implications for the delivery of health care services. **Canadian Journal on Aging**, Cambridge, v. 29, n. 1, p. 11-21, 2010.

DESROSIERS, J. et al. The Purdue Pegboard Test: normative data for people aged 60 and over. **Disability and Rehabilitation**, London, v. 17, n. 5, p. 217-224, 1995.

DIAMANTI-KANDARAKIS, E. et al. Mechanisms in endocrinology: aging and anti-aging: a combo-endocrinology overview. **European Journal of Endocrinology**, Oslo, v. 176, n. 6, p. R283-R308, 2017.

DICKINSON, J. M.; VOLPI, E.; RASMUSSEN, B. B. Exercise and nutrition to target protein synthesis impairments in aging skeletal muscle. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, Hagerstown, v. 41, n. 4, p. 216-223, 2013.

DILLON, E. et al. Amino acid supplementation increases lean body mass, basal muscle protein synthesis, and insulin-like growth factor-I expression in older women. **The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, Springfield, v. 94, n. 5, p. 1630-1637, 2009.

DIMEO, F. et al. Aerobic exercise reduces blood pressure in resistant hypertension. **Hypertension**, Dallas, v. 60, n. 3, p. 653-658, 2012.

DOHERTY, T. J. Invited review: aging and sarcopenia. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 95, n. 4, p. 1717-1727, 2003.

DONATH, L.; VAN DIEËN, J.; FAUDE, O. Exercise-based fall prevention in the elderly: what about agility? **Sports Medicine**, Auckland, v. 46, n. 2, p. 143-149, 2016.

DONATH, L. et al. Pilates vs balance training in health community-dwelling seniors: a 3-arm, randomized controlled trial. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 37, n. 3, p. 202-210, 2016a.

_____. Slackline training and neuromuscular performance in seniors: a randomized controlled trial. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, Hoboken, v. 26, n. 3, p. 275-283, 2016b.

DOTY, R. L. et al. Smell identification ability: changes with age. **Science**, New York, v. 226, n. 4681, p. 1441-1443, 1984.

DOUCET, E. et al. Fasting insulin levels influence plasma leptin levels independently from the contribution of adiposity: evidence from both a cross-sectional and an intervention study. **The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, Springfield, v. 85, n. 11, p. 4231-4237, 2000.

DREWENOWSKI, A.; WARREN MEARS, V. A. Does aging change nutrition requirements? **The Journal of Nutrition, Health and Aging**, Paris, v. 5, n. 2, p. 70-74, 2001.

DUARTE, E. C.; BARRETO, S. M. Transição demográfica e epidemiológica: a Epidemiologia e Serviços de Saúde revisita e atualiza o tema. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 529-532, 2012.

DUARTE, Y. A. O.; ANDRADE, C. L.; LEBRÃO, M. L. O Índice de Katz na avaliação da funcionalidade dos idosos. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, São Paulo, v. 41, n. 2, p. 317-325, 2007.

DUFOUR, A. B. et al. Sarcopenia definitions considering body size and fat mass are associated with mobility limitations: the framingham study. **Journals of Gerontology: Series A, Biological Sciences and Medical Sciences**, Washington, v. 68, n. 2, p. 168-174, 2013.

DUTHIE JUNIOR, E. H.; KATZ, P. R. **Geriátrica pátrica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2002.

EGERMAN, M. A. et al. GDF11 increases with age and inhibits skeletal muscle regeneration. **Cell Metabolism**, Cambridge, v. 22, n. 1, p. 164-174, 2015.

EINSTEIN, F. H. et al. Aging per se increases the susceptibility to free fatty acid-induced insulin resistance. **Journals of Gerontology: Series A, Biological Sciences and Medical Sciences**, Washington, v. 65, n. 8, p. 800-808, 2010.

ELAHI, D. et al. The effect of age on insulin response and glucose utilization during four hyperglycemic plateaus. **Experimental Gerontology**, Amsterdam, v. 28, n. 4, p. 393-409, 1993.

ELKINA, Y. et al. The role of myostatin in muscle wasting: an overview. **Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle**, Heidelberg, v. 2, n. 3, p. 143-151, 2011.

ELPHICK, H.; ELPHICK, D.; SANDERS, D. Small bowel overgrowth: an unrecognised cause of malnutrition in older adults. **Geriatrics**, [s.l.], v. 61, p. 21-25, 2006.

ERBOLATO, R. M. P. L. **Tratado de geriatria e gerontologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

ERIKSON, E. H. **Identidade, juventude e crise**. Rio de Janeiro: Zahar, 1976.

ERIKSON, E. H.; ERIKSON, J. **O ciclo da vida completo**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

EVATT, M. et al. A randomized pilot trial of estrogen replacement therapy in post-menopausal women with Parkinson's disease. **Parkinsonism and Related Disorders**, Kidlington, v. 17, n. 10, p. 757-760, 2011.

EVERS, A. et al. Improving cognition by adherence to physical or mental exercise: a moderated mediation analysis. **Aging and Mental Health**, Abingdon, v. 15, n. 4, p. 446-455, 2011.

FABRÍCIO, S. C. C.; RODRIGUES, R. A. P.; COSTA JUNIOR, M. L. Causas e conseqüências de quedas de idosos atendidos em hospital público. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 38, n. 1, p. 93-99, 2004.

FARINATTI, P. T. V.; DA SILVA, N. S. L.; MONTEIRO, W. D. Influence of exercise order on the number of repetitions, oxygen uptake, and rate of perceived exertion during strength training in younger and older women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 27, n. 3, p. 776-785, 2013.

FECHINE, B. R. A.; TROMPIERI, N. O processo de envelhecimento: as principais alterações que acontecem com o idoso com o passar dos anos. **InterSciencePlace**, Campos dos Goytacazes, v. 1, n. 20, p. 106-132, 2012.

FEDERAL INTERAGENCY FORUM ON AGING-RELATED STATISTICS. **Older Americans 2012**: key indicators of well-being. Washington: Federal Interagency Forum on Aging-Related Statistics, 2012.

FERNANDES, R. A.; ZANESCO, A. Early physical activity promotes lower prevalence of chronic diseases in adults. **Hypertension Research**, Tokyo, v. 33, n. 9, p. 926-931, 2010.

FERNANDES, R. A. et al. Prevalência de dislipidemia em indivíduos fisicamente ativos durante a infância a adolescência e a idade adulta. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo, v. 97, n. 4, p. 317-323, 2011.

FERNÁNDEZ-ATUCHA, A. et al. Sex differences in the aging pattern of renin-angiotensin system serum peptidases. **Biology of Sex Differences**, London, v. 8, p. 5, 2017.

FERREIRA, O. G. L. et al. O envelhecimento ativo sob o olhar de idosos funcionalmente independentes. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, São Paulo, v. 44, n. 4, p. 1065-1069, 2010.

_____. Envelhecimento ativo e sua relação com a independência funcional. **Texto e Contexto Enfermagem**, Florianópolis, v. 21, n. 3, p. 513-518, 2012.

FERRIGNO, J. C. Programas intergeracionais no Brasil. **A Terceira Idade**, São Paulo, v. 22, n. 50, p. 75-80, 2011.

FICH, A.; CAMILLERI, M.; PHILLIPS, S. F. Effect of age on human gastric and small bowel motility. **Journal of Clinical Gastroenterology**, New York, v. 11, n. 4, p. 416-420, 1989.

FIELDING, R. A. et al. Sarcopenia: an undiagnosed condition in older adults: current consensus definition: prevalence, etiology, and

consequences: international working group on sarcopenia. **Journal of the American Medical Directors Association**, Hagerstown, v. 12, n. 4, p. 249-256, 2011.

FLECK, M. A. O instrumento de avaliação de qualidade de vida da Organização Mundial da Saúde (WHOQOL-100): características e perspectivas. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, p. 33-38, 2000.

FLEG, J. L.; STRAIT, J. Age-associated changes in cardiovascular structure and function: a fertile milieu for future disease. **Heart Failure Reviews**, Norwell, v. 17, n. 4-5, p. 545-554, 2012.

FLORINDO, A. A. et al. Metodologia para a avaliação da atividade física habitual em homens com 50 anos ou mais. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 38, n. 2, p. 307-314, 2004.

_____. Prática de atividades físicas e fatores associados em adultos, Brasil, 2006. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, n. 43, p. 1-8, 2009. Suplemento 2.

FORBES, A. et al. Alterations in non-insulin-mediated glucose uptake in the elderly patient with diabetes. **Diabetes**, Alexandria, v. 47, n. 12, p. 1915-1919, 1998.

FORTE, R. et al. Enhancing cognitive functioning in the elderly: multicomponent vs resistance training. **Clinical Interventions in Aging**, Auckland, v. 8, p. 19-27, 2013.

FOUGÈRE, B. et al. Chronic inflammation: accelerator of biological aging. **Journals of Gerontology: Series A, Biological Sciences and Medical Sciences**, Washington, v. 72, n. 9, p. 1218-1225, 2017.

FRANCESCHI, C. et al. Inflamm-aging: an evolutionary perspective on immunosenescence. **Annals of the New York Academy of Sciences**, New York, v. 908, p. 244-254, 2000.

FREITAS, E. V. et al. **Tratado de geriatria e gerontologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.

FRIED, L. P. et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. **Journals of Gerontology: Series A, Biological Sciences and Medical Sciences**, Washington, v. 56, n. 3, p. M146-M156, 2001.

FRONTERA, W. R. et al. Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 88, n. 4, p. 1321-1326, 2000.

FULOP, T. et al. Aging, immunity, and cancer. **Discovery Medicine**, Baltimore, v. 11, n. 61, p. 537-550, 2011.

FYHRQUIST, F.; SAIJONMAA, O. Renin-angiotensin system revisited. **Journal of Internal Medicine**, Oxford, v. 264, n. 3, p. 224-236, 2008.

GALDINO, L. A. S. et al. Potência após flexionamento: comparativo entre níveis de força explosiva de membros inferiores antes e após flexionamento passivo. **Fitness and Performance Jornal**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, p. 12, 2005.

GALLO, L. H.; ZULUAGA, C. F. A.; GOBBI, S. Parâmetros e princípios da programação de exercício físico. In: COELHO, F. G. M. et al. (Org.). **Exercício físico no envelhecimento saudável e patológico: da teoria à prática**. Curitiba: CRV, 2013. v. 1, p. 83-95.

GARBER, C. E. et al. American College of Sports Medicine position stand: the quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for health and fitness professionals on prescribing exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 43, n. 7, p. 1334-1359, 2011.

GERAGE, A. M. et al. Cardiovascular adaptations to resistance training in elderly postmenopausal women. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 34, n. 9, p. 806-813, 2013a.

_____. Impact of 12 weeks of resistance training on physical and functional fitness in elderly women. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, Florianópolis, v. 15, n. 2, p. 145-154, 2013b.

GERALDES, A. A. R. et al. Correlação entre a flexibilidade multiarticular e o desempenho funcional de idosas fisicamente ativas em tarefas motoras selecionadas. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 238-243, 2007.

GERSTENBLITH, G. et al. Echocardiographic assessment of a normal adult aging population. **Circulation**, Dallas, v. 56, n. 2, p. 273-278, 1977.

GIANNOULIS, M. G. et al. Hormone replacement therapy and physical function in healthy older men. Time to talk hormones? **Endocrine Reviews**, Chevy Chase, v. 33, n. 3, p. 314-377, 2012.

GINSBERG, H. N. Insulin resistance and cardiovascular disease. **Journal of Clinical Investigation**, Michigan, v. 106, n. 4, p. 453-458, 2000.

GOBBI, S.; VALDANHA NETTO, A. Prescrição de exercício físico para idosos: do diagnóstico ao controle. In: VARGAS, A. (Org.). **Bacharelado em educação física: aspectos fundamentais da formação**. Rio de Janeiro: Autografia, 2016. p. 69-99.

GOBBI, S.; VILLAR, R.; ZAGO, A. S. **Bases teórico-práticas do condicionamento físico**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

GODDE, B.; VOELCKER-REHAGE, C. Cognitive resources necessary for motor control in older adults are reduced by walking and coordination training. **Frontiers in Human Neuroscience**, Lausanne, v. 11, p. 156, 2017.

GOISSER, S.; KEMMLER, W.; PORZEL, S. Sarcopenic obesity and complex interventions with nutrition and exercise in community-dwelling older persons: a narrative review. **Clinical Interventions in Aging**, Auckland, v. 10, p. 1267-1282, 2015.

GONÇALVES, L. H. T. O campo da gerontologia e seus desafios. **Revista Saúde.com**, Vitória da Conquista, v. 3, n. 1, p. 12-19, 2007.

GONÇALVES, R.; GURJÃO, A. L. D.; GOBBI, S. O. Efeitos de oito semanas do treinamento de força na flexibilidade de idosos. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, Florianópolis, v. 9, n. 2, p. 145-153, 2007.

GOODPASTER, B. H. et al. Attenuation of skeletal muscle and strength in the elderly: the Health ABC Study. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 90, n. 6, p. 2157-2165, 2001.

GORDON, C. C.; CHUMLEA, W. C.; ROCHE, A. F. Stature, recumbent length, and weight. In: LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F.; MARTORELL, R. (Ed.). **Anthropometric standardization reference manual**. Champaign: Human Kinetics; 1988. p. 3-8.

GOULET, E. D. B. et al. Frailty in the elderly is associated with insulin resistance of glucose metabolism in the postabsorptive state only in the presence of increased abdominal fat. **Experimental Gerontology**, Amsterdam, v. 44, n. 11, p. 740-744, 2009.

GRANACHER, U. et al. Balance training and multi-task performance in seniors. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 31, n. 5, p. 353-358, 2010.

GUEDES, D. P. et al. Reprodutibilidade e validade do questionário Baecke para avaliação da atividade física habitual em adolescentes. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, Lisboa, v. 6, n. 3, p. 265-274, 2006.

GUIMARÃES, C.; GUERRA, T. A influência da condição sócio-econômica sobre a flexibilidade em crianças de 9 e 10 anos de idade. **Movimentum**, Ipatinga, v. 1, n. 1, 2006.

GURALNIK, J. M. et al. A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. **Journals of Gerontology: Series A, Biological Sciences and Medical Sciences**, Washington, v. 49, n. 2, p. M85-M94, 1994.

GUYTON, A. C. **Tratado de fisiologia médica**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992.

HALEY, C.; ANDEL, R. Correlates of physical activity participation in community-dwelling older adults. **Journal of Aging and Physical Activity**, Birmingham, v. 18, n. 4, p. 375-389, 2010.

HALLAL, P. C. et al. Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. **Lancet**, London, v. 380, n. 9838, p. 247-257, 2012.

HAN, T. S.; TAJAR, A.; LEAN, M. E. Obesity and weight management in the elderly. **British Medical Bulletin**, London, v. 97, p. 169-196, 2011.

HARBER, M. P. et al. Aerobic exercise training improves whole muscle and single myofiber size and function in older women. **American Journal of Physiology: Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, Bethesda, v. 297, n. 5, p. R1452-R1459, 2009.

_____. Aerobic exercise training induces skeletal muscle hypertrophy and age-dependent adaptations in myofiber function in young and older men. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 113, n. 9, p. 1495-1504, 2012.

HAREN, M. T. et al. Testosterone modulates gene expression pathways regulating nutrient accumulation, glucose metabolism and protein turnover in mouse skeletal muscle. **International Journal of Andrology**, Oxford, v. 34, n. 1, p. 55-68, 2011.

HASKELL, W. L. et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Circulation**, Dallas, v. 116, n. 9, p. 1081-1093, 2007.

HEANEY, J. L.; PHILLIPS, A. C.; CARROLL, D. Ageing, depression, anxiety, social support and the diurnal rhythm and awakening response of salivary cortisol. **International Journal of Psychophysiology**, Amsterdam, v. 78, n. 3, p. 201-208, 2010.

HEES, P. S. et al. Left ventricular remodeling with age in normal men versus women: novel insights using three-dimensional magnetic resonance imaging. **American Journal of Cardiology**, New York, v. 90, n. 11, p. 1231-1236, 2002.

HOFFMAN, S. J.; HARRIS J. C. **Cinesiologia**: o estudo da atividade física. Porto Alegre: Artmed, 2002.

HOHN, P. R.; PASCAL, R. R.; KOTLER, D. P. Effect of aging of the rat intestinal mucosa II: morphological aspects of the aging of the small intestinal mucosa. **Mechanisms of Ageing and Development**, Lausanne, v. 7, p. 217-226, 1978.

HOLLÄNDER, G. A.; KRENGER, W.; BLAZAR, B. R. Emerging strategies to boost thymic function. **Current Opinion in Pharmacology**, Oxford, v. 10, n. 4, p. 443-453, 2010.

HO-PHAM, L. T.; NGUYEN, U. D.; NGUYEN, T. V. Association between lean mass, fat mass, and bone mineral density: a meta-analysis. **The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, Springfield, v. 99, n. 1, p. 30-38, 2014.

HORAK, F. B.; MACPHERSON, J. M. Postural orientation and equilibrium. In: POLLOCK, D. M. (Ed.). **Comprehensive physiology**. Hoboken: John Wiley and Sons, 2011. p. 255-292.

HORNSBY, P. J. Cellular senescence and tissue aging in vivo. **Journals of Gerontology: Series A, Biological Sciences and Medical Sciences**, Washington, v. 57, n. 7, p. B251-B256, 2002.

HORSTMAN, A. M. et al. The role of androgens and estrogens on healthy aging and longevity. **Journals of Gerontology: Series A, Biological Sciences and Medical Sciences**, Washington, v. 67, n. 11, p. 1140-1152, 2012.

HOUSTON, D. K. et al. Dietary protein intake is associated with lean mass change in older, community-dwelling adults: the Health, Aging, and Body Composition (Health ABC) Study. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 87, n. 1, p. 150-155, 2008.

HUANG, G. et al. Controlled aerobic exercise training reduces resting blood pressure in sedentary older adults. **Blood Pressure**, Oslo, v. 22, n. 6, p. 386-394, 2013.

HUANG, Y.; CHEN, Z. Inflammatory bowel disease related innate immunity and adaptive immunity. **American Journal of Translational Research**, Madison, v. 8, n. 6, p. 2490-2497, 2016.

HUBAL, M. J. et al. Variability in muscle size and strength gain after unilateral resistance training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 37, n. 6, p. 964-972, 2005.

HUMAN, R. P.; JONES, G. A. Evaluation of swab transport systems against a published standard. **Journal of Clinical Pathology**, London, v. 57, n. 7, p. 762-773, 2004.

HURLEY, B. F.; HANSON, E. D.; SHEAFF, A. K. Strength training as a countermeasure to aging muscle and chronic disease. **Sports Medicine**, Auckland, v. 41, n. 4, p. 289-306, 2011.

HWANG, B. et al. Prevalence rate and associated factors of sarcopenic obesity in Korean elderly population. **Journal of Korean Medical Science**, Seoul, v. 27, n. 7, p. 748-755, 2012.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo demográfico: população residente, por sexo, situação e grupos de idade. 2010. Disponível em: <<https://bit.ly/2vc3ftR>>. Acesso em: 19 fev. 2013.

_____. **Síntese de indicadores sociais**: uma análise das condições de vida da população brasileira: 2016. Rio de Janeiro: IBGE, 2016.

INSTITUTE OF MEDICINE OF THE NATIONAL ACADEMIES. **Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids**. Washington: National Academy Press, 2005.

IPEA. INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Renda, desigualdade, coeficiente de Gini. **Ipeadata**, Brasília, 2014. Disponível em: <<https://bit.ly/2JYbzmu>>. Acesso em: 26 jul. 2018.

JAMES, P. A. et al. 2014 evidence-based guideline for the management of high blood pressure in adults: report from the panel members appointed to the Eighth Joint National Committee (JNC 8). **Journal of the American Medical Association**, Chicago, v. 311, n. 5, p. 507-520, 2014.

JANSSEN, I. et al. Skeletal muscle cutpoints associated with elevated physical disability risk in older men and women. **American Journal of Epidemiology**, Baltimore, v. 159, n. 4, p. 413-421, 2004a.

_____. The healthcare costs of sarcopenia in the United States. **Journal of the American Geriatrics Society**, Malden, v. 52, n. 1, p. 80-85, 2004b.

JANSSENS, J. P.; PACHE, J. C.; NICOD, L. P. Physiological changes in respiratory function associated with ageing. **European Respiratory Journal**, Copenhagen, v. 13, n. 1, p. 197-205, 1999.

JÖBGES, M. et al. Repetitive training of compensatory steps: a therapeutic approach for postural instability in Parkinson's disease. **Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry**, London, v. 75, n. 12, p. 1682-1687, 2004.

JONES, J. et al. **Older people living in the community**: nutritional needs, barriers and interventions: a literature review. Edinburgh: Scottish Government Social Research, 2009. Disponível em: <<https://bit.ly/2Kfsxwu>>. Acesso em: 1º abr. 2017.

JUÁREZ-CEDILLO, T. et al. Prevalence of thyroid dysfunction and its impact on cognition in older Mexican adults: SADEM study. **Journal of Endocrinological Investigation**, Milano, v. 40, n. 9, p. 945-952, 2017.

KAHN, B. B.; FLIER, J. S. Obesity and insulin resistance. **Journal of Clinical Investigation**, Michigan, v. 106, n. 4, p. 473-481, 2000.

KAJI, H. Linkage between muscle and bone: common catabolic signals resulting in osteoporosis and sarcopenia. **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care**, London, v. 16, n. 3, p. 272-277, 2013.

KALYANI, R. R.; EGAN, J. M. Diabetes and altered glucose metabolism with aging. **Endocrinology and Metabolism Clinics of North America**, New York, v. 42, n. 2, p. 333-347, 2013.

KANG, D. et al. Relationship of body composition with bone mineral density in northern Chinese men by body mass index levels. **Journal of Endocrinological Investigation**, Milano, v. 37, n. 4, p. 359-367, 2014.

KARSCH, U. M. Idosos dependentes: famílias e cuidadores. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 3, p. 861-866, 2003.

KASPRZAK, Z.; PILACZYŃSKA-SZCZEŚNIAK, Ł. Effects of regular physical exercises in the water on the metabolic profile of women with abdominal obesity. **Journal of Human Kinetics**, Kraków, v. 41, n. 1, p. 71-79, 2014.

KATSIMPARDI, L. et al. Vascular and neurogenic rejuvenation of the aging mouse brain by young systemic factors. **Science**, New York, v. 344, n. 6184, p. 630-634, 2014.

KAWASAKI, T. et al. A long-term, comprehensive exercise program that incorporates a variety of physical activities improved the blood pressure, lipid and glucose metabolism, arterial stiffness, and balance of middle-aged and elderly Japanese. **Hypertension Research**, New York, v. 34, n. 9, p. 1059-1066, 2011.

KEELAN, M.; WALKER, K.; THOMPSON, A. B. Intestinal morphology, marker enzymes and lipid content of brush border membranes from rabbit jejunum and ileum: effect of aging. **Mechanisms of Ageing and Development**, Lausanne, v. 31, n. 1, p. 49-68, 1985.

KEIR, D. A. et al. Influence of muscle metabolic heterogeneity in determining the $\dot{V}O_2p$ kinetic response to ramp-incremental exercise. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 120, n. 5, p. 503-513, 2016.

KEMPERMANN, G. et al. Why and how physical activity promotes experience-induced brain plasticity. **Frontiers in Neuroscience**, Lausanne, v. 4, p. 189, 2010.

KHOSLA, S.; RIGGS, B. L. Pathophysiology of age-related bone loss and osteoporosis. **Endocrinology and Metabolism Clinics of North America**, Philadelphia, v. 34, n. 4, p. 1015-1030, 2005.

KIM, S. H.; KIM, T. H.; HWANG, H. J. The relationship of physical activity (PA) and walking with sarcopenia in Korean males aged 60 years and older using the Fourth Korean National Health and Nutrition Examination

Survey (KNHANES IV-2, 3), 2008-2009. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, Amsterdam, v. 56, n. 3, p. 472-477, 2013.

KIRKWOOD, T. B. L. Understanding ageing from an evolutionary perspective. **Journal of Internal Medicine**, Oxford, v. 263, n. 2, p. 117-127, 2008.

KJÆR, I. G. H. et al. Normative values for musculoskeletal- and neuromotor fitness in apparently healthy Norwegian adults and the association with obesity: a cross-sectional study. **BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation**, London, v. 8, p. 37, 2016.

KLUSMANN, V. et al. Complex mental and physical activity in older women and cognitive performance: a 6-month randomized controlled trial. **Journals of Gerontology: Series A, Biological Sciences and Medical Sciences**, Washington, v. 65, n. 6, p. 680-688, 2010.

KLUTHCOVSKY, A. C. G. C.; KLUTHCOVSKY, F. A. O WHOQOL-bref, um instrumento para avaliar qualidade de vida: uma revisão sistemática. **Revista de Psiquiatria do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, v. 31, 2009. Suplemento 3.

KONOPKA, A. R.; HARBER, M.P. Skeletal muscle hypertrophy after aerobic exercise training. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, Hagerstown, v. 42, n. 2, p. 53-61, 2014.

KONOPKA, A. R. et al. Molecular adaptations to aerobic exercise training in skeletal muscle of older women. **Journals of Gerontology: Series A, Biological Sciences and Medical Sciences**, Washington, v. 65, n. 11, p. 1201-1207, 2010.

_____. Myosin heavy chain plasticity in aging skeletal muscle with aerobic exercise training. **Journals of Gerontology: Series A, Biological Sciences and Medical Sciences**, Washington, v. 66, n. 8, p. 835-841, 2011.

_____. Markers of human skeletal muscle mitochondrial biogenesis and quality control: effects of age and aerobic exercise training.

Journals of Gerontology: Series A, Biological Sciences and Medical Sciences, Washington, v. 69, n. 4, p. 371-378, 2013.

KOSTER, A. et al. Does the amount of fat mass predict age-related loss of lean mass, muscle strength, and muscle quality in older adults?

Journals of Gerontology: Series A, Biological Sciences and Medical Sciences, Washington, v. 66, n. 8, p. 888-895, 2011.

KOTSIS, V. et al. Markers of early vascular ageing. **Current Pharmaceutical Design**, Saif Zone, v. 23, n. 22, p. 3200-3204, 2017.

KRASINSKI, S. D. et al. Fundic atrophic gastritis in an elderly population: effect on haemoglobin and several serum nutritional indicators **Journal of the American Geriatrics Society**, Malden, v. 34, n. 11, p. 800-806, 1986.

KYLE, U. G. et al. Total body mass, fat mass, fat-free mass, and skeletal muscle in older people: cross-sectional differences in 60-year-old persons. **Journal of the American Geriatrics Society**, Malden, v. 49, n. 12, p. 1633-1640, 2001.

LAKATTA, E.; LEVY, D. Arterial and cardiac aging: major shareholders in cardiovascular disease enterprises: part I: aging arteries: a “set up” for vascular disease. **Circulation**, Dallas, v. 107, n. 1, p. 139-146, 2003.

LAKATTA, E.; WANG, M.; NAJJAR, S. S. Arterial aging and subclinical arterial disease are fundamentally intertwined at macroscopic and molecular levels. **Medical Clinics of North America**, Philadelphia, v. 93, n. 3, p. 583-604, 2009.

LAMBERTS, S. W.; VAN DEN BELD, A. W.; VAN DER LELY, A. J. The endocrinology of aging. **Science**, New York, v. 278, n. 5337, p. 419-424, 1997.

LAN, C.; WOLF, S. L.; TSANG, W. W. N. Tai Chi exercise in medicine and health promotion. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, London, article ID 298768, 2013.

LANCHA JUNIOR, A. H. et al. Dietary protein supplementation in the elderly for limiting muscle mass loss. **Amino Acids**, Wien, v. 49, n. 1, p. 33-47, 2017.

LANDFIELD, P. W. et al. A new glucocorticoid hypothesis of brain aging: implications for Alzheimer's disease. **Current Alzheimer Research**, Saif Zone, v. 4, n. 2, p. 205-212, 2007.

LANDI, F. et al. Moving against frailty: does physical activity matter? **Biogerontology**, Dordrecht, v. 11, n. 5, p. 537-545, 2010.

LAUGIER, R. et al. Changes in pancreatic exocrine secretion with age: pancreatic exocrine secretion does decrease in the elderly. **Digestion**, Basel, v. 50, n. 3-4, p. 202-211, 1991.

LEMMINK, K. A. P. et al. Reliability of the Groningen fitness test for the elderly. **Journal of Aging and Physical Activity**, Birmingham, v. 9, n. 2, p. 194-212, 2001.

LEMURA, L. M.; VON DUVILLARD, S. P.; MOOKERJEE, S. The effects of physical training of functional capacity in adults: ages 46 to 90: a meta-analysis. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Roma, v. 40, n. 1, p. 1-10, 2000.

LEONARD, S.; TOBIN, L. M.; FINDLAY, J. B. The signalling mechanisms of a novel mitochondrial complex I inhibitor prevent lipid accumulation and attenuate TNF- α -induced insulin resistance in vitro. **European Journal of Pharmacology**, Amsterdam, v. 800, p. 1-8, 2017.

LESLIE, W.; HANKEY, C. Aging, nutritional status and health. **Healthcare**, Basel, v. 3, n. 3, p. 648-658, 2015.

LEVINGER, I. et al. The effect of resistance training on functional capacity and quality of life in individuals with high and low numbers of metabolic risk factors. **Diabetes Care**, Alexandria, v. 30, n. 9, p. 2205-2210, 2007.

LEVY, D. Echocardiographically detected left ventricular hypertrophy: prevalence and risk factors: the Framingham Heart Study. **Annals of Internal Medicine**, Philadelphia, v. 108, n. 1, p. 7-13, 1988.

LI, F. The effects of Tai Ji Quan training on limits of stability in older adults. **Clinical Interventions in Aging**, Auckland, v. 9, p. 1261-1268, 2014.

LI, R.; CUI, J.; SHEN, Y. Brain sex matters: estrogen in cognition and Alzheimer's disease. **Molecular and Cellular Endocrinology**, Amsterdam, v. 389, n. 1-2, p. 13-21, 2014.

LI, X. et al. Natural history of mild subclinical hypothyroidism in a middle-aged and elderly Chinese population: a prospective study. **Endocrine Journal**, Tokyo, v. 64, n. 4, p. 437-447, 2017.

LITTLE, J. P. et al. Low-volume high-intensity interval training reduces hyperglycemia and increases muscle mitochondrial capacity in patients with type 2 diabetes. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 111, n. 6, p. 1554-1560, 2011.

LIU, C. J.; LATHAM, N. K. Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, Chichester, n. 3, 2009.

LIU, H.-H.; LI, J.-J. Aging and dyslipidemia: a review of potential mechanisms. **Ageing Research Reviews**, Oxford, v. 19, p. 43-52, 2015.

LIU-AMBROSE, T. et al. Balance confidence improves with resistance or agility training. **Gerontology**, Basel, v. 50, n. 6, p. 373-382, 2004.

_____. The beneficial effects of group-based exercises on fall risk profile and physical activity persist 1 year post intervention in older women with low bone mass: follow-up after withdrawal of exercise. **Journal of the American Geriatrics Society**, Malden, v. 53, n. 10, p. 1767-1773, 2005.

LOCKS, R. R. et al. Efeitos do treinamento de força e flexibilidade no desempenho funcional de idosos saudáveis. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v. 16, n. 3, p. 184-190, 2012.

LOE, H. et al. Aerobic capacity reference data in 3816 healthy men and women 20-90 years. **PLoS One**, San Francisco, v. 8, n. 5, p. e64319, 2013.

LOFFREDO, F. S. et al. Growth differentiation factor 11 is a circulating factor that reverses age-related cardiac hypertrophy. **Cell**, Cambridge, v. 153, n. 4, p. 828-839, 2013.

LOOKER, A. C. et al. Updated data on proximal femur bone mineral levels of US adults. **Osteoporosis International**, London, v. 8, n. 5, p. 468-489, 1998.

LOPRINZI, P. D. Multimorbidity, cognitive function, and physical activity. **Age**, Dordrecht, v. 38, n. 1, p. 8, 2016.

LOURENÇO, R. A. et al. Assistência ambulatorial geriátrica: hierarquização da demanda. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 39, n. 2, p. 311-318, 2005.

LOVEJOY, J.C. et al. Increased visceral fat and decreased energy expenditure during the menopausal transition. **International Journal of Obesity**, London, v. 32, n. 6, p. 949-958, 2008.

LUTZ, W.; SANDERSON, W.; SCHERBOV, S. Doubling of world population unlikely. **Nature**, New York, v. 387, p. 803-805, 1997.

LUZ, C. et al. Impact of psychological and endocrine factors on cytokine production of healthy elderly people. **Mechanisms of Ageing and Development**, Limerick, v. 124, n. 8-9, p. 887-895, 2003.

MACIEL, M. G. Atividade física e funcionalidade do idoso. **Motriz**, Rio Claro, v. 16, n. 4, p. 1024-1032, 2010.

MACINTOSCH, G. C. et al. Effects of age on concentrations of plasma cholecystokinin, glucagon-like peptide-1 and peptide YY and their relationship to appetite and pyloric motility. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 69, n. 5, p. 999-1006, 1999.

MACPHERSON, J. M.; HORAK, F. B. Postura. In: KANDEL, E. et al. (Ed.). **Princípios de neurociências**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014. p. 811-822.

MADUREIRA, M. M. et al. Balance training program is highly effective in improving functional status and reducing the risk of falls in elderly

women with osteoporosis: a randomized controlled trial. **Osteoporosis International**, London, v. 18, n. 4, p. 419-425, 2007.

MAGALHÃES, A. F. et al. **Manual do prontuário de saúde da família**. Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Saúde, 2007.

MANSFIELD, A. et al. Effect of a perturbation-based balance training program on compensatory stepping and grasping reactions in older adults: a randomized controlled trial. **Physical Therapy**, Alexandria, v. 90, n. 4, p. 476-491, 2010.

MARCELL, T. J. et al. Comparison of GH, IGF-I, and testosterone with mRNA of receptors and myostatin in skeletal muscle in older men. **American Journal of Physiology: Endocrinology and Metabolism**, Bethesda, v. 281, n. 6, p. E1159-E1164, 2001.

MARTIN, H. et al. Relationship between customary physical activity, muscle strength and physical performance in older men and women: findings from the Hertfordshire Cohort Study. **Age and Ageing**, Oxford, v. 37, n. 5, p. 589-593, 2008.

MARTIN, L. G.; PRESTON, S. H. (Ed.). **Demography of aging**. Washington: National Academies Press, 1994.

MARTIN, M.; ZIMPRICH, D. Are changes in cognitive functioning in older adults related to changes in subjective complaints? **Experimental Aging Research**, Abingdon, v. 29, n. 3, p. 335-352, 2003.

MARTÍNEZ, M. S. Programas intergeracionais na Europa: breve avaliação crítica das políticas, práticas, teorias e pesquisas. **A Terceira Idade**, São Paulo, v. 22, n. 50, p. 19-34, 2011.

MARTINS, W. R. et al. Elastic resistance training to increase muscle strength in elderly: A systematic review with meta-analysis. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, Amsterdam, v. 57, n. 1, p. 8-15, 2013.

MASON, R. C.; HORVAT, M.; NOCERA, J. The effects of exercise on the physical fitness of high and moderate-low functioning older adult women. **Journal of Aging Research**, London, article ID 8309284, 2016.

MASUKI, S.; MORIKAWA, M.; NOSE, H. Interval walking training can increase physical fitness in middle-aged and older people. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, Hagerstown, v. 45, n. 3, p. 154-162, 2017.

MATHUS-VLIEGEN, E. M. Obesity and the elderly. **Journal of Clinical Gastroenterology**, New York, v. 46, n. 7, p. 533-544, 2012a.

_____. Prevalence, pathophysiology, health consequences and treatment options of obesity in the elderly: a guideline. **Obesity Facts**, Basel, v. 5, n. 3, p. 460-483, 2012b.

MATOS, G. P. B.; ALCÂNTARA, A. O. Na ciranda da vida: um estudo sobre o papel das relações intergeracionais no processo de (re)integração social dos velhos na contemporaneidade. **A Terceira Idade**, São Paulo, v. 22, n. 52, p. 21-32, 2011.

MATSUDO, S. M. **Avaliação do idoso: física e funcional**. 2. ed. Londrina: Midiograf, 2004.

MATSUDO, S. M. M.; MATSUDO, V. K. R.; BARROS NETO, T. L. Atividade física e envelhecimento: aspectos epidemiológicos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 2-13, 2001.

MATTHEWS, C. E. et al. Amount of time spent in sedentary behaviors in the United States, 2003-2004. **American Journal of Epidemiology**, Baltimore, v. 167, n. 7, p. 875-881, 2008.

MAZO, G. Z.; LOPES, M. A.; BENEDETTI, T. B. **Atividade física e o idoso: concepção gerontológica**. 3. ed. Porto Alegre: Sulina, 2009.

MAZUR-BIALY, A. I.; POCHEĆ, E. Vitamin B2 deficiency enhances the pro-inflammatory activity of adipocyte, consequences for insulin resistance and metabolic syndrome development. **Life Sciences**, Oxford, v. 178, p. 9-16, 2017.

MAZZEO, R. S. et al. Exercício e atividade física para pessoas idosas: posicionamento oficial do American College of Sports Medicine. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, Florianópolis, v. 3, n. 1, p. 48-78, 1998.

MCAULEY, M. T.; MOONEY, K. M. Computationally modeling lipid metabolism and aging: a mini-review. **Computational and Structural Biotechnology Journal**, Amsterdam, v. 13, p. 38-46, 2015.

MCLEAN, R. R. et al. Homocystine as a predictive factor for hip fracture in older persons. **New England Journal of Medicine**, Boston, v. 350, n. 20, p. 2042-2049, 2004.

MCLENNAN, W.; PODGER, A. **National nutrition survey users' guide**. Canberra: Australian Bureau of Statistics; 1998.

MCPHERRON, A. C.; LAWLER, A. M.; LEE, S. J. Regulation of skeletal muscle mass in mice by a new TGF-beta superfamily member. **Nature**, New York, v. 387, n. 6628, p. 83-90, 1997.

MEIRELLES, M. E. A. **Atividade física na terceira idade**. 3. ed. Rio de Janeiro: Sprint, 2000.

MENDES, M. R. S. S. B. et al. A situação social do idoso no Brasil: uma breve consideração. **Acta Paulista de Enfermagem**, São Paulo, v. 18, n. 4, p. 422-426, 2005.

MENEZES, T. M. O.; LOPES, R. L. M.; AZEVEDO, R. F. A pessoa idosa e o corpo: uma transformação inevitável. **Revista Eletrônica de Enfermagem**, Goiânia, v. 11, n. 3, p. 598-604, 2009. Disponível em: <<https://bit.ly/2v5Qce9>>. Acesso em: 29 maio 2017.

MERLEAU-PONTY, M. **Fenomenologia da percepção**. São Paulo: Freitas Bastos, 1971.

MEYER, M. R. et al. Endothelin-1 but not angiotensin II contributes to functional aging in murine carotid arteries. **Life Sciences**, Oxford, v. 118, n. 2, p. 213-218, 2014.

MICHAUD, M. et al. Proinflammatory cytokines, aging, and age-related diseases. **Journal of the American Medical Directors Association**, Hagerstown, v. 14, n. 12, p. 877-882, 2013.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Saúde. **Manual do prontuário de saúde da família**. Belo Horizonte: SES/MG, 2007.

MINAYO, M. C. S.; HARTZ, Z. M. A.; BUSS, P. M. Quality of life and health: a necessary debate. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, p. 7-18, 2000.

MIRANDA, R. D. Atividade física e envelhecimento. **Mais Vida**, São Paulo, 21 jul. 2009. Disponível em: <<https://bit.ly/2AhcmPI>>. Acesso em: 26 ago. 2009.

MIYAMOTO, K. et al. A new simple performance test focused on agility in elderly people: the ten step test. **Gerontology**, Basel, v. 54, n. 6, p. 365-372, 2008.

MIYAMOTO, S. T. et al. Brazilian version of the Berg balance scale. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, Ribeirão Preto, v. 37, n. 9, p. 1411-1421, 2004.

MOCHIZUKI, L.; AMADIO, A. C. Aspectos biomecânicos da postura ereta: a relação entre o centro de massa e o centro de pressão. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, Porto, v. 3, n. 3, p. 77-83, 2003.

MOLMEN-HANSEN, H. E. et al. Aerobic interval training reduces blood pressure and improves myocardial function in hypertensive patients. **European Journal of Preventive Cardiology**, London, v. 19, n. 2, p. 151-160, 2012.

MOON, S.-S. Relationship of lean body mass with bone mass and bone mineral density in the general Korean population. **Endocrine**, Totowa, v. 47, n. 1, p. 234-243, 2014.

MOORE, J. G. et al. Effect of age on gastric emptying of liquid-solid meals in man. **Digestive Diseases and Sciences**, New York, v. 28, n. 4, p. 340-344, 1983.

MORAES, H. et al. O exercício físico no tratamento da depressão em idosos: revisão sistemática. **Revista de Psiquiatria do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, v. 29, n. 1, p. 70-79, 2007.

MORLEY, J. E. Sarcopenia: diagnosis and treatment. **The Journal of Nutrition, Health and Aging**, Paris, v. 12, n. 7, p. 452-456, 2008.

MORLEY, J. E. et al. Sarcopenia with limited mobility: an international consensus. **Journal of the American Medical Directors Association**, Hagerstown, v. 12, n. 6, p. 403-409, 2011.

MOZAFFARIAN, D. et al. Heart disease and stroke statistics: 2015 update: a report from the American Heart Association. **Circulation**, Dallas, v. 131, n. 4, p. e29-322, 2015.

MURTON, A. J. Muscle protein turnover in the elderly and its potential contribution to the development of sarcopenia. **Proceeding of the Nutrition Society**, Wallingford, v. 74, n. 4, p. 387-396, 2015.

MUSCARI, A. et al. Chronic endurance exercise training prevents aging-related cognitive decline in healthy older adults: a randomized controlled trial. **International Journal of Geriatric Psychiatry**, Chichester, v. 25, n. 10, p. 1055-1064, 2010.

NADEAU, A. et al. A 12-week cycling training regimen improves gait and executive functions concomitantly in people with Parkinson's disease. **Frontiers in Human Neuroscience**, Lausanne, v. 10, p. 690, 2017.

NAGAI, Y. et al. Increased carotid artery intimal-medial thickness in asymptomatic older subjects with exercise-induced myocardial ischemia. **Circulation**, Dallas, v. 98, n. 15, p. 1504-1509, 1998.

NAJJAR, S. S.; SCUTERI, A.; LAKATTA, E. G. Arterial aging: is it an immutable cardiovascular risk factor? **Hypertension**, Dallas, v. 46, n. 3, p. 454-462, 2005.

NARICI, M. V.; MAFFULLI, N. Sarcopenia: characteristics, mechanisms and functional significance. **British Medical Bulletin**, London, v. 95, p. 139-159, 2010.

NASCIMENTO, M. A. et al. Familiarization and reliability of one repetition maximum strength testing in older women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 27, n. 6, p. 1636-1642, 2013.

NAVEGA, M. T.; OISHI, J. Comparação da qualidade de vida relacionada à saúde entre mulheres na pós-menopausa praticantes de atividade física com e sem osteoporose. **Revista Brasileira de Reumatologia**, São Paulo, v. 47, n. 4, p. 258-264, 2007.

NEELS, J. G.; OLEFSKY, J. M. Inflamed fat: what starts the fire? **Journal of Clinical Investigation**, Michigan, v. 116, n. 1, p. 33-35, 2006.

NELSON, M. E. et al. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Circulation**, Dallas, v. 116, n. 9, p. 1094-1105, 2007.

NERI, A. L. **Maturidade e velhice**: trajetórias individuais e socioculturais. Campinas: Papirus, 2001.

NETTO, A. V.; VERDERI, E. B. L. P.; GOBBI, S. Ética na intervenção do profissional de educação física com idosos. In: VARGAS, A. (Org). **Dimensionamento ético da intervenção profissional em educação física**. Rio de Janeiro: CONFEE, 2017. p. 47-56.

NEWSON, R. S.; KEMPS, E. B. The nature of subjective cognitive complaints of older adults. **International Journal of Aging and Human Development**, Thousand Oaks, v. 63, n. 2, p. 139-151, 2006.

NICHOLSON, L. B. The immune system. **Essays in Biochemistry**, London, v. 60, n. 3, p. 275-301, 2016.

NICHOLSON, V. P.; MCKEAN, M. R.; BURKETT, B. J. Twelve weeks of BodyBalance training improved balance and functional task performance in middle-aged and older adults. **Clinical Intervention in Aging**, Auckland, v. 9, p. 1895-1904, 2014.

NIELSEN, A. R. et al. Association between interleukin-15 and obesity: interleukin-15 as a potential regulator of fat mass. **The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, Springfield, v. 93, n. 11, p. 4486-4493, 2008.

NOBREGA, A. C. L. et al. Posicionamento oficial da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte e da Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia: atividade física e saúde no idoso. **Revista Brasileira Medicina e Esporte**, Niterói, v. 5, n. 6, p. 207-211, 1999.

NOGUEIRA, S. L. Fatores determinantes da capacidade funcional em idosos longevos. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Paulo, v. 14, n. 4, p. 322-329, 2010.

NORDIN, B. E. et al. Relative contributions of years since menopause, age, and weight to vertebral density in postmenopausal women. **The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, Springfield, v. 74, n. 1, p. 20-23, 1992.

NORTH, B. J.; SINCLAIR, D. A. The intersection between aging and cardiovascular disease. **Circulation Research**, Baltimore, v. 110, n. 8, p. 1097-1108, 2012.

OKUMA, S. S. **O idoso e a atividade física**: fundamentos e pesquisa. 3. ed. São Paulo: Papyrus, 2004.

OLIVETTI, G. et al. Gender differences and aging: effects in the human heart. **Journal of the American College of Cardiology**, New York, v. 26, n. 4, p. 1068-1079, 1995.

OLSHANSKY, S. J.; AULT, B. The fourth stage of the epidemiologic transition: the age of delayed degenerative diseases. **The Milbank Quarterly**, New York, v. 64, n. 3, p. 355-391, 1986.

OMRAN, A. R. The epidemiologic transition: a theory of epidemiology of population change. **The Milbank Quarterly**, New York, v. 49, p. 509-538, 1971.

OMRAN, M. L.; MORLEY, J. E. Assessment of protein energy malnutrition in older persons, part 1: history examination, body composition, and screening tools. **Nutrition**, Burbank, v. 16, n. 1, p. 50-53, 2000.

OPAS. ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. **Envelhecimento ativo**: uma política de saúde. Brasília: Opas, 2005.

ORDNUNG, M. et al. No overt effects of a 6-week exergame training on sensorimotor and cognitive function in older adults. a preliminary investigation. **Frontiers in Human Neuroscience**, Lausanne, v. 11, p. 160, 2017.

OSNESS, W. H. et al. **Functional fitness assessment for adults over 60 years (a field based assessment)**. Reston: Aahperd, 1990.

PAGONAS, N. et al. The impact of aerobic exercise on blood pressure variability. **Journal of Human Hypertension**, Houndmills, v. 28, n. 6, p. 367-371, 2014.

PAOLISSO, G.; SCHEEN, A.; LEFÈBVRE, P. Glucose handling, diabetes and ageing. **Hormone Research**, Basel, v. 43, n. 1-3, p. 52-57, 1995.

PAPALIA, D. E. **Desenvolvimento humano**. 10. ed. Porto Alegre: AMGH, 2010.

PARAHYBA, M. I.; VERAS, R. Diferenciais sociodemográficos no declínio funcional em mobilidade física entre os idosos no Brasil. **Ciências e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 4, p. 1257-1264, 2008.

PARK, H. et al. Yearlong physical activity and sarcopenia in older adults: the Nakanojo Study. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 109, n. 5, p. 953-961, 2010.

PARLESAK, A. et al. Prevalence of small bowel bacterial overgrowth and its association with nutrition intake in nonhospitalized older adults. **Journal of the American Geriatrics Society**, Malden, v. 51, n. 6, p. 768-773, 2003.

PARR, E. B.; COFFEY, V. G.; HAWLEY, J. A. 'Sarcobesity': a metabolic conundrum. **Maturitas**, Limerick, v. 74, n. 2, p. 109-113, 2013.

PAYNE, B. A. I.; CHINNERY, P. F. Mitochondrial dysfunction in aging: much progress but many unresolved questions. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Bioenergetics**, Amsterdam, v. 1847, n. 11, p. 1347-1353, 2015.

- PEDERSEN, B. K. Muscles and their myokines. **The Journal of Experimental Biology**, London, v. 15, n. 214, p. 337-346, 2011.
- PEDERSEN, B. K.; FEBBRAIO, M. A. Muscles, exercise and obesity: skeletal muscle as a secretory organ. **Nature Reviews: Endocrinology**, London, v. 8, n. 8, p. 457-465, 2012.
- PEREIRA, B. I.; AKBAR, A. N. Convergence of innate and adaptive immunity during human aging. **Frontiers in Immunology**, Lausanne, v. 7, p. 445, 2016.
- PEREIRA, É. F.; TEIXEIRA, C. S.; SANTOS, A. S. Qualidade de vida: abordagens, conceitos e avaliação. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 241-250, 2012.
- PEROSSI, S. C. Flexibilidade nos idosos. **Medicina Geriátrica**, 2007. Disponível em: <<https://bit.ly/2M6rAIL>>. Acesso em: 26 ago. 2009.
- PESCATELLO, L. S.; KULIKOWICH, J. M. The aftereffects of dynamic exercise on ambulatory blood pressure. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 33, n. 11, p. 1855-1861, 2001.
- PESCATELLO, L. S. et al. American College of Sports Medicine position stand: exercise and hypertension. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 36, n. 3, p. 533-553, 2004.
- PETERSON, M. et al. Resistance exercise for muscular strength in older adults: a meta-analysis. **Ageing Research Reviews**, Oxford, v. 9, n. 3, p. 226-237, 2010.
- PÍCOLI, T. S.; FIGUEIREDO, L. L.; PATRIZZI, L. J. Sarcopenia e envelhecimento. **Fisioterapia em Movimento**, Curitiba, v. 24, n. 3, p. 455-462, 2011.
- PIERINE, D. T.; NICOLA, M.; OLIVEIRA, E. P. Sarcopenia: alterações metabólicas e consequências no envelhecimento. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Taguatinga, v. 17, n. 3, p. 96-103, 2009.

PILLARD, F. et al. Physical activity and sarcopenia. **Clinics in Geriatric Medicine**, Philadelphia, v. 27, n. 3, p. 449-470, 2011.

PIMENTA, F. et al. Predictors of weight variation and weight gain in peri- and post-menopausal women. **Journal of Health Psychology**, London, v. 19, n. 8, p. 993-1002, 2014.

PIRLICH, M.; LOCHS, H. Nutrition in the elderly. **Best Practice and Research: Clinical Gastroenterology**, London, v. 15, n. 6, p. 869-884, 2001.

PODSIADLO, D.; RICHARDSON, S. The timed “Up & Go”: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. **Journal of the American Geriatrics Society**, Malden, v. 39, n. 2, p. 142-148, 1991.

POLASTRI, P. F. et al. Alterações nos níveis de coordenação de pessoas da terceira idade através de um programa de atividade física generalizada. **Motriz**, Rio Claro, v. 5, n. 1, p. 115, 1999.

POLI, M. E. H.; SCHWANKE, C. H. A.; CRUZ, I. B. M. A menopausa na visão gerontológica. **Scientia Medica**, Porto Alegre, v. 20, n. 2, p. 176-184, 2010.

POLKEY, M. L. et al. The contractile properties of the elderly human diaphragm. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, New York, v. 155, n. 5, p. 1560-1564, 1997.

PONNAPPAN, S.; PONNAPPAN, U. Aging and immune function: molecular mechanisms to interventions. **Antioxidants and Redox Signaling**, Larchmont, v. 14, n. 8, p. 1551-1585, 2011.

POPP, J. et al. Cerebrospinal fluid cortisol and clinical disease progression in MCI and dementia of Alzheimer’s type. **Neurobiology of Aging**, Fayetteville, v. 36, n. 2, p. 601-607, 2015.

PORTER STARR, K. N.; MCDONALD, S. R.; BALES, C. W. Obesity and physical frailty in older adults: a scoping review of lifestyle intervention trials. **Journal of the American Medical Directors Association**, Hagerstown, v. 15, n. 4, p. 240-250, 2014.

PRASAD, K.; MISHRA, M. Do advanced glycation end products and its receptor play a role in pathophysiology of hypertension? **International Journal of Angiology**, New York, v. 26, n. 1 p. 1-11, 2017.

PRATESI, A.; TARANTINI, F.; DI BARI, M. Skeletal muscle: an endocrine organ. **Clinical Cases in Mineral and Bone Metabolism**, Roma, v. 10, n. 1, p. 11-14, 2013.

PRESTES, J. et al. Effects of resistance training on resistin, leptin, cytokines, and muscle force in elderly post-menopausal women. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 27, n. 14, p. 1607-1615, 2009.

PRINCE, M. J. et al. The burden of disease in older people and implications for health policy and practice. **Lancet**, London, v. 385, n. 9967, p. 549-562, 2015.

PSZEMIAROWER, S.; POCHTAR, N. Relações intergeracionais como contribuição para a construção de uma cultura de paz. **A Terceira Idade**, São Paulo, v. 22, n. 50, p. 48-65, 2011.

PUTHOFF, M.; JANZ, K.; NIELSON, D. The relationship between lower extremity strength and power to everyday walking behaviors in older adults with functional limitations. **Journal of Geriatric Physical Therapy**, La Crosse, v. 31, n. 1, p. 24-31, 2008.

QI, Q. et al. Diversity and clonal selection in the human T-cell repertoire. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 111, n. 36, p. 13139-13144, 2014.

REAVEN, G. M. Role of insulin resistance in human disease. **Diabetes**, Alexandria, v. 37, n. 12, p. 1595-1607, 1988.

RECKELHOFF, J. F.; MARIC, C. Sex and gender differences in cardiovascular-renal physiology and pathophysiology. **Steroids**, New York, v. 75, n. 11, p. 745-746, 2010.

REID, K. F. et al. Lower extremity muscle mass predicts functional performance in mobility-limited elders. **The Journal of Nutrition, Health and Aging**, Paris, v. 20, n. 7, p. 493-498, 2008.

RETTBERG, J. R.; YAO, J.; BRINTON, R. D. Estrogen: a master regulator of bioenergetic systems in the brain and body. **Frontiers in Neuroendocrinology**, Orlando, v. 35, n. 1, p. 8-30, 2014.

RIBEIRO, A. S. et al. Resistance training in older women: comparison of single vs multiple sets on muscle strength and body composition. **Isokinetics and Exercise Science**, Amsterdam, v. 23, p. 56-60, 2015.

_____. Traditional and pyramidal resistance training systems improve muscle quality and metabolic biomarkers in older women: a randomized crossover study. **Experimental Gerontology**, Amsterdam, v. 79, p. 8-15, 2016a.

_____. Effects of traditional and pyramidal resistance training systems on muscular strength, muscle mass, and hormonal responses in older women: a randomized crossover trial. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 31, n. 7, p. 1888-1896, 2016b.

RIERA, C. E.; DILLIN, A. Tipping the metabolic scales towards increased longevity in mammals. **Nature Cell Biology**, New York, v. 17, n. 3, p. 196-203, 2015.

RIGGS, B. L. et al. A population-based assessment of rates of bone loss at multiple skeletal sites: evidence for substantial trabecular bone loss in young adult women and men. **Journal of Bone and Mineral Research**, Washington, v. 23, n. 2, p. 205-214, 2008.

RIKLI, R. E.; JONES, C. J. Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. **Journal of Aging and Physical Activity**, Birmingham, v. 7, n. 2, p. 129-161, 1999.

_____. Development and validation of criterion-referenced clinically relevant fitness standards for maintaining physical independence in later years. **The Gerontologist**, Cary, v. 53, n. 2, p. 255-267, 2013.

RINALDI, J. Perfil neuropsicológico de idosas com sintomas depressivas. **A Terceira Idade**, São Paulo, v. 22, n. 52, p. 33-51, 2011.

- RINK, L.; CAKMAN, I.; KIRCHNER, H. Altered cytokine production in the elderly. **Mechanisms of Ageing and Development**, Lausanne, v. 102, n. 2-3, p. 199-209, 1998.
- ROBERTS, C.; LANDENSON, P. W. Hypothyroidism. **Lancet**, London, v. 363, n. 9411, p. 793-803, 2004.
- ROLLAND, Y. et al. Difficulties with physical function associated with obesity, sarcopenia, and sarcopenic-obesity in community-dwelling elderly women: the EPIDOS (EPIDemiologie de l'OSteoporose) Study. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 89, n. 6, p. 1895-1900, 2009.
- ROLLS, B. J.; PHILLIPS, P. A. Aging and disturbances of thirst and fluid balance. **Nutrition Reviews**, Washington, v. 48, n. 3, p. 137-143, 1990.
- ROMALDINI, J. H. Distunções mínimas da tireóide: hipotireoidismo subclínico e hipertireoidismo subclínico. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, São Paulo, v. 48, n. 1, p. 147-158, 2004.
- ROUBENOFF, R. Sarcopenic obesity: the confluence of two epidemics. **Obesity Research**, Baton Rouge, v. 12, n. 6, p. 887-888, 2004.
- RUDIN, E.; BARZILAI, N. Inflammatory peptides derived from adipose tissue. **Immunity and Ageing**, London, v. 2, n. 1, p. 1-3, 2005.
- RUIVO, S. et al. Effects of aging on lung function: a comparison of lung function in healthy adults and the elderly. **Revista Portuguesa de Pneumologia**, Lisboa, v. 15, n. 4, p. 629-653, 2009.
- RUSCHEWEYH, R. et al. Physical activity and memory functions: an interventional study. **Neurobiology of Aging**, Fayetteville, v. 32, n. 7, p. 1304-1319, 2011.
- RYAN, D. J.; STEBBINGS, G. K.; ONAMBELE, G. L. The emergence of sedentary behaviour physiology and its effects on the cardiometabolic profile in young and older adults. **Age**, Dordrecht, v. 37, n. 5, p. 89, 2015.
- SAFFREY, M. J. Aging of the enteric nervous system. **Mechanisms of Ageing and Development**, Limerick, v. 125, n. 12, p. 266-271, 2004.

SALTHOUSE, T. A. Memory aging from 18 to 80. **Alzheimer Disease and Associated Disorders**, Hagerstown, v. 17, n. 3, p. 162-167, 2003.

SANTER, R. M.; BAKER, D. M. Enteric neuron numbers and sizes in Auerbach's plexus in the small and large intestine of adults and aged rats. **Journal of the Autonomic Nervous System**, Amsterdam, v. 25, n. 1, p. 59-67, 1988.

SANTOS, R. L. VIRTUOSO JÚNIOR, J. S. Confiabilidade da versão brasileira da escala de atividades instrumentais da vida diária. **Revista Brasileira de Promoção da Saúde**, Fortaleza, v. 21, n. 4, p. 290-296, 2008.

SARGEANT, A. J.; JONES, D. A. The significance of motor unit variability in sustaining mechanical output of muscle. **Advances in Experimental Medicine and Biology**, New York, v. 384, p. 323-338, 1995.

SASAKI, J. E.; JOHN, D.; FREEDSON, P. S. Validation and comparison of ActiGraph activity monitors. **Journal of Science and Medicine in Sport**, Belconnen, v. 14, n. 5, p. 411-416, 2011.

SBC. SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. IV Diretriz Brasileira sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo, v. 88, p. 2-19, 2007. Suplemento.

SBD. SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. **Tratamento e acompanhamento do diabetes mellitus**: diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes. Rio de Janeiro: SBD, 2007.

SCHAAP, L. A. et al. Inflammatory markers and loss of muscle mass (sarcopenia) and strength. **The American Journal of Medicine**, New York, v. 119, n. 6, p. 526.e9-526.e17, 2006.

_____. Higher inflammatory marker levels in older persons: associations with 5-year change in muscle mass and muscle strength. **Journals of Gerontology: Series A, Biological Sciences and Medical Sciences**, Washington, v. 64, n. 11, p. 1183-1189, 2009.

SCHEEN, A. J. Pathophysiology of type 2 diabetes. **Acta Clinica Belgica**, Bruxelles, v. 58, n. 6, p. 335-341, 2003.

_____. Diabetes mellitus in the elderly: insulin resistance and/or impaired insulin secretion? **Diabetes and metabolism**, Paris, v. 31, p. 5S27-5S34, 2005. Número especial.

SCHIFFMAN, S. S. Taste and smell losses in normal aging and disease. **Journal of the American Medical Association**, Chicago, v. 278, n. 16, p. 1357-1362, 1997.

SCHOENFELD, B. J. Potential mechanisms for a role of metabolic stress in hypertrophic adaptations to resistance training. **Sports Medicine**, Auckland, v. 43, n. 3, p. 179-194, 2013.

SCHWANKE, C. et al. **Atualizações em geriatria e gerontologia III: nutrição e envelhecimento**. Porto Alegre: EdiPUCRS, 2010.

SCHWARTZ, R. S. et al. The effect of intensive endurance exercise training on body fat distribution in young and older men. **Metabolism: Clinical and Experimental**, Philadelphia, v. 40, n. 5, p. 545-551, 1991.

SCHWINGEL, A.; SEBASTIÃO, E.; CHODZKO-ZAJKO, W. Promoting physical activity in later life: how to respond to frequently asked questions and concerns about physical activity. **Annual Review of Gerontology and Geriatrics**, New York, v. 36, n. 1, p. 33-52, 2016.

SCULLY, T. Demography: to the limit. **Nature**, New York, v. 492, p. S2-S3, 2013. Suplemento.

SEARS, E. D.; CHUNG, K. C. Validity and responsiveness of the Jebsen-Taylor hand function test. **The Journal of Hand Surgery**, New York, v. 35, n. 1, p. 30-37, 2010.

SEMBA, R. D. et al. Serum carboxymethyl-lysine, an advanced glycation end product, is associated with increased aortic pulse wave velocity in adults. **American Journal of Hypertension**, New York, v. 22, n. 1, p. 74-79, 2009.

SHANMUGASUNDARAM, M.; ROUGH, S. J.; ALPERT, J. S. Dyslipidemia in the elderly: should it be treated? **Clinical Cardiology**, Hoboken, v. 33, n. 1, p. 4-9, 2010.

SHARKEY, B. J. **Fitness and health**. 5. ed. Champaign: Human Kinetics, 2001.

SHARMA, G.; GOODWIN, J. Effect of aging on respiratory system physiology and immunology. **Clinical Interventions in Aging**, Auckland, v. 1, n. 3, p. 253-260, 2006.

SHAW, A. C. et al. Aging of the innate immune system. **Current Opinion in Immunology**, London, v. 22, n. 4, p. 507-513, 2010.

SHEPHARD, R. J. **Envelhecimento, atividade física e saúde**. São Paulo: Phorte, 2003.

SHLISKY, J. et al. Nutritional considerations for healthy aging and reduction in age-related chronic disease. **Advances in Nutrition**, Bethesda, v. 8, n. 1, p. 17-26, 2017.

SHORT, K. R. et al. Age and aerobic exercise training effects on whole body and muscle protein metabolism. **American Journal of Physiology: Endocrinology and Metabolism**, Bethesda, v. 286, n. 1, p. E92-E101, 2004.

SILSUPADOL, P. et al. Effects of single-task versus dual-task training on balance performance in older adults: a double-blind, randomized controlled trial. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, Philadelphia, v. 90, n. 3, p. 381-387, 2009.

SILVA, B. S.; NAKANO, T. C. Modelo dos cinco grandes fatores da personalidade: análise de pesquisas. **Avaliação Psicológica**, Porto Alegre, v. 10, n. 1, p. 51-62, 2011.

SILVA, M.; RABELO, H. T. Estudo comparativo dos níveis de flexibilidade entre mulheres idosas praticantes de atividade física e não praticantes. **Movimentum**, Ipatinga, v. 1, n. 1, 2006.

SILVA, M. P.; SANTOS FILHO, J. A. A.; GOBBI, S. Aptidão funcional de mulheres idosas mediante programa supervisionado de atividades físicas generalizadas ou caminhadas regulares sem supervisão. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, Londrina, v. 11, n. 2, p. 3-12, 2006.

SILVA, N. S. L. et al. Influência da ordem dos exercícios sobre o número de repetições e percepção subjetiva do esforço em mulheres jovens e idosas. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, Niterói, v. 15, n. 3, p. 219-223, 2009.

SILVA, R. G. et al. Effect of two different weekly frequencies of resistance training on blood pressure in normotensive older women. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, Florianópolis, v. 19, n. 1, p. 118-127, 2017.

SILVA, T. A. A. et al. Sarcopenia associada ao envelhecimento: aspectos etiológicos e opções terapêuticas. **Revista Brasileira de Reumatologia**, São Paulo, v. 46, n. 6, p. 391-397, 2006.

SILVEIRA-NUNES, G. et al. Lifewide profile of cytokine production by innate and adaptive immune cells from Brazilian individuals. **Immunity and Ageing**, London, v. 14, p. 2, 2017.

SINHA, M. et al. Restoring systemic GDF11 levels reverses age-related dysfunction in mouse skeletal muscle. **Science**, New York, v. 344, n. 6184, p. 649-652, 2014.

SIQUEIRA, M. E. C. Teorias sociológicas do envelhecimento. In: FREITAS, E. V. (Ed.). **Tratado de geriatria e gerontologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. p. 47-57.

SOLOMON, A.; BOULOUX, P. Endocrine therapies for sarcopenia in older men. **British Journal of Hospital Medicine**, London, v. 67, n. 9, p. 477-481, 2006.

SOUZA, J. C. L.; METZNER, A. C. Benefícios da dança no aspecto social e físico dos idosos. **Revista Fafibe On-Line**, Bebedouro, v. 6, n. 6, p. 8-13, 2013.

SOUZA, M. C. et al. Integralidade na atenção à saúde: um olhar da Equipe de Saúde da Família sobre a fisioterapia. **O Mundo da Saúde**, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 452-460, 2012.

SOUZA, M. F. **Comparação entre os modelos de periodização linear e ondulatório em programa de treinamento com pesos sobre indicadores de saúde em mulheres idosas treinadas**. 2016. Tese (Doutorado em Educação Física) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

SOUZA E SILVA, C. G. et al. Influence of age in estimating maximal oxygen uptake. **Journal of Geriatric Cardiology**, Beijing, v. 13, n. 2, p. 126-131, 2016.

STELLA, F. et al. Depressão no idoso: diagnóstico, tratamento e benefícios da atividade física. **Motriz**, Rio Claro, v. 8, n. 3, p. 91-98, 2002.

STENHOLM, S. et al. The effect of obesity combined with low muscle strength on decline in mobility in older persons: results from the InChianti Study. **International Journal of Obesity**, London, v. 33, n. 6, p. 635-644, 2009.

STENKEN, J. A.; POSCHENRIEDER, A. J. Bioanalytical chemistry of cytokines: a review. **Analytica Chimica Acta**, Amsterdam, v. 853, p. 95-115, 2015.

STEPTOE, A.; WARDLE, J. Life skills, wealth, health, and wellbeing in later life. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 114, n. 17, p. 4354-4359, 2017.

STEVENSON, J. C. A woman's journey through the reproductive, transitional and postmenopausal periods of life: impact on cardiovascular and musculo-skeletal risk and the role of estrogen replacement. **Maturitas**, Amsterdam, v. 70, n. 2, p. 197-205, 2011.

STØA, E. M. et al. High-intensity aerobic interval training improves aerobic fitness and HbA1c among persons diagnosed with type 2

diabetes. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 117, n. 3, p. 455-467, 2017.

STOTT, D. J. et al. Thyroid hormone therapy for older adults with subclinical hypothyroidism. **New England Journal of Medicine**, Boston, v. 376, n. 26, p. 2534-2544, 2017.

STRADER, A. D.; WOODS, S. C. Gastrointestinal hormones and food intake. **Gastroenterology**, Philadelphia, v. 128, n. 1, p. 175-191, 2005.

STRATTON, R. J.; GREEN, C. J.; ELIA, M. **Disease related malnutrition: an evidence-based approach to treatment**. Oxford: Cabi, 2003.

STRAUSS, E.; SHERMAN, E. M. S.; SPREEN, O. Trail Making Test (TMT). In: _____. (Ed.). **A compendium of neuropsychological tests: administration, norms, and commentary**. 3. ed. New York: Oxford University Press, 2006. p. 655-677.

SUN, N.; YOULE, R. J.; FINKEL, T. The mitochondrial basis of aging. **Molecular Cell**, Cambridge, v. 61, n. 5, p. 654-666, 2016.

TANIMOTO, Y. et al. Association between sarcopenia and higher-level functional capacity in daily living in community-dwelling elderly subjects in Japan. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, Amsterdam, v. 55, n. 2, p. e9-e13, 2012.

_____. Association of sarcopenia with functional decline in community-dwelling elderly subjects in Japan. **Geriatrics and Gerontology International**, Tokyo, v. 13, n. 4, p. 958-963, 2013.

TEIXEIRA, V. O. N.; FILIPPIN, L. I.; XAVIER, R. M. Mechanisms of muscle wasting in sarcopenia. **Revista Brasileira de Reumatologia**, São Paulo, v. 52, n. 2, p. 252-259, 2012.

TERRA, R. et al. Effect of exercise on the immune system: response, adaptation and cell signaling. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 208-214, 2012.

THIEBAUD, R. S. et al. Home-based resistance training for older adults: a systematic review. **Geriatrics and Gerontology International**, Tokyo, v. 14, n. 4, p. 750-757, 2014.

THOMPSON, P. D. et al. The acute versus the chronic response to exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 33, p. S438-S445, 2001. Suplemento 6.

TIFFIN, J.; ASHER, E. J. The Purdue Pegboard: norms and studies of reliability and validity. **Journal of Applied Psychology**, Washington, v. 32, n. 3, p. 234-247, 1948.

TOFFANIN, T. et al. Volumetric MRI analysis of hippocampal subregions in Cushing's disease: a model for glucocorticoid neural modulation. **European Psychiatry**, Paris, v. 26, n. 1, p. 64-67, 2011.

TOMELERI, C. M. **Efeito de diferentes ordens de execução de exercícios resistidos sobre a força muscular, composição corporal, fatores de risco cardiometabólico, indicadores de qualidade muscular e marcadores inflamatórios em mulheres idosas**. 2016. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016a.

_____. Resistance training improves inflammatory level, lipid and glycemic profiles in obese older women: a randomized controlled trial. **Experimental Gerontology**, Amsterdam, v. 84, p. 80-87, 2016b.

TONET, A. C.; NÓBREGA, O. T. Imunossenescência: a relação entre leucócitos, citocinas e doenças crônicas. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 2, p. 259-273, 2008.

TRIBESS, S.; VIRTUOSO JUNIOR, J. S. Prescrição de exercícios físicos para idosos. **Revista Saúde.com**, Vitória da Conquista, v. 1, n. 2, p. 163-172, 2005.

TRIEBNER, K. et al. Menopause is associated with accelerated lung function decline. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, New York, v. 195, n. 8, p. 1058-1065, 2017.

TROST, S. G.; MCIVER, K. L.; PATE, R. R. Conducting accelerometer-based activity assessments in field-based research. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 37, n. 11, p. S531-S543, 2005.

UNGVARI, Z. et al. Mechanisms of vascular aging: new perspectives. **Journals of Gerontology: Series A, Biological Sciences and Medical Sciences**, Washington, v. 65A, n. 10, p. 1028-1041, 2010.

USP. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Faculdade de Saúde Pública. **Estudo SABE**: saúde, bem-estar e envelhecimento: condições de vida e saúde dos idosos do município de São Paulo. 2006. Disponível em: <<https://bit.ly/2M5DtPj>>. Acesso em: 1º jun. 2017.

VAN DER LELY, A. J. et al. Biological, physiological, pathophysiological, and pharmacological aspects of ghrelin. **Endocrine Reviews**, Chevy Chase, v. 25, n. 3, p. 426-427, 2004.

VAUGHAN, S. et al. Study protocol: a randomized controlled trial of the effects of a multi-modal exercise program on cognition and physical functioning in older women. **BMC Geriatrics**, London, v. 12, p. 60, 2012.

_____. The effects of multimodal exercise on cognitive and physical functioning and brain-derived neurotrophic factor in older women: a randomized controlled trial. **Age and Ageing**, Oxford, v. 43, n. 5, p. 623-629, 2014.

VERAS, R. Brazil is getting older: demographic changes and epidemiological challenges. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 25, n. 6, p. 476-488, 1991.

_____. Envelhecimento populacional e as informações de saúde do PNAD: demandas e desafios contemporâneos: introdução. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 10, p. 2463-2466, 2007.

VERDERI, E. **O corpo não tem idade**: educação física gerontológica. Jundiaí: Fontoura, 2004.

_____. O corpo não tem idade: envelhecendo com saúde. In: SEMINÁRIO ESPORTE, ATIVIDADE FÍSICA E SAÚDE, 6., 2016, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Alesp, 2016.

VERHAEGHEN, P.; SALTHOUSE, T. A. Meta-analyses of age-cognition relations in adulthood: estimates of linear and nonlinear age effects and structural models. **Psychological Bulletin**, Washington, v. 122, n. 3, p. 231-249, 1997.

VIEIRA, E. C.; PEIXOTO, M. R. G.; SILVEIRA, E. A. Prevalência e fatores associados à Síndrome Metabólica em idosos usuários do Sistema Único de Saúde. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, São Paulo, v. 17, n. 4, p. 805-817, 2014.

VILLAREAL, D. T. et al. Obesity in older adults: technical review and position statement of the American Society for Nutrition and NAASO, The Obesity Society. **Obesity Research**, Silver Spring, v. 13, n. 11, p. 1849-1863, 2005.

VINA, J.; LLORET, A. Why women have more Alzheimer's disease than men: gender and mitochondrial toxicity of amyloid-beta peptide. **Journal of Alzheimer's Disease**, Amsterdam, v. 20, p. S527-S533, 2010. Suplemento 2.

VOGEL, T. et al. Health benefits of physical activity in older patients: a review. **International Journal of Clinical Practice**, Oxford, v. 63, n. 2, p. 303-320, 2009.

VOLLENBROEK-HUTTEN, M. et al. Rest Rust! Physical active for active and healthy ageing. **Translational Medicine @ UniSa**, Fisciano, v. 13, n. 4, p. 19-28, 2015.

VOLPI, E. et al. Is the optimal level of protein intake for older adults greater than the recommended dietary allowance? **Journals of Gerontology: Series A, Biological Sciences and Medical Sciences**, Washington, v. 68, n. 6, p. 677-681, 2013.

WALKER, R. G. et al. Biochemistry and biology of GDF11 and myostatin: similarities, differences, and questions for future investigation. **Circulation Research**, Baltimore, v. 118, n. 7, p. 1125-1141, 2016.

WALRAND, S. et al. Physiopathological mechanism of sarcopenia. **Clinics in Geriatric Medicine**, Philadelphia, v. 27, n. 3, p. 365-385, 2011.

WANG, J. et al. Dietary intake and cardiometabolic biomarkers in relation to insulin resistance and hypertension in a middle-aged and elderly population in Beijing, China. **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**, Ottawa, v. 42, n. 8, p. 869-875, 2017.

WANG, M.; MONTICONE, R.; LAKATTA, E. Arterial aging: a journey into subclinical arterial disease. **Current Opinion in Nephrology and Hypertension**, London, v. 19, n. 2, p. 201-207, 2010.

WEINHEIMER, E. M.; SANDS, L. P.; CAMPBELL, W. W. A systematic review of the separate and combined effects of energy restriction and exercise on fat-free mass in middle-aged and older adults: implications for sarcopenic obesity. **Nutrition Reviews**, Washington, v. 68, n. 7, p. 375-388, 2010.

WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION. Physical status: the use and interpretation of anthropometry: report of a WHO Expert Committee. Geneva: WHO, 1995. (Technical Report Series, n. 854).

_____. **Obesity**: preventing and managing the global epidemic. Geneva: WHO, 1998. (Technical Report Series, 894).

_____. Envelhecimento ativo: uma política de saúde. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2005.

_____. **Global age-friendly cities**: a guide. Geneva: WHO, 2007.

WILLIAMS, D. M. Exercise, affect, and adherence: an integrated model and a case for self-paced exercise. **Journal of Sport and Exercise Psychology**, Champaign, v. 30, n. 5, p. 471-496, 2008.

WILLIAMS, P. T.; THOMPSON, P. D. Walking versus running for hypertension, cholesterol, and diabetes mellitus risk reduction. **Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology**, Dallas, v. 33, n. 5, p. 1085-1091, 2013.

WOLFE, R. R.; MILLER, L. M.; MILLER, K. B. Optimal protein intake in the elderly. **Clinical Nutrition**, Edinburgh, v. 27, n. 5, p. 675-684, 2008.

WSHIP. WASHINGTON STATE HEALTH INSURANCE POOL. **Standard Health Questionnaire for Washington State**. Seattle: WSHIP, 2005.

WURTMAN, J. J. et al. Caloric and nutrient intake of elderly and young subjects measured under identical conditions. **Journal of Gerontology**, St. Louis, v. 43, n. 6, p. B174-B180, 1988.

YADAV, R. et al. A case control study of women with Parkinson's disease and their fertility characteristics. **Journal of the Neurological Sciences**, Amsterdam, v. 319, n. 1-2, p. 135-138, 2012.

YANAGI, S. et al. The impacts of cellular senescence in elderly pneumonia and in age-related lung diseases that increase the risk of respiratory infections. **International Journal of Molecular Sciences**, Basel, v. 18, n. 3, p. 503, 2017.

YANG, Y. R. et al. Dual-task exercise improves walking ability in chronic stroke: a randomized controlled trial. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, Philadelphia, v. 88, n. 10, p. 1236-1240, 2007.

YOUNG, J. et al. Aerobic exercise to improve cognitive function in older people without known cognitive impairment. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, Chichester, n. 4, p. CD005381, 2015.

ZAGO, A. S.; GOBBI, S. Valores normativos da aptidão funcional de mulheres de 60 a 70 anos. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Taguatinga, v. 11, n. 2, p. 77-86, 2003.

ZAMBONI, M. et al. Relation between leptin and the metabolic syndrome in elderly women. **Journals of Gerontology: Series A, Biological Sciences and Medical Sciences**, Washington, v. 59, n. 4, p. 396-400, 2004.

_____. Sarcopenic obesity: a new category of obesity in the elderly. **Nutrition, Metabolism, and Cardiovascular Diseases**, Amsterdam, v. 18, n. 5, p. 388-395, 2008.

ZHENG, N. et al. Associations between inflammatory markers, hemostatic markers, and microvascular complications in 182 Chinese patients with type 2 diabetes mellitus. **Laboratory Medicine**, Oxford, v. 46, n. 3, p. 214-220, 2015.

ZMORZYNSKI, M. N. A motivação do idoso em programas intergeracionais de atividades físicas. **A Terceira Idade**, São Paulo, v. 17, n. 36, p. 53-60, 2006.

ZOICO, E.; ROUBENOFF, R. The role of cytokines in regulating protein metabolism and muscle function. **Nutrition Reviews**, Washington, v. 60, n. 2, p. 39-51, 2002.



**Conselho Regional de Educação Física
da 4ª Região**

SOMOS NÓS, FORTALECENDO A PROFISSÃO

www.crefsp.gov.br

SEDE - SÃO PAULO/SP - Rua Líbero Badaró, 377, 3º andar, Centro – CEP 01009-000
SECCIONAL - CAMPINAS/SP - Av. Marechal Carmona, 618, Vila João Jorge – CEP 13041-311

ISBN 978-85-94418-29-6

