

U. PORTO

FACULDADE DE DESPORTO
UNIVERSIDADE DO PORTO



CIAFEL
Centro de Investigação
em Actividade Física,
Saúde e Lazer

Universidade do Porto

Faculdade de Desporto

Centro de Investigação em Actividade Física, Saúde e
Lazer

António Miguel de Barros Monteiro

**Efeitos de diferentes programas de treino
sobre a aptidão funcional e composição
corporal de mulheres idosas.**

Porto 2011



Universidade do Porto

Faculdade de Desporto

Centro de Investigação em Actividade Física, Saúde e
Lazer

António Miguel de Barros Monteiro

**Efeitos de diferentes programas de treino
sobre a aptidão funcional e composição
corporal de mulheres idosas.**

A presente tese foi escrita para a obtenção do título de Doutor no âmbito do curso de Doutoramento em Actividade Física e Saúde, organizado pelo Centro de Investigação em Actividade Física, Saúde e Lazer (CIAFEL), da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, nos termos do Decreto-Lei 74/2006 de 24 de Março, orientada pela Professora Doutora Maria Joana Mesquita Cruz Barbosa de Carvalho.

Porto, 2011

Monteiro, A.M. (2011). **Efeitos de diferentes programas de treino sobre a aptidão funcional e composição corporal de mulheres idosas.** *Tese de Doutoramento em Actividade Física e Saúde.* Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, Porto.

Palavras-chave: IDOSOS, APTIDÃO FUNCIONAL, COMPOSIÇÃO CORPORAL, TREINO MULTICOMPONENTE, TREINO DE RESISTÊNCIA DE FORÇA, TREINO DE POTÊNCIA DE FORÇA.

Financiamento

O candidato realizou esta tese de doutoramento com uma bolsa da Fundação para a Ciência e Tecnologia Portuguesa (SFRH/BD/31313/2006). Este trabalho foi realizado no âmbito do Projecto PTDC/DES/108780/2008 - FCOMP-01-0124-FEDER-009606 - FACTORES DE RISCO PARA SAÚDE CARDIOVASCULAR, APTIDÃO FÍSICA FUNCIONAL E QUALIDADE DE VIDA RELACIONADA À SAÚDE EM IDOSOS: INTERRELAÇÕES E INFLUÊNCIAS DO TREINO, tendo sido desenvolvido no Centro de Investigação em Actividade Física, Saúde e Lazer (CIAFEL) da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

A Faculdade de Desporto da Universidade do Porto cedeu as instalações e o suporte logístico.



Aos meus pais por tudo o que sou: a
criança que cresceu ao homem que
me tornei.

Isto tudo é por vós, Amo-vos.

Agradecimentos

Ao longo destes últimos anos, um trabalho desta natureza, por si só e pelo desafio que nos lança, torna-se um obstáculo na nossa vida, impondo-nos limitações, apelando ao nosso espírito de sacrifício e compromisso, evidenciando o longo caminho que temos que percorrer. Esta tese envolveu muita gente e instituições, a elas devo muito e por isso, o meu agradecimento.

À Professora Doutora Joana Carvalho, por toda a sua disponibilidade, paciência e sapiência aplicada na orientação deste trabalho.

Aos meus “velhinhos” do + Idade + Saúde, sem eles este trabalho não teria sido possível de se realizar, agradeço o esforço e a abnegação que sempre demonstraram ao longo das aulas e das avaliações.

Aos estagiários de Desporto e Educação Social do + Idade + Saúde pelo empenho, resistência e competência a darem as aulas e a ajudarem na recolha de dados.

À Escola Superior de Educação pelo apoio incondicional na disponibilização das suas instalações, dos seguros, da divulgação e do carinho que sempre trataram o projecto + Idade + Saúde.

Ao Instituto Politécnico de Bragança pelo apoio e pela pronta disponibilidade em ajudar a promover e a viver o + Idade + Saúde.

À Junta de Freguesia pela ajuda do parto do + Idade + Saúde através da cedência da “manjedoura” (comboio) durante o primeiro ano de vida e pelo apoio que nos foi dando através do fornecimento do seu autocarro para fazer deslocações ao Porto à Faculdade de Desporto para aí fazermos as avaliações.

À Camara Municipal de Bragança, nosso parceiro ao longo dos 6 anos do projecto + Idade + Saúde através do fornecimento de transporte para levar os nossos idosos para as aulas e às avaliações ao Porto na Faculdade de

Desporto e na ajuda e incentivo para a realização dos seminários do + Idade + Saúde no final de cada ano lectivo.

À Faculdade de Desporto da Universidade do Porto por disponibilizar as suas instalações para a execução das avaliações práticas.

Ao Departamento e aos colegas de Ciências do Desporto e Educação Física a Escola Superior de Educação de Bragança pelo apoio.

Aos amigos Pedro Silva, Sandra Rodrigues, Paula Mota, Vítor Lopes, Ana Pereira, Tiago Barbosa, Carolina Vila Chã e Isabel Chumbo pelos seus contributos para a consecução deste trabalho.

À Mila pelo apoio e pelo carinho e paciência demonstrada durante estes últimos meses.

A todos o meu sincero apreço e RECONHECIMENTO!

Índice

Financiamento.....	v
Agradecimentos	ix
Índice.....	xi
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Tabelas	xv
Resumo.....	xix
Abstract.....	xxi
Lista de Abreviaturas.....	xxiii
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	1
1 Introdução.....	3
CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2 Revisão bibliográfica.....	9
2.1 Aptidão física e envelhecimento.....	9
2.1.1 Aptidão aeróbia.....	10
2.1.2 Aptidão muscular	12
2.1.3 Flexibilidade.....	14
2.1.4 Agilidade/equilíbrio dinâmico e equilíbrio estático	15
2.1.5 Composição corporal.....	18
2.2 Avaliação da aptidão funcional e da composição corporal.....	21
2.2.1 Avaliação da aptidão funcional	21
2.2.2 Avaliação da composição corporal	25
2.3 Exercício, actividade física e envelhecimento	28
2.3.1 Benefícios da actividade física /exercício físico.....	28
2.3.2 Avaliação da actividade física.....	33
2.4 Prescrição do exercício físico na população idosa.....	36
2.4.1 Treino de força.....	36

2.4.2	Treino multicomponente	41
2.5	Questões e Objectivos de estudo	43
CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA.....		45
3	Metodologia	47
3.1	Delineamento do estudo e amostra	47
3.1.1	Delineamento do estudo.....	47
3.1.2	Amostra	47
3.2	Desenho da tese	48
3.3	Programas de intervenção	48
3.4	Avaliações.....	49
CAPÍTULO 4 – ESTUDO I.....		51
CAPÍTULO 5 – ESTUDO II.....		79
CAPÍTULO 6 – ESTUDO III.....		101
CAPÍTULO 7 – ESTUDO IV		129
CAPÍTULO 8 – NOTAS FINAIS.....		153
4	Notas Finais.....	155
4.1	Conclusões Finais.....	160
BIBLIOGRAFIA		163

Índice de Figuras

Figura 1- Desenho da Tese 48

Estudo II

Figura 1 - Modelo hipotético de análise do risco de quedas. D.M.O. - Densidade mineral óssea; Fmuscular – Força muscular; Equilíbrio dinâmico; Equilíbrio estático; Medo de Cair..... 89

Figura 2 - Modelo confirmatório do risco de quedas. D.M.O. - Densidade mineral óssea; Fmuscular – Força muscular; Equilíbrio dinâmico; Equilíbrio estático; Medo de Cair. 94

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Tamanho de amostra para cada estudo.	47
---	----

Estudo I

Tabela 1 - Características gerais da amostra em função dos níveis de AF.	58
--	----

Tabela 2 - Valores da composição corporal (CC) em função dos níveis de AF.	62
--	----

Tabela 3 - Valores da ApF em função dos níveis de AF.	63
---	----

Tabela 4 - Valores da força muscular isocinética de ambos os membros inferiores na velocidade de 180° em função dos níveis de AF (Peak Torque, N.m; razão flexores/extensores, %).	64
--	----

Tabela 5 - Valores da força muscular isocinética de ambos os membros inferiores na velocidade de 60° em função dos níveis de AF (Peak Torque, N.m; razão flexores/extensores, %).	65
---	----

Estudo II

Tabela 1 - Características físicas da amostra (n=41).	85
---	----

Tabela 2 - Estatística descritiva das variáveis analisadas.	91
---	----

Tabela 3 - Percentis entre as variáveis analisadas tendo como referência os valores de corte de cada variável.	92
--	----

Estudo III

Tabela 1 - Principais características dos grupos GC (n=20), GM (n=20), GP (n=20) e GR (n=20).	108
---	-----

Tabela 2 - Características gerais da composição corporal no pré e pós-teste dos 4 grupos estudados.	113
---	-----

Tabela 3 - Características gerais da aptidão funcional no pré e pós-teste dos 4 grupos estudados.	114
---	-----

Estudo IV

Tabela 1 - Principais características dos grupos GC (n=20), GM (n=20), GP (n=20) e GR (n=20).....	136
Tabela 2 - Valores da força muscular isocinética de ambos os membros inferiores na velocidade de 180°/seg. (Peak Torque, N.m; razão flexores/extensores, %).....	141
Tabela 3 - Valores da força muscular isocinética de ambos os membros inferiores na velocidade de 60°/seg. (Peak Torque, N.m; razão flexores/extensores, %).....	142

Índice de Equações

Estudo II

Equação 1	87
Equação 2	90

Resumo

Objectivo: Esta tese teve como principais objectivos: (i) Avaliar a contribuição relativa da actividade física (AF) diária objectivamente estimada, na aptidão funcional (ApF), força isocinética e composição corporal (CC) de idosas residentes na comunidade; (ii) Desenvolver um modelo estrutural de análise do medo de cair relacionando a força muscular, equilíbrio e densidade mineral óssea em idosas independentes; (iii) Examinar os efeitos de 8 meses de três diferentes protocolos de treino (resistência de força [GR], potência de força [GP] e multicomponente [GM]) na ApF, CC e na força isocinética dos músculos isquiotibiais e quadríceps em mulheres idosas independentes. **Material e Métodos:** Esta tese foi dividida em quatro estudos distintos. A amostra inicial foi constituída por 80 idosas voluntárias ($67,69 \pm 5,30$ anos) que foram avaliadas nas seguintes variáveis: índice de massa corporal (IMC), composição corporal (DXA - avaliação e quantificação da massa magra corporal total - MM [kg]; a percentagem de massa gorda - %MG [%] e a massa gorda corporal total - MGT [kg]; a Densidade mineral óssea - DMO [T-Scores]; força isocinética dos músculos extensores e flexores do joelho (Biodex); a ApF geral (FFT (Rikli & Jones, 2001)); o medo de cair ("Falls Efficacy Scale"), Equilíbrio estático (SAPO) e a AF (acelerómetros). **Resultados:** No Estudo I, verificou-se que as idosas mais activas (3º tercil de AF) apresentou um IMC ($p=0,014$) e %MG ($p=0,029$) significativamente mais baixo do que as razoavelmente activas (2º tercil) e um índice de força de flexão do joelho a $180^\circ/\text{seg}$ na perna dominante ($p=0,051$) e na perna não dominante ($p=0,020$) significativamente superior ao grupo das menos activas (1º tercil). Na ApF, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos. No Estudo II, o modelo estrutural de análise do medo de cair, utilizando a modelagem de equações estruturais, dá uma previsão de 34% de influência no medo de cair. No Estudo III não foi revelado efeito significativo na intercepção tempo x grupo nas variáveis da CC, revelando, contudo, efeito significativo na intercepção tempo x grupo nos testes: de força do membro superior no GC (-3,12%; $p=0,028$), GM (4,42%; $p=0,001$) e GP (3,99%; $p=0,002$) e inferior no GM (23,75%; $p<0,001$), GP (15,99%; $p=0,003$); e RG (19,94%; $p=0,002$); resistência aeróbia só no GM ($p<0,001$; 25,41%); de flexibilidade do membro superior GM (4,25%; $p=0,005$), GP (4,43%; $p=0,008$) e RG (4,42%; $p=0,007$) e inferior no GM (2,89%; $p=0,045$) e GP (3,57%; $p=0,006$). Por fim, no Estudo IV, revelou efeito positivo significativo na interacção tempo x grupo apenas no GP a $180^\circ/\text{seg}$ e $60^\circ/\text{seg}$ na flexão do joelho do membro dominante (25,1%; $p=0,5$ e 18,49%; $p=0,004$, respectivamente) e não dominante (15,75%; $p<0,046$ e 11,79%; $p=0,041$, respectivamente). Pelo contrário, o GC apresentou efeito negativo significativo na interacção tempo x grupo a $180^\circ/\text{seg}$ e $60^\circ/\text{seg}$ na extensão do joelho do membro dominante (13,72%; $p=0,008$ e 14,43%; $p=0,001$, respectivamente) e não dominante (12,86%; $p=0,003$ e 15,78%; $p=0,001$, respectivamente). **Conclusão.** Os resultados sugerem que: i) As idosas mais activas apresentam menores valores de IMC e de %MG, não sendo no entanto observadas diferenças em termos de MM, MGT e de ApF geral nos tercils de AF, apresentando também índices de força isocinética superiores às menos activas com particular evidência no movimento de flexão do joelho que é possivelmente aquele menos solicitado no dia-a-dia; ii) O modelo estrutural de análise do medo de cair baseado em variáveis de DMO, força muscular e equilíbrio dinâmico e estático, de acordo com as relações sugeridas, parece ser satisfatório para explicar o medo de cair em idosas independentes; iii) Apesar de não induzir alterações significativas na CC, um período de 8 meses de treino (GM, GP, GR) induziu, em termos globais, ganhos significativos na ApF de mulheres idosas. Assim, independentemente do tipo de treino, as idosas devem procurar programas de EF a fim de melhorar o seu desempenho funcional; iiiii) Os nossos resultados fornecem dados que demonstram que o treino de potência de força (GP) parece ser o treino mais eficaz para aumentar a força isocinética após 8 meses de treino, 3 vezes por semana.

Palavras-chave: Idosos, Aptidão Funcional, Composição Corporal, Treino Multicomponente, Treino de Resistência de Força, Treino de Potência de Força.

Abstract

Objective: This thesis aimed to: (i) evaluate the relative contribution of daily physical activity (PA) objectively estimated in functional fitness (FF), isokinetic strength and body composition (BC) in community-dwelling elderly women; (ii) develop a structural model analysis of fear of falling related to muscle strength, balance and bone mineral density parameters ; (iii) examine the effects of 8 months of three different training protocols (resistance strength [RG], power strength [PG] and multicomponent [MG]) in PF, BC and in quadriceps and hamstring isokinetic muscle strength of independent elderly women. **Methods:** This thesis was divided into four different studies The initial sample consisted of 80 voluntary older (67.69 ± 5.30 yrs) that were evaluated in the following variables: body mass index (BMI), body composition (DXA-evaluation and quantification of total lean body mass- LBM [kg]; the percentage of fat mass - % FM [%] and total body fat mass - TBFM [kg]; bone mineral density- DMO [T-Scores]; knee flexors and extensor isokinetic muscle strength (Biodex), FF (FFT (Rikli & Jones, 2001)), fear of falling ("Falls Efficacy Scale"), static balance (SAPo) and PA (accelerometers). **Results:** In Study I, BMI ($p = 0.014$) and % FM ($p = 0.029$) were statistically lower in the most active group (3rd tertile) compared to the reasonable active group (2nd tertile) and presented statistically superior knee flexion peak torque at 180 °/ sec on the dominant leg ($p = 0.051$) and non-dominant leg ($p = 0.020$) than the less active group (1st tertile). No significant differences between groups were found in FF. In Study II, the structural model analysis of fear of falling, using structural equation modeling, gives a prediction of 34% influence on fear of falling. In Study III, no significant effect on intercept time x group was founded in BC. Nevertheless, a significant effect on intercept time x group in upper body flexibility in CG (-3,12%; $p=0,028$), MG (4,42%; $p=0,001$) e PG (3,99%; $p=0,002$) and lower body flexibility MG (23,75%; $p<0,001$), PG (15,99%; $p=0,003$); e RG (19,94%; $p=0,002$); aerobic endurance in MG ($p<0,001$; 25,41%); upper body strength in MG (4,25%; $p=0,005$), PG (4,43%; $p=0,008$) e RG (4,42%; $p=0,007$) and lower body strength in MG (2,89%; $p=0,045$) e PG (3,57%; $p=0,006$) was found. Study IV, revealed a significant positive effect on the interaction time x group only in the PG at 180 °/ sec and 60 °/ sec on knee flexion in the dominant (25.1 %, $p = 0.5$ and 18.49%, $p = 0.004$, respectively) and non-dominant (15.75%, $p <0.046$ and 11.79%, $p = 0.041$, respectively). In contrast, CG had significant negative effect on the interaction time x group at 180 °/ sec and 60 °/ sec on knee extension of the dominant (13.72%, $p = 0.008$ and 14.43%, $p = 0.001$, respectively) and non-dominant limb (12.86%, $p = 0.003$ and 15.78%, $p = 0.001$, respectively). **Conclusion:** The results suggest that: (i) the more active elderly women have smaller BMI and % FM, as well as higher levels of isokinetic strength with special emphasis on the movement of knee flexion that is possibly the one requested in less day-to-day, not presenting however differences in terms of LBM, TBFM and FF in relation to others PA tertiles, ; (ii) the structural model of fear falling analysis based on variables of DMO, muscular strength and static and dynamic balance, according to relations suggested, seems to be satisfactory to explain the fear of falling in independent elderly women; (iii) 8 months training programs (MG, PG and RG) did not induce significant changes to body composition, inducing however, major changes in terms of functional fitness in elderly women, suggesting that, independently of type of training, independent community-dwelling elderly women should pursue appropriate exercise programs in order to improve their functional performance; (iii) our findings suggest that muscle power training seems to be the most effective for increasing isokinetic strength in older independent women.

Keywords: Elderly, Functional Fitness, Body Composition, Multicomponent Training, Resistance Training, Power Strength Training.

Lista de Abreviaturas

% – Percentagem

%MG – Percentagem de Massa Gorda

< – Menor

> – Maior

ABC - Activities-Specific Balance Confidence Scale

ACC – American College of Cardiology

ACSM – American College of Sports Medicine

AF – Actividade Física

AFM – Actividade Física Moderada

AHA – American Heart Association

ANOVA – One-Way Analysis of Variance

ApF – Aptidão Física

AVD – Atividades da Vida Diária

CDC – Centers for Disease Control and Prevention

Count.min – Counts por minuto

CSA - Computer Science and Applications

DCV – Doenças Cardiovasculares

DXA - Absorciometria com Raios X de Dupla Energia

EJ - Extensão do Joelho

F/EJ - Razão Flexão/Extensão do Joelho

FC – Frequência Cardíaca

FES - Falls Efficacy Scale

FFT - Functional Fitness Test

FFT – Functional Fitness Test

FJ - Flexão do Joelho

FleI - Flexibilidade dos membros inferiores

Fles - Flexibilidade dos membros superiores

FMI – inferiores

FMS - Força de membros superiores

Fmusc - Força muscular

GC – Grupo de Controlo

GM – Grupo Multicomponente

GP – Grupo de Potência

GP – Grupo Potência de Força

GR – Grupo de Resistência

GR – Grupo Resistência de Força

IMC – Índice de Massa Corporal

INE – Instituto Nacional de Estatística

kg/m² – Kilogramas por metro quadrado

m – metros

Max – valor máximo

MET - Equivalentes Metabólicos

MGT – Massa Gorda Total

MI – Membros Inferiores

min – Minutos

Min – valor mínimo

MM – Massa Magra

MS – Membros Superiores

MTI – Manufacturing Technology Incorporated XXII

N – Número da amostra

OMS – Organização Mundial de Saúde

PN - Perna Dominante

PND - Perna não Dominante

PPT - Physical Performance Test

QV – Qualidade de Vida

RA – Resistência Aeróbia

rep – Repetições

RM – Repetição Máxima

RM - Ressonância Magnética

SAFE - Survey of Activities and Fear of Falling in the Elderly

seg – segundos

SPSS – Statistical Package for Social Sciences

SRMR - Raiz quadrada média resíduos

TAC - Tomografia Axial Computadorizada

TF – Treino de Força

TUG - Agilidade e equilíbrio dinâmico

VO₂máx – Consumo máximo de oxigénio

WHO – World Health Organization

β - Coeficientes de regressão padronizados

Δ – Variação

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1 Introdução

O envelhecimento demográfico tem vindo a assumir-se como um fenómeno de amplitude mundial crescente seja nas sociedades desenvolvidas ou em vias de desenvolvimento (WHO, 2010). A população idosa está a aumentar tanto em número de pessoas idosas como em proporção total da população devido a uma baixa taxa de natalidade e a um aumento da longevidade (INE, 2008; WHO, 2010). Enquanto no início do século XX, a proporção da população com mais de 65 anos de idade não era superior a 5,0%, actualmente este segmento representa 11,0% da população mundial, estimada pela Organização Mundial de Saúde (WHO, 2010). Em Portugal, o grupo de adultos mais velhos que em 1960 representava 8,0% da população tinha aumentado para 11,4% em 1981 e para 14,0% em 1991. Em 2007, o grupo de 65 ou mais anos atingiu 17,4% (dos quais 59,4% mulheres) (INE, 2008). Esta proporção deverá continuar a crescer no século XXI. Conforme as projecções do Eurostat (2008), Portugal vai continuar a envelhecer, prevendo-se que entre 2010 e 2050 a percentagem de idosos irá quase que duplicar passando para 31,9%.

O envelhecimento tem sido definido como uma série de processos que ocorrem nos organismos vivos e que com o passar do tempo levam à perda de adaptabilidade, à alteração funcional e eventualmente à morte (Spirduso et al., 2005). O envelhecimento caracteriza-se por um conjunto complexo de factores fisiológicos, psicológicos e sociais específicos de cada indivíduo, sendo influenciado por factores genéticos, hereditários, do meio ambiente e do estilo de vida, que interagem entre si e influenciam a forma como se envelhece (Finkel et al., 2003; Mazzeo et al., 1998).

O aumento da idade está associado ao declínio dos sistemas fisiológicos e da capacidade física (Bohannon, 1997; Singh, 2002; Wolfson, 2001), com reflexo sobre o aumento da prevalência de doenças (Denning et al., 1998; Maggi et al., 2006) e diminuição da autonomia e qualidade de vida dos idosos (Bean et al., 2004; Miller et al., 2000). Adicionalmente, com o envelhecimento os indivíduos tendem a decrescer os seus níveis de AF (Oguma et al., 2002; Pate et al., 1995) que, por sua vez, estão associados à maior incapacidade e à maior incidência de doenças (ACSM, 2009a).

Neste sentido, é necessário ter em conta as dificuldades dos idosos em executar as suas actividades da vida diária (AVD), ou seja, é fundamental dar atenção aos requisitos físicos e habilidades necessárias para a sobrevivência e independência. A aptidão funcional (ApF), e em particular a força muscular, a flexibilidade articular, o equilíbrio corporal e a capacidade cardiovascular, possui um importante papel na preservação da autonomia (McDermott & Mernitz, 2006).

Com o envelhecimento ocorrem alterações no sistema neuromuscular, sendo observados declínios da massa, força, resistência e potência muscular, bem como, da coordenação motora com perda evidente de velocidade de reacção e de movimento (Doherty, 2003). Estas alterações, em conjunto, fazem com que não apenas os movimentos sejam feitos com uma maior lentidão (Prochniewicz et al., 2007), mas induzem igualmente a limitações funcionais na marcha, nas actividades de transferências de peso, no equilíbrio estático e dinâmico (Carmeli et al., 2002). Neste sentido, para além das perdas funcionais, estas alterações neuromusculares aumentam o risco de quedas e consequentes fracturas facilitadas pela desmineralização óssea típica do idoso (Fuller, 2000; Tinetti et al., 1995; Voermans et al., 2007).

As quedas são actualmente, em paralelo com as doenças cardiovasculares e oncológicas, um problema crescente de saúde pública (Hu et al., 2005). Para além das sequelas físicas e funcionais que, não raras vezes levam à perda de mobilidade, as quedas podem ter consequências psicológicas e sociais, como a ansiedade, depressão e o medo de cair, que, por seu lado, induzem à auto-restricção da actividade física (AF) e à consequente perda da autonomia (Roe et al., 2008).

Neste sentido, quando se trata da população idosa, é importante conhecer os mecanismos que possam, de certo modo, atenuar ou até mesmo inverter estas perdas funcionais, psicológicas e sociais, por forma a que os idosos possam viver com melhor saúde e qualidade de vida.

Na realidade, diferentes estudos têm demonstrado que o declínio físico-funcional associado aos idosos pode ser revertido, ou pelo menos, minimizado através do exercício físico (Rikli & Jones, 2001). São exemplo disso, estudos

que têm vindo a analisar o possível efeito da actividade/ exercício físico na capacidade funcional e saúde do idoso (Andrews, 2001; Carvalho et al., 2009). Contudo, a grande parte dos estudos apoiam-se em protocolos de treino intensivo específico de funções isoladas (Carvalho et al., 2004; Lord et al., 1995; Puggaard et al., 1994) e destes, na globalidade dos casos, utiliza o treino de resistência aeróbia e/ou treino de força (ACSM, 2009b; Cyarto et al., 2008; Takeshima et al., 2007), sendo mais diminutos aqueles que fomentam e analisam o efeito da AF não formal, do treino multicomponente e de potência muscular no idoso.

Ultimamente as principais recomendações aconselham que se combine o treino aeróbio, com treino de força, flexibilidade e equilíbrio (ACSM, 2006; Nelson et al., 2007; Salem et al., 2009). Todavia apesar de numerosos estudos, ainda não existe um consenso uma vez que alguns autores descrevem resultados positivos (Carvalho et al., 2009; Toraman et al., 2004) e outros não (Takeshima et al., 2007) deste tipo de treino.

Quando analisamos em termos de composição corporal, o consenso também não é uniforme uma vez que uns autores descrevem que o exercício aeróbio é aquele que mostra mais efeitos positivos na redução da percentagem de gordura corporal (Chodzko-Zajko et al., 2009; Haskell et al., 2007; Salem et al., 2009) e outros autores defendem que o treino de força e potência muscular, está intimamente relacionado com ganhos na massa muscular e, por conseguinte com reduções da gordura corporal (Deschenes, 2004; Doherty, 2003). Relativamente, aos estudos que utilizam o treino multicomponente para avaliar o seu efeito na CC, para além de escassos, são inconclusivos (Carmeli et al., 2000; Carvalho et al., 2009; Toraman et al., 2004).

Assim, o objectivo do nosso trabalho foi avaliar os efeitos da AF não formal e de diferentes tipos de treino sobre diferentes aspectos relacionados com a aptidão funcional e composição corporal considerados como determinantes para a autonomia, saúde e qualidade de vida desta população mais velha. Paralelamente e considerando como fundamental a problemática das quedas neste escalão etário, procurou-se no presente estudo, desenvolver um modelo teórico de análise do medo de cair em mulheres idosas com base em

Introdução

parâmetros de densidade mineral óssea, força muscular e equilíbrio dinâmico e estático, utilizando a modelação de equações estruturais (análise de trajectórias). Com este modelo matemático pretendemos verificar a relação que estas variáveis da ApF têm com o medo de cair.

CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2 Revisão bibliográfica

2.1 Aptidão física e envelhecimento

A aptidão física expressa a capacidade funcional direccionada para a realização de esforços físicos associados à prática de actividade física (AF), representada por um conjunto de componentes relacionados à saúde e ao desempenho atlético (ou *performance*) (Bouchard & Shephard, 1994; Caspersen et al., 1985; Howley, 2001). A aptidão física relacionada com o desempenho implica uma meta em termos de competição atlética ou de trabalho profissional, onde a coordenação motora, a agilidade, o tamanho do corpo, a motivação, as habilidades motoras, o consumo máximo de oxigénio, a força e potência muscular, estão entre as qualidades que são essenciais para o máximo desempenho (Bouchard & Shephard, 1994).

A aptidão física relacionada à saúde, por seu lado, envolve as componentes da aptidão que afectam favorável ou desfavoravelmente a AF habitual e que se relacionam com o estado de saúde tais como: a aptidão cardiorrespiratória, aptidão muscular, flexibilidade, coordenação motora e composição corporal (Bouchard & Shephard, 1994; Howley, 2001). Estas cinco componentes contribuem para aumentar a capacidade do corpo para se mover e funcionar efectivamente. A aptidão física relacionada à saúde é um estado de bem-estar com um baixo risco de problemas de saúde prematura e energia para participar numa variedade de actividades físicas (Chodzko-Zajko et al., 2009). Especificamente para a população idosa, a ApF está relacionada com a capacidade de execução autónoma das actividades diárias, das tarefas instrumentais e de mobilidade, sem risco substancial de lesão (Brach & VanSwearingen, 2002).

Quando nos referimos à aptidão física no idoso, estamos a falar da sua funcionalidade e, por consequência, da sua autonomia e independência (Carvalho, 2002). Rikli and Jones (2001) defendem que para que o idoso consiga realizar autonomamente as realizar tarefas do quotidiano, tais como, ir às compras, transportar objectos, vestir-se, etc., é determinante que o mesmo consiga manter um nível mínimo de aptidão física. Segundo as autoras, todas

as actividades quotidianas necessitam de um nível mínimo de força muscular, flexibilidade, equilíbrio, coordenação e resistência aeróbia.

Assim, perante a necessidade de se estabelecer uma base conceitual e considerando que a aptidão física nos idosos é a base para a concretização de actividades do quotidiano do idoso (Brill et al., 2000; Chodzko-Zajko et al., 2009), no presente estudo, aptidão física deverá ser entendida como a capacidade fisiológica de desempenhar actividades normais do dia-a-dia de forma segura, independente e sem fadiga, tendo como parâmetros que suportam a mobilidade funcional e a independência física: a aptidão aeróbia, a aptidão muscular, a flexibilidade, o equilíbrio dinâmico/agilidade, e a composição corporal (Rikli & Jones, 1999).

Vejamos em maior pormenor o comportamento destas componentes da aptidão física em função da idade.

2.1.1 Aptidão aeróbia

A aptidão aeróbia ou cardiorrespiratória de qualquer indivíduo refere-se à capacidade funcional de absorção, transporte, e utilização de oxigénio pelos tecidos durante a realização de exercícios físicos. A capacidade aeróbia de um indivíduo é normalmente avaliada pelo consumo máximo de oxigénio (VO_{2max}) (Heywood, 2006; Spirduso et al., 2005) e refere-se à quantidade máxima de trabalho que pode ser realizado pelo organismo usando principalmente o metabolismo oxidativo (Docherty & Sporer, 2000).

O VO_{2max} assume-se como um factor importante para o desempenho de actividades como caminhar, fazer compras ou mesmo outras de cariz recreativo. Na verdade, a manutenção de uma suficiente capacidade aeróbia tem um impacto directo sobre a capacidade funcional do indivíduo (Rikli & Jones, 2001).

A aptidão aeróbia para além de ser um indicador importante de funcionalidade é também considerado como um factor de risco cardiovascular independente (Blair & Jackson, 2001; Kawano et al., 2006; Kraus et al., 2001), pelo que o seu declínio com a idade pode contribuir para a morte prematura em adultos de

meia-idade ou idosos. Assim, a manutenção da aptidão aeróbia é uma parte importante da manutenção da independência, saúde e qualidade de vida dos idosos (Fleg et al., 2005; Stathokostas et al., 2004).

Vários estudos reportam o declínio da aptidão aeróbia com a idade, reportando declínios do VO_{2max} de 3% a 6% por década entre os 20 e 30 anos que se tornam mais evidentes a partir dos 70 anos, sendo, nesta fase, observados declínios de 20% por década (Fleg et al., 2005; Hawkins & Wiswell, 2003).

As mudanças na capacidade aeróbia com a idade tem sido associadas, quer a factores centrais tais como a redução da frequência cardíaca máxima, do volume sistólico máximo e da força de contracção do miocárdio que se repercutem no declínio do débito cardíaco máximo (Weiss et al., 2006), quer a factores periféricos como a diminuição da massa muscular, declínio progressivo da função mitocondrial, a menor eficácia da redistribuição sanguínea e a menor capilarização muscular que condicionam a diferença arteriovenosa de oxigénio (Chandler & DiCarlo, 1994).

Para além disso, com o envelhecimento, ocorrem mudanças anatómicas e fisiológicas do sistema respiratório que podem afectar a resposta ao exercício. Estas alterações incluem: (i) alterações na estrutura e funcionalidade dos pulmões e vias aéreas como a diminuição no recuo elástico do tecido pulmonar; (ii) alterações na capacidade pulmonar, como o aumento do volume residual e da capacidade residual funcional (Johnson & Dempsey, 1991); (iii) a perda de eficiência das trocas gasosas (Spirduso et al., 2005); (iv) alterações na bomba ventilatória, por aparente perda de força nos músculos respiratórios (Spirduso et al., 2005); (v) a redução da pressão parcial do oxigénio arterial, ventilação voluntária máxima, força do volume expiratório, capacidade pulmonar total, capacidade vital e capacidade de difusão pulmonar (Johnson & Dempsey, 1991).

Assim, a aptidão aeróbia depende do estado funcional dos sistemas respiratório, cardiovascular e músculo-esquelético, sendo que destes, o que parece ter influência mais evidente é o sistema cardiovascular (ACSM, 2000).

2.1.2 Aptidão muscular

A aptidão muscular é um dos componentes da ApF mais importantes para o idoso pois está implicada na capacidade de realizar autonomamente muitas das actividades diárias, tais como, subir escadas, levantar de uma cadeira ou sair de um veículo, para além de ajudar a manter a capacidade de participar em actividades recreativas e de lazer como jardinagem, compras e dança (Nied & Franklin, 2002; Rikli & Jones, 1999; Spirduso et al., 2005; Toraman et al., 2004).

Está bem documentado que a aptidão muscular diminui com o envelhecimento, levando à redução no tamanho do músculo, à perda de unidades motoras e à redução da funcionalidade muscular (força, potência e resistência muscular) (Rolland et al., 2009). Ou seja, decorrente do normal processo de envelhecimento ocorre a denominada sarcopenia (Greenlund & Nair, 2003; Porter, 2006).

A sarcopenia é geralmente usada para descrever a perda da qualidade e quantidade muscular que ocorre com o envelhecimento, assumindo um papel importante na patogénese das fragilidades e das deficiências funcionais que ocorrem com a idade avançada (ACSM, 1998a; Narici et al., 2004; Rantanen et al., 2000; Roth et al., 2000; Roubenoff, 2000; Singh, 2002; Vandervoort, 2002). Num estudo de Iannuzzi-Sucich et al. (2002) é relatada a prevalência da sarcopenia na população sénior entre 22 % e 53%, sendo que, no sexo feminino a prevalência é de cerca de 22,6% e no sexo masculino de 26,8%. Para além disso, numa análise do subgrupo dos 80 ou mais anos, este estudo revelou uma prevalência de 31,0% nas mulheres e 52,9% nos homens.

São múltiplos os factores que podem estar na génese da sarcopenia, sendo que a causa primordial parece residir, provavelmente como resultado da degeneração de neurónios motores na medula espinhal (Tomlinson & Irving, 1977), na diminuição do número e/ou do tamanho de fibras, ou na combinação dos dois (Faulkner & Brooks, 1995; Kostka, 2005; Williams et al., 2002). Em média existe uma perda de cerca de 40 a 50% de massa muscular e 50% da força muscular entre a idade dos 30 aos 70 anos de idade (Spirduso et al.,

2005). Esta perda de força é ainda mais exuberante nos indivíduos na oitava e nona década de vida (Murray et al., 1985; Murray et al., 1980).

Para além da atrofia e hipoplasia muscular, vários estudos mostram uma perda selectiva de fibras musculares, indicando que as fibras do tipo II são mais vulneráveis ao processo de envelhecimento do que as fibras do tipo I. Assim e considerando que a potência das fibras do tipo II é cerca de quatro vezes maior do que as fibras do tipo I (Farinatti, 2008; Faulkner & Brooks, 1995; Hakkinen et al., 2001), esta alteração na morfologia muscular tem um impacto dramático na geração de energia potencial (produto da geração de força e velocidade de contracção muscular) (Lexell et al., 1988).

Para além das alterações morfológicas, outros factores parecem estar implicados neste processo de sarcopenia. Numerosos estudos indicam que a diminuição da força e resistência muscular pode ocorrer numa taxa significativamente maior do que o relatado em matéria de investigações de área seccional (Aniansson et al., 1986; Bassey & Harries, 1993; Frontera et al., 2000). Assim, alguns estudos têm sugerido que alterações quantitativas e qualitativas neurais decorrentes do processo de envelhecimento são também responsáveis pela perda de funcionalidade muscular (Delbono, 2003; Knight & Marmon, 2008). Adicionalmente os factores ambientais, nutricionais e particularmente o desuso parecem desempenhar um papel de destaque (Aoyagi & Shephard, 1992; Faulkner et al., 2007).

Esta perda generalizada da aptidão muscular tem implicações importantes na capacidade funcional do idoso, com redução da capacidade de realização das actividades de vida diárias (AVD), criando-se um ciclo vicioso entre sarcopenia, incapacidade e inactividade física (Jagger et al., 1993; Wilmore & Costill, 2004).

Mas a sarcopenia não é igual em todos os grupos musculares. Por exemplo, as maiores quedas na funcionalidade e morfologia muscular são observadas, em ambos os sexos, nos membros inferiores (Gallagher et al., 2000). Esta perda mais evidente de força muscular dos membros inferiores, pode afectar a mobilidade no idoso (Daley & Spinks, 2000; Guralnik et al., 1995; Kamel, 2003; McGill et al., 1995), para além de aumentar o risco de quedas e lesões (Portegijs et al., 2006; Rantanen et al., 1999). Diferentes autores têm associado

esta debilidade muscular dos idosos à fragilidade e ao declínio funcional, à falta de mobilidade, às quedas e consequentes lesões (Kostka et al., 2000; Portegijs et al., 2006; Rantanen et al., 1999).

Também relativamente ao tipo de contracção, estudos transversais têm demonstrado que a potência muscular declina mais cedo e mais abruptamente do que a força (Henwood et al., 2008; Metter et al., 1997). Este facto apresenta uma importante relevância funcional e clinica na medida em que a potência muscular é determinante para a menor prevalência de quedas e de consequentes fracturas ósseas (Shiota et al., 2008).

Assim, a perda da funcionalidade muscular e em particular da força e potência muscular parece ser um excelente preditor de mobilidade, funcionalidade e saúde (Lauretani et al., 2003; Shiota et al., 2008) que importa reverter com o avançar da idade.

2.1.3 Flexibilidade

A flexibilidade é definida como a capacidade que uma articulação tem para se mover na sua máxima amplitude de movimento e sem provocar qualquer risco de lesão na articulação ou conjunto de articulações, dentro dos limites morfológicos (ACSM, 2005; Spirduso et al., 2005).

A flexibilidade pode ser classificada como estática ou dinâmica. A flexibilidade estática tem a ver com o grau de amplitude de movimento articular e não tem em conta a velocidade, e esta pode ser avaliada passivamente por meio da actuação de forças externas (companheiro, aparelhos, peso corporal), pelo contrário, a flexibilidade dinâmica é o resultado de uma contracção muscular activa realizada pelo próprio sujeito avaliado (ACSM, 1998b).

Existem factores fisiológicos que influenciam directamente a mobilidade de uma articulação como é o caso das estruturas (ossos, cápsula articular, tendões, ligamentos, músculos, gordura, pele) que a compõem e a circundam (Prentice & Voight, 2001). A amplitude do movimento das articulações, também é influenciada por factores endógenos, tais como a idade, o sexo, o somatótipo, a condição física e a individualidade biológica; e por factores exógenos, como a

temperatura ambiente, a hora do dia, os hábitos da prática de AF, a fadiga e o aquecimento muscular antes da AF (Holland et al., 2002).

Segundo Shephard et al. (1990), a flexibilidade decresce 20% a 30% entre os 20 e os 70 anos. Esta perda da flexibilidade com a idade tem sido associada a múltiplos factores relacionados com as alterações musculares, em particular com a substituição de grande parte do tecido muscular por colagénio provocando uma limitação da elasticidade (Amesen & Lawson, 2006), com as alterações articulares, nomeadamente ao nível da cápsula articular (Holland et al., 2002) e fundamentalmente com o desuso (Fatouros et al., 2006).

A flexibilidade, a par da aptidão aeróbia e muscular, apresenta uma grande importância para saúde e qualidade de vida dos idosos, na medida em que ela está implicada para a realização das mais variadas tarefas da vida diária, tais como calçar os sapatos, subir e descer degraus, pentear o cabelo, entre outros (Spirduso et al., 2005).

A falta de flexibilidade pode prejudicar a mobilidade, quer da parte inferior do corpo (p.ex, da articulação do fémur e isquiotibiais) (Felson et al., 2000; Konczak et al., 1992), quer da parte superior do corpo (p.ex., região do ombro) (Jette et al., 1990). Adicionalmente, a diminuição da flexibilidade é relevante, na medida em que níveis diminuídos de amplitude do movimento têm sido associados ao aumento do risco para lombalgias (Riihimaki, 1991). Assim, baixos níveis de flexibilidade têm sido associados ao aparecimento de lesões, particularmente da coluna vertebral e à maior dificuldade de caminhar e de realizar tarefas quotidianas de forma autónoma (Farinatti & Lopes, 2004; Kerrigan et al., 2003; Wood et al., 1999).

2.1.4 Agilidade/equilíbrio dinâmico e equilíbrio estático

O equilíbrio pode ser definido como o processo pelo qual controlamos o centro de massa do corpo com relação à base de apoio, seja parado ou em movimento (Rose, 2003).

O equilíbrio diminui com o envelhecimento, sendo esta perda mais acentuada a partir da 6ª década. Não apenas a frequência e a amplitude da oscilação

corporal é maior nos idosos, comparativamente aos jovens, como também a correcção da estabilidade corporal é mais lenta nos escalões etários mais velhos (Daley & Spinks, 2000).

Vários sistemas desempenham um papel importante na capacidade de manter o equilíbrio, sendo que o sistema visual, somatossensorial e vestibular são particularmente importantes (Spirduso et al., 2005). Com o envelhecimento, ocorrem mudanças nestes sistemas que vão afectar a capacidade de processar as informações necessárias para manter o equilíbrio (Westlake & Culham, 2007). Assim, por exemplo, Carter et al. (2001) referem que a redução na quantidade de células nervosas, juntamente com a degeneração e perda de elementos estruturais do sistema nervoso com o avanço da idade, reduzem não apenas a quantidade mas igualmente a velocidade de informação a nível central. De igual modo, as alterações no componente periférico da visão associadas ao envelhecimento com redução da amplitude e da sensibilidade do campo visual, induzem a uma percepção distorcida que pode afectar o equilíbrio (Spirduso et al., 2005). Por fim, a nível somatossensorial, há um declínio, tanto no número, quanto na sensibilidade dos proprioceptores musculares e articulares que contribuem para uma percepção menos eficiente do posicionamento dos membros em relação ao corpo, particularmente quando em movimento (Spirduso et al., 2005).

A perda de agilidade e equilíbrio é multifactorial até porque são capacidades físicas que se relacionam intimamente com outras capacidades, como é o caso da velocidade, da força, da flexibilidade e coordenação (Rikli & Jones, 2001).

A manutenção e controlo da postura e do equilíbrio são requisitos essenciais para a independência na realização de muitas AVD (Pajala et al., 2004). Tarefas do dia-a-dia como transportar objectos, abrir portas, tocar à campainha, caminhar, descer e subir escadas, provocam nos idosos alterações no seu centro de gravidade, apelando sucessivamente ao equilíbrio (Perracini & Ramos, 2002). Desta forma, se esta capacidade estiver diminuída, estas acções podem tornar-se um verdadeiro desafio.

Adicionalmente, tem sido descrita uma relação entre o *deficit* de equilíbrio e o número de quedas sofridas (Stel et al., 2003). Assim, a diminuição do equilíbrio

juntamente com a fragilidade muscular e as alterações na marcha tem sido associado à maior prevalência de quedas e consequentes fracturas ósseas (Akyol, 2007; Gustafson et al., 2000). Este aspecto é de fundamental importância até porque as quedas constituem um problema crescente de saúde pública, sendo particularmente evidente nos idosos, resultando, na maior parte dos casos, em consequências físicas e psicológicas que levam à perda de independência do idoso (Roe et al., 2008). Por exemplo, o medo de cair decorrente da queda, afecta, não raras vezes, a auto-confiança do idoso para a realização das AVD, repercutindo-se negativamente na quantidade de AF diária, nos níveis de aptidão física, o que, por sua vez, contribui para o maior isolamento social e para o aumento da dependência de outrem (Carter et al., 2001).

Estas perdas induzem, pois, a um ciclo vicioso na medida em que a auto-restricção das actividades conduz à diminuição da capacidade funcional, nomeadamente da força muscular dos membros inferiores e do equilíbrio, que por sua vez, exacerbam a dependência e o isolamento social (Yuaso & Sguizzatto, 1996). Parece, então, existir um ciclo vicioso negativo entre o sedentarismo, o fraco equilíbrio, a fragilidade muscular e o medo de cair que aumentam a probabilidade de ocorrência de quedas (Carter et al., 2001).

Assim, face ao anteriormente descrito, a vida do idoso pode ser bastante limitada pela instabilidade corporal ou desequilíbrio, já que pode levar o idoso à redução da sua vida social, redução das actividades diárias, predisposição para quedas e fracturas e medo de cair novamente (Lord et al., 2003; Ruwer et al., 2005).

As consequências psicológicas relacionadas com a queda ou a perspectiva de sustentar uma queda podem ser tão incapacitante quanto ou até mais incapacitante do que a queda em si (Jorstad et al., 2005).

Os idosos com uma baixa confiança revelam uma diminuição na auto-eficácia para realizar as AVD sem ajuda, aumentando a sua percepção da deterioração da sua qualidade de vida, e têm um risco aumentado de futuras quedas (Cumming et al., 2000; Tinetti et al., 1994).

Assim e considerando que as quedas são cada vez mais um problema de saúde pública que podem originar lesões graves e complicações como o desuso, a dependência funcional por aumento da incapacidade e a diminuição da qualidade de vida no idoso (Fuller, 2000; Tinetti et al., 1995; Voermans et al., 2007), torna-se cada vez mais determinante investigar formas que reduzam a instabilidade corporal e atenuem o medo de cair dos idosos.

2.1.5 Composição corporal

A composição corporal (CC) refere-se à divisão do corpo em dois grandes componentes: (i) massa magra (MM), que engloba todos os tecidos corporais não gordos, incluindo o esqueleto, a água, o músculo, o tecido conjuntivo, os tecidos orgânicos e os dentes, e (ii) Massa Gorda (MG), incluindo a gordura essencial incorporada nos órgãos e tecidos e a gordura não essencial no tecido adiposo (Heyward, 1996). Porque as alterações na CC estão associadas a várias condições de morbidade e mortalidade, a sua avaliação constitui-se como um componente comum e importante da avaliação da ApF global (ACSM, 2009a).

Alguns estudos apontam a perda de MM como sendo o maior preditor de declínio funcional, enquanto outros apontam para o excesso de massa gorda como principal factor (Apovian et al., 1996; Davison et al., 2002; Sternfeld et al., 2002; Visser, Harris, et al., 1998; Visser, Langlois, et al., 1998).

Spirduo et al. (2005) referem que, embora o peso corporal estabilize ou decline nos últimos anos de vida, o rácio entre a gordura corporal e massa livre de gordura (em particular a massa muscular) aumenta consistentemente. Com o envelhecimento ocorre uma perda de massa muscular e um aumento da MG, de tal forma que por volta dos 70 anos, os sujeitos possuem mais 25-40% de MG e menos 30-40% de massa muscular (Kyle, Genton, Hans, et al., 2001).

Adicionalmente, o ganho e distribuição de massa gorda não é uniforme, tendo sido observada uma diminuição de 17% na espessura de gordura subcutânea com um concomitante aumento, por década, na massa de gordura corporal total e circunferência da cintura (Hughes et al., 2004). Diferentes estudos demonstraram que este aumento progressivo da circunferência abdominal

indica o crescimento da gordura intra-abdominal ou depósito visceral de gordura, o que aumenta significativamente com a idade em ambos os sexos, apesar da redução da gordura subcutânea (Borkan et al., 1982; Zamboni et al., 1997). No estudo de Zamboni et al. (2005) é referido que a gordura visceral aumenta enquanto a gordura subcutânea no abdómen e em outras regiões do corpo (por exemplo, nas coxas, e zona posterior da perna) tende a diminuir.

Esta gordura visceral parece estar associada a factores de risco cardiometabólicos nomeadamente ao aumento da resistência à insulina (Despres et al., 1995; Despres et al., 1990; Villareal et al., 2005), a diabetes tipo 2 (Boyko et al., 2000), a hipertensão, a dislipidemia (Despres et al., 1990; Villareal et al., 2005), e eventos cardiovasculares (Despres et al., 1990). Além das implicações funcionais e metabólicas da obesidade abdominal, ficou demonstrado que para cada aumento de desvio-padrão da massa de gordura visceral, observa-se um aumento de 81% no risco de mortalidade, por qualquer causa (Kuk et al., 2006). Além disso, Lean et al. (1998) demonstraram que os indivíduos que tinham maior quantidade de obesidade abdominal tiveram duas vezes mais dificuldades na realização de actividades diárias do que os seus homólogos com peso normal.

Também Harris et al. (1997) descreveram que os idosos que tinham história de excesso de peso, com excesso de gordura, desde os 50 anos apresentavam maiores taxas de doença coronária comparativamente aos idosos com desenvolvimento de excesso de peso mais tardio.

Relativamente à influência da obesidade no comprometimento funcional, os idosos com sobrepeso e obesos apresentam um declínio na mobilidade mais acentuado do que seus pares com peso normal (Hubert et al., 1993; Jenkins, 2004; Launer et al., 1994; Penninx et al., 2009).

Assim, as alterações na CC relacionadas com a idade têm implicações sobre a funcionalidade física e a saúde dos sujeitos. Ou seja, idosos com bons níveis de ApF relacionada à saúde devem apresentar uma massa corporal próxima dos valores ideais, com uma baixa MG, uma massa muscular adequada, e ossos com bom conteúdo mineral.

Assim, para além da massa muscular, quando a literatura se refere às alterações da CC em especial à perda da massa isenta de gordura, merece igualmente um papel de destaque a perda óssea.

A perda de massa óssea associada com o envelhecimento, a uma taxa de aproximadamente 0,3 a 0,5% por ano, inicia-se por volta dos 50 anos na mulher e dos 65 no homem (Marcus, 1991). No caso feminino, a perda precoce associa-se à redução nos níveis de estrogénio circulante, relacionado com a menopausa, induzindo uma mais acentuada taxa de redução óssea. Este facto contribui para o aumento do risco de osteopenia e/ou osteoporose e consequentes fracturas ósseas (Kohrt et al., 2004; Marcus, 1991).

A integridade do osso pode ser avaliada pela massa óssea (quantidade de osso), pelo conteúdo mineral ósseo (cálcio, fósforo, magnésio, boro e manganês), densidade (a quantidade de cálcio ou minerais por volume unitário do osso), geometria óssea (estrutura interna do osso) e índice de perda óssea (Spiriduso et al., 2005).

A perda da DMO e aumento da porosidade que ocorre com a idade, devido ao excesso de reabsorção óssea em relação à formação, tem sido associada a um elevado risco de problemas da coluna vertebral (hipercifose), osteopenia, osteoporose e fracturas ósseas (Carter et al., 2001).

A osteopenia é definida como uma DMO de 1 a 2,5 desvios padrão abaixo do normal de pico de DMO. Já a osteoporose representa uma DMO superior a 2,5 desvios padrão abaixo dos níveis normais (De Laet et al., 1997).

A osteoporose é um grande problema de saúde pública, responsável por mais de 1,5 milhões de fracturas todos os anos (Bailey et al., 2000). As fracturas do colo do fémur são o tipo mais grave de fractura osteoporótica. Estudos epidemiológicos afirmam que 30% das mulheres que sofrem fracturas osteoporóticas do colo do fémur acabam por morrer após um ano de lesão e outros 25% permanecem incapacitados (Bennett, 1995; Lamichhane, 2005). Um relatório técnico sobre a prevenção e tratamento da osteoporose, publicado pela Organização Mundial de Saúde (WHO, 2003), afirmou que o risco de vida para fracturas do colo do fémur e das vértebras é semelhante à doença

cardíaca coronária, ou seja, de aproximadamente 40%. No primeiro ano depois de uma fractura do colo do fémur, a mortalidade das mulheres idosas tem sido estimada em um para cada cinco casos (Lane, 2006; WHO, 2003).

A DMO é determinada por diferentes factores intrínsecos não são modificáveis que incluem a raça, o sexo, a hereditariedade, a menopausa e determinadas doenças crónicas (Lazcano-Ponce et al., 2003; Martin et al., 2004) e por factores extrínsecos, que podem ser modificados, como a dieta, a AF, a massa corporal, os níveis hormonais, tabagismo e medicação.

As mudanças hormonais relacionadas à idade (alterações no estrogénio, testosterona e hormona do crescimento), deficiências dietéticas (baixo consumo de cálcio e de alimentos ricos em vitamina D) e diminuição da AF (que tem impacto no desenvolvimento e manutenção do osso), têm sido indicadas como os principais factores desencadeadores das alterações ósseas nos idosos (Spirduso et al., 2005).

2.2 Avaliação da aptidão funcional e da composição corporal

2.2.1 Avaliação da aptidão funcional

Considerando, tal como referido anteriormente, que a ApF possui importante papel na preservação das AVD do idoso, uma variedade de modalidades e de protocolos tem sido desenvolvidos e validados (McDermott & Mernitz, 2006). Grande parte do declínio na ApF observada durante o processo de envelhecimento pode ser prevenida através de uma avaliação precoce e eficaz da capacidade funcional e de uma intervenção devidamente planeada (Rikli & Jones, 1999).

As principais vantagens de se avaliar a ApF de um idoso são, por um lado, determinar a prescrição de exercício mais apropriada, e por outro lado, quantificar as mudanças ocorridas durante o programa para efectuar mudanças a longo prazo (Williams, 1996). Assim, os testes físico-funcionais permitem fornecer medições eficazes do estado funcional, que poderão ser utilizadas como meio de prognóstico e orientação para os profissionais de saúde

intervirem da forma mais adequada a fim de evitar ou minimizar a deficiência em idosos (Reuben & Siu, 1990; Sevick et al., 2007).

Dependendo do grau de funcionalidade, a ApF pode ser avaliada de diferentes formas, tais como os testes com auto-relatos em formato de questionário que medem a habilidade de executar uma tarefa específica (Coman & Richardson, 2006), testes comportamentais (“clinical tests”) onde se avalia a capacidade de executar uma tarefa específica e testes de avaliação da performance física onde se avaliam os atributos básicos e as capacidades físicas necessárias para a realização das tarefas diárias como a aplicação de diferentes baterias de testes de ApF (Spirduso et al., 2005).

Os testes de auto-relatos são em geral de baixo custo e de fácil administração. Eles também facilitam a logística de alguns estudos pois podem ser administrados em qualquer lado, podem ser enviados por correio, ou preenchidos em visitas domiciliares (Coman & Richardson, 2006). Como desvantagens, os questionários são baseados em percepções da própria capacidade, ou seja, depende de uma interpretação subjectiva do avaliador e do avaliado e requerem muito tempo para serem concluídos (Coman & Richardson, 2006). O factor tempo pode reduzir a adesão dos participantes, no estudo, bem como a fiabilidade do instrumento (Martin et al., 2007).

Nos testes comportamentais, a ApF é avaliada pela capacidade de executar uma tarefa específica. Normalmente, eles medem o tempo necessário para executar uma actividade, ou o número de repetições num determinado tempo (Coman & Richardson, 2006). Alguns testes fornecem uma medida directa da actividade, tais como vestir-se, escrever, enquanto outros avaliam as dimensões necessárias da ApF (força, flexibilidade, resistência, equilíbrio) para alcançar uma actividade específica da vida diária (Coman & Richardson, 2006).

Um dos exemplos que é frequentemente utilizado na população idosa refere-se ao *Physical Performance Test* (PPT) (Reuben & Siu, 1990) que foi desenvolvido para avaliar as mudanças do estado funcional, ou para prever o declínio funcional subsequente. As dimensões avaliadas incluem equilíbrio, coordenação, resistência, mobilidade e parte superior do corpo da função

motora fina. Tem sido usado para avaliar programas de exercício e a capacidade funcional entre idosos (Nelson et al., 2004).

O *Functional Fitness Test* (FFT) (Rikli & Jones, 1999) é uma bateria de testes para avaliar a performance física que foi desenvolvido para abordar os componentes da ApF em adultos mais velhos necessários para realizar as ADL. Segundo Rikli and Jones (1999) a maioria dos testes de auto-relato e mesmo os testes comportamentais, não são completamente eficazes no sentido de discriminar a ApF dos idosos mais aptos, como a globalidade dos idosos residentes na comunidade, na medida em que algumas das actividades são muito fáceis de executar para aqueles que estão aptos.

O FTT é uma bateria de testes de desempenho projectado para avaliar os principais parâmetros físicos subjacentes associados à mobilidade funcional em idosos independentes com idade entre 60 a 90 e mais velhos (Rikli & Jones, 2001). Esta bateria de itens inclui a resistência aeróbica, força dos membros superiores e inferiores do corpo, a flexibilidade dos membros superiores e inferiores do, e a agilidade / equilíbrio dinâmico tidos como essenciais para a ApF de um idoso, pois formam um conjunto de componentes relevantes à capacidade funcional do mesmo velhos (Rikli & Jones, 2001). O FFT requer o mínimo de equipamento e espaço tornando-se um método de avaliação muito adaptável tanto em contextos clínicos e de campo (ie, não de laboratório) para os idosos. O FFT tem fiabilidade e validade bastante razoáveis ($r > 0.80$), é equilibrada pois abarca várias componentes da ApF, tendo ainda a grande vantagem de, pelo facto de existirem valores normativos, permitir a comparação de resultados entre sexos e idades. Paralelamente, os testes desta bateria são rápidos e fáceis de administrar (30-45 min), requerendo o mínimo de espaço e tempo e pouco sofisticados (Rikli & Jones, 2001; Spirduso et al., 2005).

A grande vantagem do uso de testes baseados na performance é a sua sensibilidade nas medições. Estes testes centram-se na medida e não na capacidade percebida (Coman & Richardson, 2006).

Para além das baterias de testes, outros testes mais específicos têm sido desenvolvidos no sentido de se avaliar diferentes capacidades físicas implicadas na ApF do idoso.

Relativamente à avaliação da força dos membros inferiores, o teste isocinético tem sido considerado como o teste de avaliação da força muscular que apresenta um grau mais elevado de precisão científica (Suetta et al., 2004) onde a acção é realizada com uma velocidade constante, sem influência de uma carga específica a opor-se ao movimento e com o indivíduo e as suas articulações posicionadas de forma padronizada (Fleck & Kraemer, 2004; Malliou et al., 2003) e com segurança (Aquino et al., 2002; Katsiaras et al., 2005). Diferentes estudos têm utilizado este meio de avaliação de força em duas velocidades (60 e 180º/seg) para avaliar a força muscular dos idosos (Carvalho et al., 2004; Malliou et al., 2003; Suetta et al., 2004). De entre as vantagens, para além de uma elevada confiabilidade (Brown & Weir, 2001), facilita a comparação entre diversos estudos (Kraemer et al., 1999; Malliou et al., 2003) uma vez que representa uma combinação entre a velocidade mecanicamente imposta e o movimento do indivíduo (Carvalho et al., 2003). Entretanto, a grande desvantagem reside no custo elevado comparativamente aos demais testes, o que tem impedido a sua utilização em muitos estudos epidemiológicos (ACSM, 2006).

Considerando a (in)estabilidade corporal, vários testes tem sido desenvolvidos por forma a estudar, quer o equilíbrio estático, quer o equilíbrio dinâmico. Os testes de equilíbrio estático mais utilizados na literatura são os testes de apoio unipedal (Bohannon, 1997) e o *Tandem Stance* (Berg et al., 1989). Todavia, mais recentemente foi desenvolvido um teste com o objectivo de avaliar o alinhamento e controlo postural de adultos e jovens através de um método quantitativo de avaliação postural (Ferreira et al., 2010), o *Postural Assessment Software* (PAS/SAPO), tendo-se mostrado eficaz quando aplicado à população idosa (Arias et al., 2007). Este *software* é um programa de análise postural de fácil utilização pelo usuário que possibilita marcação livre de pontos ou de acordo com o protocolo SAPO, e a medição de ângulos e distâncias. Segundo Ferreira et al. (2010), este teste mostrou ter uma fiabilidade inter-avaliador e intra-examinador muito boa ou excelente em 75% das variáveis e 64,8% das

variáveis do teste, respectivamente (Ferreira et al., 2010; Tinetti et al., 1994). Neste sentido, o SAPO tem sido considerado como uma ferramenta credível para a avaliação postural (Ferreira et al., 2010).

Por fim e embora não esteja directamente associado à avaliação da ApF dos idosos, parece-nos importante equacionarmos sobre alguns testes que tem vindo a ser desenvolvidos e aplicados no sentido de se conhecer os mecanismos que possam de alguma forma atenuar a prevalência de quedas.

Assim para além do equilíbrio e da força muscular em particular dos membros inferiores, parece ser igualmente determinante avaliar os aspectos psicológicos relacionados com a auto-eficácia e medo de cair (Cumming et al., 2000; Tinetti et al., 1994) que, de um modo geral, são feitos através de questionários ou pela observação (Cumming et al., 2000).

Entre os questionários conhecidos, destacam-se o “*Falls Efficacy Scale*” (FES) (Tinetti et al., 1990), o “*Activities-Specific Balance Confidence Scale*” (ABC) (Powell & Myers, 1995), o “*Survey of Activities and Fear of Falling in the Elderly*” (SAFE) (Lachman et al., 1998), e o “*Perceived Ability to Manage Falls and Falling and Perceived Control Over Falling*” (Lawrence et al., 1998). Dentro destes, o FES, que avalia os níveis da auto-eficácia percebida para evitar quedas durante a realização de actividades de lazer (ADL) e AVD, parece ser aquele mais frequente e eficazmente utilizado na prática clínica e na investigação aplicada em idosos (Tinetti et al., 1994; Tinetti et al., 1990). Este questionário tem a vantagem de ser de fácil aplicação, implica uma curta duração demonstrando uma boa consistência interna ($\alpha=0,91$), de teste-reteste ($r=0,71$) e validade de constructo ($\alpha=0,70$) (Cumming et al., 2000). A pontuação FES está significativamente associada com a dificuldade de se levantar após uma queda, com traços de ansiedade, com pontuação geral máxima de medo, e várias medidas de equilíbrio e marcha (Tinetti et al., 1990).

2.2.2 Avaliação da composição corporal

Os métodos de avaliação da composição corporal (CC) dividem-se, genericamente, em métodos directos e indirectos (Deurenberg et al., 1995). De acordo com Deurenberg et al. (1995), os métodos directos medem a

composição físico-química de tecidos dissecados em cadáveres e proporcionam informação precisa sobre a composição corporal. Porém, trata-se de métodos que exige equipamento laboratorial especializado e implicam exames mais morosos e de maior custo, sendo, geralmente utilizados na validação de outras técnicas ou em estudos de investigação que requeiram grande precisão (Heyward, 2002). Como exemplos destes métodos temos a Densimetria - Pesagem Hidrostática, Pletismografia; Absorciometria com Raios X de Dupla Energia (DXA); Ultra-sons; Tomografia Axial Computadorizada (TAC); Ressonância Magnética (RM); Hidrometria; Potássio Radioactivo

Um método de terreno comumente usado para avaliar o risco para a saúde em diferentes populações, atendendo à sua forte relação com a obesidade, é o Índice de massa corporal (IMC). No entanto, este índice apresenta algumas desvantagens quando aplicado na população idosa. Assim, e porque decorrente do normal processo de envelhecimento a estatura e a massa muscular diminuem, e pelo contrário, a deposição de gordura tem tendência para aumentar, o peso e o IMC não são muito precisos como ferramentas de avaliação de riscos associados à saúde e à mortalidade dos idosos (Heiat et al., 2001; Wassertheil-Smoller et al., 2000).

Por outro lado, actualmente, não existe consenso quanto aos limites internacionalmente aceites para sobrepeso e obesidade avaliados pelo IMC específicos para idosos de ambos os sexos. Pelo contrário, é amplamente aceite que várias medidas de distribuição de gordura parecem ter maior poder preditivo para a avaliação de risco para a saúde nos idosos (Folsom et al., 2000; Janssen et al., 2005). Assim, medidas antropométricas de perímetros regional, tais como, a circunferência da cintura, relação cintura-anca e o diâmetro sagital abdominal têm sido igualmente indicadas para descrever e estimar o risco para a saúde em idosos. Outro método descrito na literatura refere-se ao equipamento de bioimpedância eléctrica que é relativamente barata e portátil. Apesar do uso deste método ter vindo a ganhar popularidade em estudos epidemiológicos (Genton et al., 2001; Kyle, Genton, Karsegard, et al., 2001; Ross, 1996), alguns autores têm questionado a sua capacidade de prever alterações na composição corporal ao nível individual (Piers et al., 2000).

Várias técnicas de imagem permitem a visualização de tecidos específicos que subjazem perímetros e volumes do corpo. A absorciometria radiológica de dupla energia (DXA) é aquela que usa uma dose de raios-x de baixa intensidade para obter uma imagem de corpo inteiro e é capaz de diferenciar a massa gorda e magra pela densidade relativa das regiões apendicular e do tronco. A DXA tem demonstrado ser uma medida eficaz de composição corporal e é considerado uma medida de referência válida e confiável (Erselcan et al., 2000; Genton et al., 2006; Lintsi et al., 2004). A DXA mostra um modelo tridimensional da composição corporal e do osso e tem em conta a massa magra livre, massa gorda e massa óssea (Wang et al., 1999). Assim, a DXA fornece medições precisas de corpo inteiro, bem como de densidade mineral óssea (DMO) regional, percentagem de gordura e massa muscular magra com um pequeno erro de precisão o que é comparável ou menor do que os obtidos com outros tipos de métodos não invasivos (Heymsfield et al., 1989; Mazess et al., 1990). Mais importante ainda é que este método não se baseia no uso de constantes derivadas de adultos jovens para medir a gordura corporal e é de fácil avaliação em idosos, o que nem sempre é verdadeiro nos outros métodos multicomponentes, como por exemplo, naqueles que envolvem a pesagem hidrostática.

Embora tenham sido relatadas algumas limitações para a DXA na avaliação da gordura corporal total, especialmente quando se compara máquinas de diferentes fabricantes (Genton et al., 2006), este método é considerado confiável e preciso. Várias equações de predição para todo o corpo de massa gorda utilizaram a DXA como referência (Roubenoff et al., 1997; Sun et al., 2003).

Relativamente à saúde óssea, a DMO é responsável por mais de 60% da variabilidade da resistência óssea e, portanto, é actualmente considerada como a medida mais confiável de diagnóstico para estabelecer ou confirmar um diagnóstico de osteoporose e previsão de futuros riscos de fractura (Nelson et al., 2002; NOF, 2003). A densitometria óssea é um método não invasivo de medir a massa óssea, global ou de um local específico, onde a DMO é geralmente expressa como a quantidade de tecido mineralizado (g/cm²). Assim, e porque o erro de precisão da DXA é pequeno (1-2%), a exposição à

radiação mínima e o seu valor preditivo para fracturas é elevado, a DXA tem sido considerado o “*GoldenStandard*” e da tecnologia mais utilizada para medir a CC em geral e a DMO em particular (NOF, 2003; South-Paul, 2001).

Para facilitar o diagnóstico da osteoporose, em contexto clínico ou de investigação, a Organização Mundial de Saúde (WHO, 1994) estandardizou os relatórios de DMO sob a forma de *scores Z* e *T*, baseados nos resultados de *scanner* da DXA. A diferença entre a pontuação do patológico e da norma (mostrado como um *T* ou um *Z-Score*) é expresso em desvios padrão (DP) acima ou abaixo da média. Em geral, 1 DP é igual a 10% a 20% do valor da DMO. A DMO esperada para a idade do paciente e sexo é chamado de *Z-score*, um valor definido como o número de desvios-padrão acima ou abaixo da DMO dos valores da média para idade e sexo.

Os *T-scores* diminuem com a perda de massa óssea relacionada com a idade e são definidos como o número de desvios-padrão acima ou abaixo do valor da DMO média (ou o valor médio do pico de massa óssea) para jovem mulheres brancas saudáveis. Os *T-scores* que são inferiores ou iguais a 1,0 DP abaixo da média são considerados dentro da faixa de DMO normal. A osteopenia (baixa massa óssea) é delineada pelos *T-scores* que são superiores a 1,0 mas inferiores ou iguais a 2,5 DP abaixo da média. Por sua vez, a osteoporose é definida como as medidas de DMO igual a um *T-score* de 2,5 ou mais DP abaixo da média.

2.3 Exercício, actividade física e envelhecimento

2.3.1 Benefícios da actividade física /exercício físico

Tal como referido anteriormente o aumento da idade está associado ao declínio dos vários sistemas fisiológicos com implicação no aumento da prevalência de doenças e na redução da capacidade física, nomeadamente, da força muscular, da resistência aeróbia, do equilíbrio e da capacidade de marcha (Bohannon, 1997; Singh, 2002; Wolfson, 2001). Este processo não decorre só da idade cronológica, mas é resultante da conjugação de vários factores, onde a inactividade assume um papel de destaque (Odenheimer et al., 1994).

Na realidade, à medida que a idade avança, o sujeito tem tendência para se tornar cada vez mais sedentário, sendo este declínio ainda mais pronunciado nas mulheres, comprometendo a sua funcionalidade e saúde (Daley & Spinks, 2000; Prohaska et al., 2006).

As reduções na AF têm sido associadas a limitações funcionais significativas e à maior prevalência de doenças crónicas (Bean et al., 2004; Miller et al., 2000). Por exemplo, Daley & Spinks, (2000) referem que 50% do declínio da aptidão muscular são decorrentes do processo de envelhecimento sendo a inactividade física responsável pelos outros 50%.

As doenças causadas pela inactividade física incluem a diabetes tipo 2, doenças cardiovasculares, a hipertensão arterial sistémica, a osteoartrite, a osteoporose e vários tipos de cancro (Ewing et al., 2003). A OMS estima que actualmente pelo menos 60% da população do mundo não cumpre as suas recomendações de AF, sendo este facto ainda mais evidente na população idosa (OMS, 2008). Essas estatísticas induzem assim à necessidade de identificar intervenções eficazes passíveis de motivar os indivíduos no sentido de aumentarem os seus níveis de exercitação diária (Sevick et al., 2007).

A AF é consensualmente definida como todo e qualquer movimento corporal produzido pelos músculos esqueléticos que aumenta consideravelmente o dispêndio energético; na AF estão inseridas actividades como tarefas da vida diária (que incluem o caminhar, os trabalhos domésticos, a actividade ocupacional e as deslocações), o lazer e o trabalho (Bouchard & Shephard, 1994; Caspersen et al., 1985). Já o Exercício Físico (EF) é uma subcategoria da AF que é planeada, estruturada, na qual são efectuados movimentos corporais (Caspersen et al., 1985) com o objectivo de melhorar ou manter uma ou mais componentes da ApF (Howley, 2001). A AF considera-se EF quando a este último se concede o carácter de sistematização, em que possua uma estrutura planeada, uma frequência (repetição) e quando a sua intencionalidade fica evidente numa perspectiva de manutenção ou melhoria das componentes da capacidade física (Caspersen et al., 1985).

Tem sido clara a associação entre AF/EF e os benefícios positivos para a saúde (Haskell et al., 2007; Paffenbarger et al., 1986; Prohaska et al., 2006;

Stewart, 2005; Vogel et al., 2009; Warburton et al., 2006), sendo consensual o facto de que os indivíduos fisicamente activos usufruem habitualmente de uma vida mais longa e com mais qualidade, relativamente aos indivíduos menos activos (ACSM, 1998a, 2002, 2009b; Spirduso, 1995; Spirduso et al., 2005). Estilos de vida fisicamente activos têm sido associados a um melhor funcionamento dos sistemas cardiovascular, respiratório e muscular, bem como à redução dos riscos de morbilidade e mortalidade associadas com a obesidade e doenças crónicas, como doença cardíaca, aterosclerose e diabetes (ACSM, 2006; Taylor et al., 2004; WHO, 2009). Pelo contrário, os baixos níveis de actividade e de capacidade física têm sido associados à maior incidência de doenças crónico degenerativas e à mais baixa qualidade de vida nesta população mais velha (ACSM, 2009b).

A AF e o EF regular nos idosos garantem grandes benefícios de saúde (Bean et al., 2004; Mazzeo et al., 1998; Mazzeo & Tanaka, 2001; Singh, 2002; Stewart, 2005), retardando as mudanças fisiológicas que ocorrem ao longo do envelhecimento (Daley & Spinks, 2000; Fiatarone Singh, 2004; Singh, 2002; Stewart, 2005), até porque, tal como referido anteriormente, muito do declínio físico associado à idade *per si* é influenciado pelo sedentarismo e pela inactividade física característica destes escalões etários mais velhos (Bean et al., 2004; Daley & Spinks, 2000; Rantanen et al., 1997; Stewart, 2005).

Ao nível fisiológico, encontramos evidência científica a favor da contribuição da AF na prevenção da diminuição da capacidade funcional do sistema cardiovascular, da sarcopenia (Bean et al., 2004; Fiatarone Singh, 2004; Holviala et al., 2006), da perda de DMO (Lane, 2006; Taylor et al., 2004; Toraman & Yildirim, 2010), da elevação da pressão arterial, da redução da resistência à insulina e da intolerância à glicose e dos níveis séricos de triglicéridos (Fletcher & Trejo, 2005).

Para além disso, a AF/EF, ao influenciar positivamente as alterações do metabolismo associadas à idade (Horber et al., 1996), tem um papel protector sobre as alterações desfavoráveis da composição corporal, reduzindo o ganho de peso (Jenkins & Fultz, 2008; Pedersen & Saltin, 2006) e de massa gorda (Campbell et al., 1999; Chillibeck et al., 2002) e aumentando a massa isenta de

gordura (Campbell et al., 1999; Chillibeck et al., 2002; Janzen et al., 2006; Treuth et al., 1994). Todavia, é importante realçar que as alterações da CC são sempre determinadas por uma combinação de factores como, a genética, a AF e o consumo energético (Kell et al., 2001).

Alguns autores têm descrito uma relação inversa entre a AF e a percentagem de gordura corporal (Ballor & Keesey, 1991; DiPietro, 1995). Pessoas fisicamente activas têm menos probabilidade de terem serem obesas e com menor obesidade abdominal em comparação com pessoas sedentárias (Wofford & Hall, 2004). E mesmo, indivíduos com sobrepeso e obesos que atingem um nível adequado de AF, conseguem ter menor risco de morbilidade e mortalidade do que os indivíduos com peso normal que são sedentários (Blair & Brodney, 1999; Wei et al., 1999).

Por outro lado, a prática de EF regular tem demonstrado ser um importante meio de prevenção do risco de quedas (Maki et al., 2008; Otaka, 2008; Province et al., 1995), que são, actualmente e juntamente com as patologias cardiovasculares, responsáveis por elevados índices de morbilidade e mortalidade (Nakamura et al., 2007; Nelson et al., 2007). Acredita-se que o exercício seja a melhor estratégia de prevenção de quedas em idosos, uma vez que evita o comprometimento da mobilidade, do equilíbrio e da força muscular (Graafmans et al., 1996; Toulotte et al., 2006). Para além da melhoria ao nível físico e fisiológico, a AF/EF tem muitos efeitos positivos ao nível psicológico em particular no aumento da auto-estima e bem-estar (Berger & Owen, 1992; Daley & Spinks, 2000). Sendo assim, a AF/EF parece afectar positivamente a saúde psicológica, diminuindo a incidência ou a gravidade de depressões (Taylor et al., 2004). Estas alterações são não apenas importantes para o bem-estar psicológico mas também surgem como factor protector para o desenvolvimento de doenças crónicas, como a diabetes tipo II, a hipertensão arterial e a depressão em idosos (Daley & Spinks, 2000; Fiatarone Singh, 2004; Hirvensalo et al., 2000; Lees et al., 2005; Singh, 2002; Stewart, 2005).

Neste sentido face ao quadro anteriormente descrito, é imprescindível a mudança de comportamentos e de estilos de vida, tais como a prática regular

de EF como factor protector contra alguns dos declínios associados ao envelhecimento.

Todavia, para que estes benefícios sejam alcançados na sua plenitude, é necessário adaptar o EF a este escalão etário mais velho. Ou seja, se por um lado é necessário existir uma determinada quantidade de exercício para que sejam observados benefícios, por outro lado, existe um potencial risco de lesão à medida que se aumenta a exercitação. A prescrição do EF deve ser feita com base na frequência, intensidade e duração das sessões, sendo importante considerar a quantidade ou volume de exercício (Freedson et al., 1998b; Nelson et al., 2007).

De acordo com vários autores e organizações deve ser realizada pelo menos 30 minutos de AF de intensidade moderada a vigorosa, de forma regular, 5 dias por semana (ACSM, 2006; Davis & Fox, 2007; Nelson et al., 2007), ou actividades de intensidade vigorosa 3 dias por semana, no mínimo durante 20 minutos. Este conceito tem sido apoiado por pesquisas que demonstram que a exercitação diária não precisa de ser obtida numa única sessão, podendo ser também acumulada em várias sessões ao longo do tempo, trazendo benefícios para a saúde (DeBusk et al., 1990; Murphy et al., 2009). Assim, dada a força das evidências que suportam os benefícios do EF, mais esforços devem ser dedicados à sua promoção (Chang et al., 2004; Haskell et al., 2007; Nelson et al., 2007; Pedersen & Saltin, 2006; WHO, 2003, 2009).

Outra recomendação aceite é a acumulação de 10.000 passos por dia na maioria dos dias da semana. De acordo com (Tudor-Locke & Bassett, 2004), a quantidade de AF atingida ao caminhar 10.000 passos por dia é uma medida alternativa aceitável para as recomendações do ACSM atrás referidas, uma vez que a AF não precisa ser extenuante para alcançar benefícios para a saúde (Lee & Paffenbarger, 2000; Manson et al., 1999). Assim, para além do EF, parece ser importante avaliar os índices diários de AF.

Relativamente à avaliação da AF diária, a maioria dos estudos apresenta como limitação o facto de esta não ser objectivamente avaliada, sendo, na globalidade dos casos, avaliada por intermédio de questionários. Embora esta seja uma metodologia razoavelmente validada (Bauman et al., 2006; Vanhees

et al., 2005; Voorrips et al., 1991; Washburn et al., 1999) apresenta como principal lacuna a falta de precisão da informação quanto à intensidade da actividade, até porque a percepção do que é uma actividade “difícil” ou “fácil” dependerá do nível de tolerância e de aptidão do indivíduo, sendo que ambos são afectados pela idade (Shephard, 2003). Por isso surge a necessidade de verificar qual o método que apresenta a validade, a fidelidade e facilidade de uso para esta população etária.

2.3.2 Avaliação da actividade física

Encontrar o melhor método de avaliação da AF tem sido considerado um dos maiores desafios para os investigadores, já que nenhum dos que existe, apresenta a validade, a fidelidade e facilidade de uso a fim de ser empregue isoladamente numa população (Melby et al., 2003).

É possível verificar na literatura diferentes técnicas para a determinação do nível de AF, mas esses diferentes métodos e conseqüentemente vários instrumentos, não têm permitido a comparação dos resultados (gasto energético; quantidade e intensidade ou qualidade do movimentos) (Hendelman et al., 2000). Da diversidade de metodologias possíveis de avaliação da AF podemos, de um modo geral, dividir os instrumentos em três tipos principais (Kriska & Caspersen, 1997; Matsudo, 1996; Weston et al., 1997): (i) auto-relatos (ex. questionários, entrevistas, diários); (ii) indicadores fisiológicos (ex. consumo de oxigénio (calorimetria e água duplamente marcada), frequência cardíaca); (iii) observação comportamental; (iiii) sensores de movimento (ex. pedómetros e acelerómetros), que registam objectivamente certas características das actividades durante um período determinado.

A opção do melhor método de avaliação deverá ser orientada pelos objectivos da investigação (Kohl et al., 2000; Montoye et al., 1996), pela idade dos participantes (Kohl et al., 2000), pelos custos e tempo para a execução do estudo, pela aceitabilidade do instrumento por parte da amostra e da sua exequibilidade (Laporte et al., 1985), bem como, pela validade, fiabilidade e praticabilidade do mesmo (Freedson & Melanson, 1996) e, se possível, a não

interferência com os padrões habituais de comportamento (Dishman & Sunhard, 1988).

Assim, tendo por base os argumentos anteriores, alguns autores tem sugerido o uso dos monitores de AF, vulgarmente chamados de acelerómetros, uma vez que são sensores de movimento sensíveis à variação na aceleração do corpo num ou em três eixos e, por isso, capazes de medir directa e objectivamente a frequência, intensidade e duração dos movimentos referentes à AF realizada (Freedson & Miller, 2000b; Melby et al., 2003; Montoye et al., 1996). Eles são compostos de um ou mais sensores de aceleração piezoeléctrico, que são pequenos dispositivos eléctricos que medem a aceleração (mudança na velocidade de um corpo ao longo de um período de tempo) para detectar padrões de movimento do corpo (Leenders et al., 2006). Os acelerómetros são colocados na cintura, são pequenos, discretos e armazenam informação de um determinado intervalo de tempo e da intensidade da AF registada (Freedson & Miller, 2000a).

A AF é armazenada numa memória, que regista toda a actividade do indivíduo, a qual pode ser analisada mais tarde (Kohl et al., 2000). Os sensores de movimento mais actuais têm uma capacidade de armazenamento de dados por grandes períodos de tempo e oferecem uma vantagem evidente sobre os questionários, dado que promovem uma informação fiável sobre o padrão de actividade dos indivíduos durante um período de tempo pretendido (Troost et al., 2000). Assim, as principais vantagens dos acelerómetros é que podem ser utilizados tanto em laboratório como em campo, não são invasivos, fornecem indicadores da intensidade, da frequência e da duração da actividade, e fornecem informações minuto a minuto, e permitem longos períodos de gravação (Welk, 2002).

As principais desvantagens da maioria dos acelerómetros é que eles são fiáveis apenas na detecção de eventos dinâmicos (Chen & Bassett, 2005), avaliando inadequadamente uma algumas actividades como por exemplo os movimentos dos membros superiores e nas actividades aquáticas (Welk, 2002). Actualmente, a principal limitação do uso de acelerómetros é que não há nenhuma equação simples que possa estimar com precisão o gasto energético

com base numa pontuação de aceleração de todas as actividades porque a relação entre aceleração e consumo de energia depende da actividade a ser realizada (Bassett et al., 2000).

Existem três sensores de movimentos mais conhecidos: o Caltrac, o *Computer Science and Applications* (CSA) e o Tritrac. Os acelerómetros podem ser uniaxiais ou triaxiais. O acelerómetro uniaxial mede a aceleração corporal apenas no eixo vertical, enquanto o triaxial detecta a aceleração em 3 eixos (Antero - posterior, médio - lateral e vertical) (Freedson & Miller, 2000a). O acelerómetro Caltrac não pode fornecer recolhas temporais longas de AF, mas em vez disso, pode ser programado para recolher *counts* de AF e dispêndio energético em determinados períodos da amostra (Kohl et al., 2000). O dispêndio energético é calculado pelo desenvolvimento de uma equação de regressão (Kohl et al., 2000). O sensor do CSA é um acelerómetro uniaxial que mede a aceleração na direcção vertical e utiliza as características piezelétricas (activado pela electricidade cristalina) da cerâmica que o reveste. O CSA contém um microprocessador que digitaliza e filtra o sinal de aceleração, converte o sinal num valor numérico e acumula este valor como contagens de movimento ao longo de um intervalo que é determinado pelo investigador (Lopes et al., 2001). O dispêndio energético pode também ser determinado através da conversão dos *counts* em Equivalentes Metabólicos (MET). Muitos autores desenvolveram equações de regressão para converter *counts* dos acelerómetros para estimar o dispêndio energético (Freedson et al., 1998a; Hendelman et al., 2000; Swartz et al., 2000).

Em geral, o uso de acelerómetros para medir a AF em idosos em estudos epidemiológicos tem sido relativamente raro. No entanto, algumas pesquisas sugerem que uso dos acelerómetros parece ser aceitável para os idosos, não se mostrando inconvenientes nem desconfortáveis quando colocados na cintura (Steele et al., 2003). Assim, recentemente tem aumentado o interesse em se utilizar os ACL para avaliar a AF da população idosa (Copeland & Esliger, 2009; Davis & Fox, 2007; Murphy, 2009). No entanto, os pontos de corte utilizados na maioria destes estudos são aqueles definidos para adultos (Davis & Fox, 2007; Harris et al., 2009). Este facto representa uma limitação na medida em que nem sempre os valores da intensidade da AF têm a mesma

correspondência entre o adulto e o idoso, ou seja, uma actividade moderada num adulto poderá corresponder para um idoso a uma actividade vigorosa (Jones et al., 2009; Welk, 2005).

Da literatura por nós consultada, apenas três estudos englobaram a população idosa: o estudo de Copeland and Eslinger (2009) que é o único que determinou os pontos de corte numa amostra formada unicamente por sujeitos idosos; o estudo de Swartz et al. (2000) onde foi utilizada uma amostra heterogénea (entre 19 e 74 anos) e o estudo de Lopes et al. (2009), onde foram estabelecidos números de *counts* para cada intensidade da AF em 26 idosos diabéticos. Assim, considerando os possíveis vieses introduzidos pela reduzida amostra e pelas características da mesma (heterogeneidade dos 19 aos 74 anos e diabéticos), consideramos que apenas o estudo Copeland and Eslinger (2009) nos fornece indicações válidas específicas para a população idosa.

2.4 Prescrição do exercício físico na população idosa

Mais do que o estudo da actividade física diária dos idosos, os estudos tem-se debruçado sobre os efeitos do exercício físico em diversas variáveis biológicas, físicas, fisiológicas, psicológicas e sociais da população idosa. Dentro dos diferentes protocolos de treino, o treino de resistência aeróbia e/ou treino de resistência de força têm sido dos protocolos mais estudados, sendo mais escassos aqueles que fomentam e analisam o treino multicomponente e de potência muscular em mulheres idosas. Todavia, este tipo de treino com combinação de trabalho aeróbio, de reforço muscular, flexibilidade e equilíbrio para a manutenção da funcionalidade global do idoso tem sido recomendado por diferentes autores e entidades de renome (ACSM, 2006; Nelson et al., 2007; Salem et al., 2009).

2.4.1 Treino de força

O treino de força em idosos tem sido indicado como sendo benéfico não só para a função muscular em si, mas também para a capacidade funcional global, contribuindo para um estilo de vida independente (Capodaglio et al., 2007).

Muitos estudos de intervenção utilizando o treino de força têm mostrado que as mudanças na funcionalidade muscular são semelhantes tanto em indivíduos jovens como em indivíduos mais idosos (Hakkinen et al., 2001; Jozsi et al., 1999; Welle et al., 1995). Estes estudos acrescentam ainda que muitos destes ganhos de força são superiores àquilo observado no aumento da massa muscular, particularmente evidentes nas primeiras 6 a 10 semanas de treino (Hunter et al., 2000; Ivey et al., 2000; Tracy et al., 1999; Treuth et al., 1995). Segundo diversos autores, esta desproporcionalidade pode ser explicada por adaptações neurais, em particular, pela melhoria no recrutamento e sincronização das unidades motoras favorecendo, desta forma, a coordenação motora (Hakkinen et al., 1985; Hakkinen & Komi, 1983).

Para além dos ganhos em termos de força muscular e coordenação motora, este tipo de treino parece conduzir também a melhorias ao nível da potência muscular (Henwood et al., 2008), sendo que os programas de treino de alta velocidade estão associadas a maiores aumentos na potência muscular (Bean et al., 2004; Henwood et al., 2008). Este aspecto é relevante na medida em que a preservação da força, coordenação e da potência muscular em idades avançadas pode diminuir significativamente o risco de queda e aumentar a independência funcional (Evans, 2000).

Além disso, o treino de força, ao aumentar a massa muscular, parece ajudar a minimizar a redução da capacidade aeróbia máxima. Todavia a literatura sobre os potenciais efeitos do treino de força sobre a resistência aeróbia em idosos (Hagerman et al., 2000; Hurley & Roth, 2000; Seguin & Nelson, 2003), para além de escassa não tem sido consensual. Assim, enquanto alguns estudos não demonstraram ganhos significativos desta aptidão após treino de força (Cavani et al., 2002; DiBrezzo et al., 2005; Henwood & Taaffe, 2006; Takeshima et al., 2007), outros tem reportado aumentos do VO_{2max} (Ades et al., 1996; Hagerman et al., 2000; Kalapotharakos et al., 2005). Todavia, quando comparados com os estudos que utilizam treino aeróbio, estes ganhos após treino de força parecem ser substancialmente menores. Contudo, a resposta fisiológica básica ao treino de resistência de força é o de aumentar a massa e força muscular melhorando o desempenho muscular submáximo (resistência muscular) em idosos (Pu et al., 2001). Segundo alguns autores, o estímulo do

treino de força é muito curto para melhorar a densidade mitocondrial e portanto, a potência aeróbia resulta directamente da especificidade do estímulo de treino (Hurley & Roth, 2000; Hurley et al., 1984). As possíveis explicações para essas adaptações cardiovasculares submáximas incluem as mudanças no recrutamento de tipos de fibras (i.e., maior percentagem de fibras tipo I recrutadas), redução ou oclusão do fluxo sanguíneo e aumento do limiar de lactato (Hickson et al., 1980; Marcinik et al., 1991). Perante uma dada tarefa submáxima o treino de força incute um menor esforço e, assim, induz um menor stress cardiovascular (Carvalho & Soares, 2004; Stone et al., 1991).

De igual modo, os estudos que se têm debruçado sobre os possíveis efeitos do treino de força sobre a flexibilidade não têm sido consensuais, alguns estudos demonstram ganhos significativos na parte superior e inferior do corpo após de treino de força (Cavani et al., 2002; Fatouros et al., 2006; Kalapotharakos et al., 2005), outros só demonstram apenas ganhos na parte superior do corpo (DiBrezza et al., 2005) e outros não observaram qualquer alteração significativa nos índices de flexibilidade (Takeshima et al., 2007). Diferentes autores referem que para haver aumentos de flexibilidade, independentemente do tipo de treino, há sempre a necessidade de inclusão de treino específico de flexibilidade (Fatouros et al., 2006; George, 2008; Spirduso et al., 2005).

Adicionalmente, o treino de força, ao melhorar a performance funcional dos membros inferiores, tem sido indicado como importante no sentido de se obter melhorias significativas nos testes de agilidade e equilíbrio dinâmico DiBrezza et al. (2005).

Por fim, e verificando as alterações da CC, alguns estudos reportam alterações significativas do IMC (Hakkinen et al., 2000; Vincent et al., 2002) e outros estudos demonstram mesmo uma redução significativa da massa gorda (Brandon et al., 2000; Nelson et al., 1996). Assim, apesar de controversos, segundo alguns autores, parece que o treino da força, ao aumentar a massa magra e a actividade do sistema nervoso simpático (SNS), parece favorecer a redução da massa gorda. O aumento do gasto energético em resposta do aumento da actividade do SNS pode reduzir o apetite, aumentar a taxa

metabólica de repouso (Toubro et al., 1996) e ter maior acção na oxidação de gorduras (Tremblay et al., 1992).

Assim, de um modo geral, o treino de força parece ser recomendado para este escalão etário, induzindo melhorias ao nível da força, resistência e potência muscular e provavelmente, da resistência aeróbia, flexibilidade, equilíbrio e coordenação motora.

Todavia, para se obter estes benefícios, o treino deverá ser regular e realizado segundo determinadas recomendações. O ACSM (2009b) recomenda uma frequência de treino de força de pelo menos 2 dias por semana. No entanto, vários estudos têm vindo a investigar a frequência de exercício mais adequado para a população de idosos residentes na comunidade e mostraram que uma frequência de três sessões de exercício por semana é ideal para melhorias na força muscular e da capacidade funcional (Host et al., 2007; Kalapotharakos et al., 2004; Park et al., 2008).

Relativamente à intensidade do treino, existem diferentes aumentos na força e massa muscular após a participação em programas de treino de força com diferentes graus de intensidade (ACSM, 2009b), sendo que a alta intensidade tem mostrado ser mais benéfica do que o treino de baixa intensidade para aumentar a força (Beneka et al., 2005). Neste sentido, o ACSM recomenda exercícios de moderada a alta intensidade para obter os efeitos desejados do treino de força (ACSM, 2009b). No entanto, muitos estudos têm mostrado que os idosos podem obter benefícios com intensidades de exercício de força de baixa intensidade (Bastone & Filho, 2004; DeVito et al., 2003; Engels et al., 1998); Kalapotharakos et al. (2005) pretenderam determinar o efeito de 12 semanas de treino de resistência de alta intensidade (80% de 1RM) e treino de resistência de moderada intensidade (60% de 1RM) sobre o desempenho funcional em indivíduos saudáveis idosos inactivos com idades entre 60 e 74 anos distribuídos aleatoriamente por grupo controlo (C), grupo de treino de resistência de alta intensidade (AI), e grupo de treino de resistência moderada (MI). Após 12 semanas de sessões trissemanais de treino, foram observadas diferenças significativas na força de 1RM dos membros inferiores entre AI e MI comparativamente ao grupo de controlo. Paralelamente, os autores

observaram que a ApF melhorou de forma semelhante para ambas as intensidades após o período de treino. Este estudo concluiu que a ApF pode ser melhorada significativamente tanto com treino de resistência de alta intensidade como de moderada intensidade.

Ao contrário da controvérsia em torno da intensidade do exercício de treino de força, de acordo com o ACSM (2009b), parece ser mais ou menos consensual que o tipo de exercício resistido recomendado para idosos deve envolver 8 a 10 exercícios de reforço muscular com 8 a 12 repetições envolvendo os principais grupos musculares (ACSM, 2009b; DeVito et al., 2003; Kalapotharakos et al., 2004; Singh et al., 1997).

No entanto, algumas pesquisas argumentam que a população idosa pode conseguir aumentos da força muscular através da realização de 12 a 15 repetições em 3 séries (Ryan et al., 2004) podendo ir até as 20 repetições (Deley et al., 2007).

Segundo o ACSM (2009b) para melhorar a força e a hipertrofia muscular em idosos, o uso de pesos livres e máquinas mono e multiarticulares com uma velocidade de execução lenta a moderada de 1 a 3 séries por exercício (60 a 80% de 1 RM) para 8 a 12 repetições com 1 a 3 minutos de descanso entre as séries e durante 2 a 3 dias por semana é o recomendado. Já o treino de potência tem assumido um bom desempenho em ambos os exercícios simples e multiarticulares para 1 a 3 séries por exercício usando uma intensidade de leve a moderada (30-60% de 1 RM) para 6 a 10 repetições com alta velocidade de execução (Henwood & Taaffe, 2006).

O termo treino de potência tem sido mais comumente utilizado para descrever o treino de reforço muscular que é realizado com repetições concêntricas o mais rápido possível e com as fases excêntricas em 2-3 segundos (Bean et al., 2009; de Vos et al., 2005; Henwood & Taaffe, 2005; Marsh et al., 2009; Orr et al., 2006).

2.4.2 Treino multicomponente

Várias recomendações têm sugerido que a a ApF dos idosos pode e deve ser melhorada através do treino multicomponente realizado 3 a 5 dias por semana (ACSM, 2009b; Nelson et al., 2007). O treino multicomponente consiste em diferentes combinações de três ou mais modalidades ou componentes de treino envolvendo exercícios de força, aeróbios, de equilíbrio e exercícios de flexibilidade. Este tipo de prática é cada vez mais aconselhado pelas actuais e principais instituições reguladoras e autores de referência da AF e EF para adultos idosos (ACSM, 2009b; Cress et al., 2006; McDermott & Mernitz, 2006; Nelson et al., 2007).

Estes programas de treino multicomponente têm demonstrado diversos benefícios nos diferentes parâmetros funcionais (na sua totalidade ou só em alguns) (Carmeli et al., 2000; Carvalho et al., 2009; McDermott & Mernitz, 2006; Nelson et al., 2004; Takeshima et al., 2007; Toraman & Sahin, 2004; Toraman et al., 2004; Worm et al., 2001).

Assim, por exemplo, no estudo de Carmeli et al. (2000) foram observados ganhos significativos na força muscular em 82% e no desempenho no teste de agilidade e equilíbrio dinâmico ($p < 0,05$) em idosos entre os 79 e os 83 anos de idade ($p < 0,05$) após treino trissemanal multicomponente. No entanto, segundo os autores, não foram observadas alterações significativas na circunferência da coxa, peso corporal, ou na percentagem de gordura corporal. Carvalho et al. (2009) investigaram o efeito de oito meses de treino bisemanal multicomponente sobre a ApF de 57 mulheres aleatoriamente designados para um grupo de exercício ($n = 32$; $68,4 \pm 2,93$ anos) e outro de controlo ($n = 25$; $69,6 \pm 4,20$ anos). Não foram observadas alterações significativas no índice de massa corporal e resistência cardiovascular, como resultado do treino físico. Foram encontrados resultados significativos após treino ($p < 0,05$) na força dos MS (27,3%) e MI (17,4%), na flexibilidade dos MI (17,4%) e MS (14,5%) e agilidade e equilíbrio dinâmico (11%).

Também Toraman and Sahin (2004) observaram aumentos significativos em todos os testes de ApF após nove semanas de treino trissemanal multicomponente na ApF de idosos saudáveis de diferentes faixas etárias. De

igual modo, Toraman et al. (2004) observaram aumentos significativos ($p < 0,005$) na força dos MI e MS, resistência aeróbia, e agilidade e equilíbrio dinâmico em idosos independentes (60 a 86 anos) após 9 semanas de exercícios multicomponente. De acordo com os autores, as componentes mais afectadas da ApF foram a força inferior do corpo e resistência aeróbica, não havendo efeito sobre a CC.

No estudo de Worm et al. (2001) procuram determinar os efeitos de um programa de exercício multicomponente em funções básicas diárias e força muscular em 46 idosos frágeis institucionalizados (acima de 74 anos de idade e não sendo capazes de deixar a sua casa sem ajudas de mobilidade). O protocolo de treino teve a duração de 12 semanas no grupo de intervenção ($n = 22$) com duas sessões de exercício por semana. O grupo de intervenção teve aumentos significativos no equilíbrio, força muscular, e de caminhada e a capacidade funcional em relação ao grupo controlo. Este estudo demonstrou que o exercício multicomponente tem um efeito significativo sobre as actividades de vida diária e força muscular em idosos frágeis podendo melhorar a sua capacidade de viver uma vida independente.

Após os estudos descritos, podemos verificar que o treino multicomponente também alcançou melhorias na força muscular (Carmeli et al., 2000; Nelson et al., 2004; Toraman & Sahin, 2004; Toraman et al., 2004; Worm et al., 2001), agilidade/ equilíbrio dinâmico (Carmeli et al., 2000; Carvalho et al., 2009; Nelson et al., 2004; Toraman & Sahin, 2004; Toraman et al., 2004; Worm et al., 2001). o mesmo se verificando na resistência aeróbia (Toraman et al., 2004; Worm et al., 2001) e mesmo na flexibilidade (Toraman & Sahin, 2004).

Relativamente aos efeitos do treino multicomponente sobre a CC, os estudos são inconclusivos (Carmeli et al., 2000; Carvalho et al., 2009; Toraman et al., 2004).

2.5 Questões e Objectivos de estudo

Fundamentado no suporte bibliográfico anteriormente descrito, foram formuladas as seguintes questões de estudo:

1. Qual a contribuição relativa da AF diária na aptidão funcional, força isocinética e composição corporal de idosas residentes na comunidade?
2. Será possível desenvolver um modelo estrutural de análise do medo de cair relacionando a força muscular, equilíbrio e densidade mineral óssea em idosas independentes utilizando a modelagem de equações estruturais?
3. Quais são os efeitos de diferentes protocolos de treino na aptidão funcional e composição corporal de mulheres idosas residentes na comunidade?
4. Quais são os efeitos de diferentes protocolos de treino na força isocinética dos músculos isquiotibiais e quadríceps de mulheres idosas residentes na comunidade?

Para responder a estas questões, os estudos incluídos nesta tese tiveram os seguintes objectivos de estudo:

1. Avaliar a contribuição relativa da AF diária objectivamente estimada, na aptidão funcional, força isocinética e composição corporal de idosas residentes na comunidade.
2. Desenvolver um modelo estrutural de análise do medo de cair relacionando a força muscular, equilíbrio e densidade mineral óssea em idosas independentes, utilizando a modelagem de equações estruturais.
3. Examinar os efeitos de três diferentes protocolos de treino com duração de 8 meses (Multicomponente versus Potência de força versus Resistência de força), na aptidão funcional e composição corporal de mulheres idosas independentes e residentes na comunidade.

4. Examinar os efeitos dos três protocolos de treino na força isocinética dos músculos isquiotibiais e quadríceps em mulheres idosas independentes e residentes na comunidade.

Para atingir estes objectivos, esta tese foi dividido em oito capítulos. O Capítulo I contém uma breve contextualização do tema. O Capítulo II descreve brevemente a revisão bibliográfica e apresenta os principais objectivos de estudo, bem como a sua estrutura. O capítulo III apresenta a metodologia adoptada na tese e o seu desenho. Os quatro capítulos seguintes (IV a VII) apresentam os quatro estudos originais, apresentado cada um o formato de artigo. Os títulos e os objectivos específicos de cada estudo são apresentados na Tabela 1. No capítulo final (VIII) são feitas as considerações finais e principais conclusões da tese como um todo, bem como, as recomendações para futuras pesquisas na área abordada.

CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA

3 Metodologia

3.1 Delineamento do estudo e amostra

3.1.1 Delineamento do estudo

Esta tese compreende quatro estudos (ver Figura 1): O estudo I e II foram estudos transversais num grupo de mulheres idosas da comunidade avaliadas num único momento. Para além de testar a provável influência da AF não-formal sobre a aptidão funcional, composição corporal e medo de cair, estes primeiros estudos serviram igualmente para testar os protocolos de avaliação a utilizar nos estudos longitudinais subsequentes. Assim, após verificar eventuais problemas metodológicos, foram desenvolvidos os estudos III e IV cujo objectivo fundamental foi avaliar o efeito de diferentes protocolos de treino sobre as variáveis em causa.

3.1.2 Amostra

Os sujeitos dos estudos I e II que preencheram os critérios de inclusão foram integrados nos estudos III e IV. O número de idosas recrutadas e incluídas na análise estatística para cada estudo está apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Tamanho de amostra para cada estudo.

	Recrutamento	Avaliação Inicial	Avaliação Final
Estudo I	80	80	80
Estudo II	80	41	41
Estudo III	80	80	80
Estudo IV	80	80	80

3.2 Desenho da tese

A Figura 1 descreve de um modo geral, o desenho dos quatros estudos que compõem a tese.

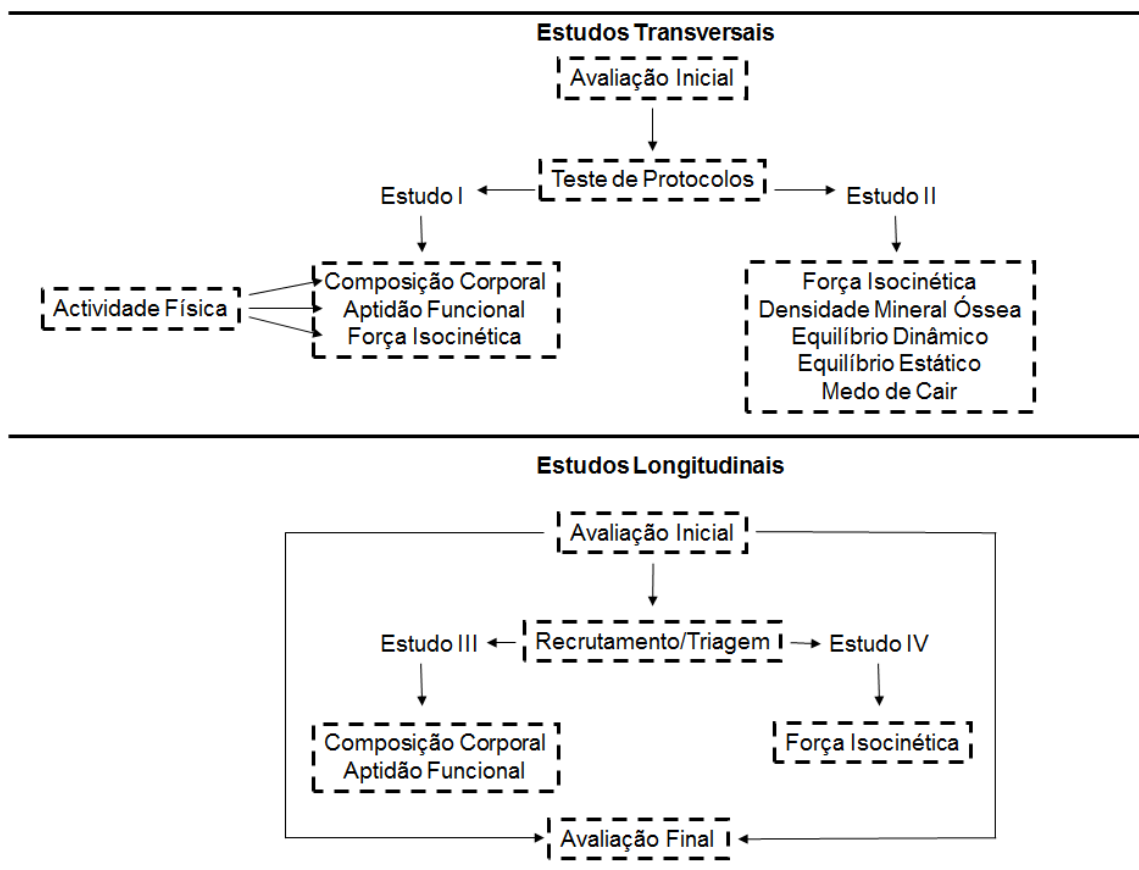


Figura 1 - Desenho da Tese

3.3 Programas de intervenção

Nos estudos longitudinais, os programas de intervenção utilizados nesta tese, tiveram uma duração de 8 meses e foram consistentes com as recomendações estabelecidas pelo American College of Sports Medicine (ACSM, 2009). A descrição pormenorizada de cada protocolo de avaliação encontra-se descrita mais à frente nos respectivos estudos.

3.4 Avaliações

De um modo geral, foram efectuadas avaliações antropométricas (peso e altura) por forma a calcular o índice de massa corporal (IMC) de cada sujeito, bem como, avaliações da composição corporal (avaliação e quantificação da massa magra corporal total - MM [kg]; a percentagem de massa gorda - %MG [%] e a massa gorda corporal total - MGT [kg]; a Densidade mineral óssea - DMO [T-Scores]) mediante a realização de um *scan* corporal total no equipamento DXA (Hologic QDR - 4500®, software para o Windows XP, versão 12.4) com os sujeitos na posição de supino; a Força isocinética através de um dinamómetro (*Biodex System 2, NY, USA*) em duas velocidades distintas: 60º/seg. e 180º/seg [Peak Torque, N-m; razão flexores/extensores, %]; a Aptidão física: força e resistência dos MI e MS [rep], flexibilidade dos MI e MS [cm], agilidade e equilíbrio dinâmico [seg], resistência aeróbia [rep]; o “Falls Efficacy Scale” (FES) para avaliar o medo de cair [UA]; e o Equilíbrio estático foi avaliado com recurso ao *software* de análise postural (SAPo) [%].

CAPÍTULO 4 – ESTUDO I

Os efeitos da actividade física diária na aptidão funcional, força isocinética e composição corporal de idosas residentes na comunidade.

Resumo

Objectivo: Avaliar a contribuição relativa da actividade física (AF) diária objectivamente estimada, na aptidão funcional, força isocinética e composição corporal de idosas residentes na comunidade. **Material e Métodos:** A amostra inicial foi constituída por 80 idosas voluntárias com idades compreendidas entre os 60 e os 85 anos ($67,69 \pm 5,30$). A avaliação da actividade física habitual foi feita utilizando acelerómetros uniaxiais modelo *GT1M Actigraph* durante 7 dias tendo sido utilizados os pontes de corte de Coopeland para calcular os diferentes tercis de actividade física (1º tercil, $\leq 507,75$ counts; 2º tercil, $507,75 - 752,08$ counts; 3º tercil, $\geq 752,08$ counts). A avaliação e quantificação da composição corporal (CC) (massa magra corporal total - MM kg; a percentagem de massa gorda - %MG e a massa gorda corporal total - MGT kg) foi efectuada através de um *scan* corporal total com o equipamento DXA (Hologic QDR - 4500®). O IMC, expresso em kg/m^2 foi calculado através da fórmula standard [peso (kg) dividido pela altura² (m)]. A avaliação da aptidão funcional (ApF) foi realizada utilizando a bateria de testes *Functional Fitness Test*. A força isocinética dos músculos extensores e flexores do joelho foi avaliada em ambos os membros inferiores, através de um dinamómetro (*Biodex System 2, NY, USA*) em duas velocidades distintas: 60º/seg. e 180º/seg. O one-way ANOVA foi utilizado, tendo como *post hoc* o teste de Bonferroni para comparar as diferenças entre grupos. O nível de significância estatística foi mantido em $p < 0,05$. **Resultados:** No que respeita à CC, verificou-se que o 3º tercil apresentou um IMC ($p=0,014$) e %MG ($p=0,029$) significativamente mais baixo do que o 2º tercil. Na variável flexão do joelho a 180º/seg na perna dominante ($p=0,051$) e na perna não dominante ($p=0,020$) foram observadas diferenças significativas entre o grupo das menos activas (1º tercil) e o grupo das mais activas (3º tercil). Relativamente à ApF, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos. Os nossos resultados sugerem assim que exercício diária parece ter influencia positiva na alteração do IMC e %MG, bem como, nos níveis de força isocinética do movimento de flexão do joelho, não tendo contudo, um papel significativo na funcionalidade geral de mulheres idosas independentes e residentes na comunidade.

Abstract

Objective: To evaluate the relative contribution of daily physical activity (PA) objectively estimated in functional fitness, isokinetic strength and body composition in elderly community-dwelling residents. **Methods:** The initial sample consisted of 80 elderly female volunteers, aged between 60 and 85 years (67.69 ± 5.30). Habitual physical activity was assessed using accelerometers model GT1M uniaxial Actigraph for 7 days and the cut-off points of Coopeland were used to calculate different tertiles of physical activity (tertile 1, ≤ 507.75 counts, 2nd tertile, 507.75 to 752.08 counts, 3rd tertile, ≥ 752.08 counts). The evaluation and quantification of body composition (BC) (lean body mass total - TLBM kg, fat mass - %FM and total body fat mass - TBFM kg) was made through a total body scan with the DXA equipment (Hologic QDR - 4500 ©). The BMI, in kg/m^2 was calculated by standard formula [weight (kg) divided by height² (m)]. The functional fitness (FF) assessment was performed using Functional Fitness Test. The knee extensor and flexor isokinetic strength was evaluated in both lower limbs, using a dynamometer (Biodex System 2, NY, USA) at two different speeds: $60^\circ/\text{sec}$. and $180^\circ/\text{sec}$. One-way ANOVA with Bonferroni test as post hoc was used to compare differences between groups. The level of statistical significance was maintained at $p < 0.05$. **Results:** Regarding the BC, BMI ($p = 0.014$) and % FM ($p = 0.029$) were statistically lower in the 3rd tertile compared to the 2nd one. The knee flexion peak torque at $180^\circ/\text{sec}$ on the dominant leg ($p = 0.051$) and non-dominant leg ($p = 0.020$) was statistically different between the less active group (1st tertile) and the most active group (3rd tertile). For the FF, no significant differences between groups were found. Our results suggest that daily physical activity seems to induce benefits on BMI and % FM as well as on isokinetic knee flexion strength, but cannot persuade significant change in functional fitness of independent and community dwelling-residents older women.

Introdução

A inactividade física tem sido classificada como um problema de saúde pública (Blair et al., 2004; Leitzmann et al., 2007; van der Bij et al., 2002) comparável ao colesterol alto, ao tabagismo, à hipertensão (Cousins, 2000; Stewart, 2005) e à diabetes tipo 2 (Stewart, 2005).

O envelhecimento, por seu lado, tem sido associado a alterações de várias ordens que induzem declínios nos sistemas fisiológicos e consequentemente nas capacidades físicas, como por exemplo, na força muscular, no equilíbrio, na flexibilidade, na capacidade aeróbia e na qualidade da marcha (Bohannon, 1997; Singh, 2002; Wolfson, 2001).

Paralelamente e, em consequência da diminuição da actividade física (AF) com a idade, os idosos tendem a ganhar mais massa gorda e a perder massa muscular (Kyle et al., 2001; Prentice & Jebb, 2001; Toth et al., 1999). Esta combinação de excesso de gordura com perda muscular juntamente com o declínio generalizado da capacidade física e funcional tem sido associado ao risco aumentado de incapacidade, morbilidade e de desenvolvimento de diversas doenças crónicas em idosos (Blew et al., 2002; Morley et al., 2005; Rikli & Jones, 2001; Zamboni et al., 2005).

Entre outros, a perda de força muscular, em particular dos membros inferiores, parece assumir particular relevância na medida em que pode afectar drasticamente a mobilidade, a funcionalidade (Daley & Spinks, 2000; Guralnik et al., 1995; Kamel, 2003; McGill et al., 1995) e aumentar o risco de quedas e lesões (Portegijs et al., 2006; Rantanen et al., 1999).

De igual modo, a capacidade aeróbia é também tida como determinante para a autonomia, saúde e qualidade de vida dos idosos (Pedersen & Saltin, 2006). Na realidade, para a rotina diária do idoso é necessário que este mantenha um limiar mínimo em termos de capacidade de trabalho que, na decorrência do envelhecimento e fundamentalmente do desuso, diminui em torno de 30%, entre os 30 e os 70 anos (Daley & Spinks, 2000).

Por fim, os declínios verificados com o envelhecimento nas outras componentes da aptidão funcional (ApF), tais como equilíbrio, flexibilidade e

agilidade possuem igualmente efeitos negativos ao nível da mobilidade e autonomia, limitando a capacidade dos idosos de realizar as mais diversas tarefas da vida diária (Carvalho et al., 2009; Takeshima et al., 2007). Actividades como ir às compras, levantar da cama, vestir, apertar os sapatos, tratar da sua higiene pessoal e realizar tarefas domésticas requerem a conjugação de várias componentes da ApF como a força muscular, a capacidade aeróbia, o equilíbrio, a flexibilidade e a agilidade.

Todavia e apesar da potencial associação entre a AF e os benefícios positivos para a saúde e funcionalidade ser mais ou menos consensual na literatura (Haskell et al., 2007; Paffenbarger et al., 1986; Prohaska et al., 2006; Stewart, 2005; Vogel et al., 2009; Warburton et al., 2006), a maioria dos estudos é baseado em protocolos específicos de exercício físico (EF), sendo mais escassos os trabalhos que relacionem a actividade física diária não-formal com as alterações ao nível dos diferentes componentes da ApF e da composição corporal (CC).

Para além disso, a maioria dos estudos apresentam como limitação o facto de a AF não ser objectivamente avaliada, sendo, na globalidade dos casos, avaliada por intermédio de questionários. Embora esta seja uma metodologia razoavelmente validada (Bauman et al., 2006; Vanhees et al., 2005; Voorrips et al., 1991; Washburn et al., 1999) apresenta como principal lacuna a falta de precisão da informação quanto à intensidade da actividade, até porque a percepção do que é uma actividade “difícil” ou “fácil” dependerá do nível de tolerância e de aptidão do indivíduo, sendo que ambos são afectados pela idade (Shephard, 2003).

Adicionalmente, relativamente à CC, a maioria dos estudos utiliza métodos de avaliação menos sensíveis como sejam, o IMC para estimar a gordura corporal, subestimando, no caso dos idosos, a quantidade de gordura (Bemben, 1998) e mascarando a relação entre AF, CC e ApF.

Por fim, para além de serem mais diminutos os estudos que avaliem o efeito da AF diária sobre o sistema muscular esquelético, nomeadamente sobre a força muscular, a informação é, por vezes contraditória, existindo estudos que mostram o seu efeito na funcionalidade muscular (Westhoff et al., 2000) e

outros que não encontram uma relação directa causal entre a AF diária e a força muscular (Carvalho et al., 2010; Malliou et al., 2003). Entre outros, estes resultados contraditórios podem dever-se, pelo menos em parte, à metodologia utilizada para avaliar a força muscular na população idosa. Apesar da avaliação isocinética ser considerada como um dos métodos mais precisos para avaliação da força muscular (Carvalho et al., 2010; Carvalho et al., 2009; Malliou et al., 2003), os estudos que tenham usado esta metodologia e que analisem o efeito da AF diária na força muscular são mais escassos (Carvalho et al., 2010; Malliou et al., 2003).

Neste sentido, o objectivo deste estudo foi avaliar a contribuição relativa da AF diária objectivamente avaliada, na aptidão funcional, força isocinética e composição corporal de idosas residentes na comunidade.

Material e métodos

Amostra

Para a realização deste estudo a amostra inicial foi constituída por 80 idosas voluntárias, com idades compreendidas entre 60 e 85 anos ($67,69 \pm 5,30$). Para a participação dos indivíduos em estudo foram considerados os aspectos éticos referidos na Declaração de Helsínquia (2004), ou seja, após fornecida a cada indivíduo a descrição dos objectivos e finalidade do estudo, bem como o esclarecimento sobre a contribuição voluntária dessa participação, obteve-se o respectivo consentimento informado antes do estudo.

Na avaliação inicial, os participantes preencheram um questionário global de saúde no sentido de se observar as condições clínicas presentes e passadas, bem como, a medicação. Os critérios de inclusão da amostra considerados foram os seguintes: (i) ter idade acima de 65 (inclusive) anos; (ii) ser funcionalmente independente nas suas tarefas diárias; (iii) não apresentar manifestações clínicas severas de doenças crónicas ou medicação que pudessem comprometer o protocolo experimental, nomeadamente complicações severas a nível cardiovascular, muscular, metabólico e articular.

Foram excluídos do estudo os sujeitos cujo registo dos valores dos monitores de AF (ACL) não completaram pelo menos 3 dias durante a semana com o mínimo de 8 horas de monitorização. Assim, com base neste critério, das 80 idosas, foram excluídas 20. Sendo assim, dos 60 registos obtidos foram atribuídos 20 sujeitos para cada tercil, de acordo com os níveis de AF moderada: 1º tercil) pouco activos; 2º tercil) razoavelmente activos; 3º tercil) muito activos.

Na Tabela 1 são apresentadas as principais características da amostra.

Tabela 1 - Características gerais da amostra em função dos níveis de AF.

Variável	N	AF	Media±DP	Min	Max
Idade	20	1º Tercil	69,50±6,11	60	85
	20	2º Tercil	65,20±3,09	60	73
	20	3º Tercil	66,75±5,41	60	86
Altura	20	1º Tercil	1,51±0,75	1,43	1,76
	20	2º Tercil	1,56±0,71	1,45	1,75
	20	3º Tercil	1,57±0,09	1,44	1,70
Peso	20	1º Tercil	69,77±10,64	52,20	90,50
	20	2º Tercil	77,95±13,72	57,90	116,40
	20	3º Tercil	67,85±12,48	42,70	103,20

Valores médios e respectivos desvios-padrão (Média±DP); Idade (anos); Altura (m); Peso (kg); Diferenças entre tercils de Actividade Física Diária (Copeland & Eslinger, 2009).

Avaliações

Actividade Física: Para a avaliação da actividade física habitual foram utilizados acelerómetros (ACL) uniaxiais modelo *GT1M Actigraph* durante 7 dias seguidos, sendo seleccionados *epochs* de 1 minuto e excluídos os períodos com 60 minutos de zeros (inactividade) consecutivos (Freedson et al., 1998; Leenders et al., 2000). A programação e a descarga dos dados foram feitas com o *ActiLife Data Analysis Software*. Os dados foram analisados e tratados pelo *software* MAHUffe. Todas as idosas foram informadas acerca da utilidade dos aparelhos e também foi entregue uma folha de registo onde deveriam assinalar as horas em que colocavam ou retiravam o aparelho.

Os níveis de actividade foram expressos em counts.min⁻¹ (número de registos durante um minuto). Para calcular os tercis (1º tercil, ≤507,75 counts; 2º tercil, 507,75 – 752,08 counts; 3º tercil, ≥752,08 counts) de Actividade Física foram utilizados os pontos de corte para sujeitos idosos de Copeland and Eslinger (2009).

Antropometria e CC:

IMC: O peso, com aproximação às centésimas, foi avaliado com roupa leve e sem calçado, numa balança digital com estadiómetro acoplado (SECA®) para avaliação da estatura, medida entre o vertex e o plano de referência do solo. O IMC, expresso em kg/m² foi calculado através da fórmula *standard* [peso (kg) dividido pela altura² (m)]. Foram utilizados os valores de referência da Organização Mundial de Saúde (OMS) (OMS, 2001) para o IMC (peso normal entre 18,50 e 24,99 kg/m²; pré-obeso entre 25 e 29,99 kg/m²; Obeso classe I entre 30 e 34,99 kg/m²; Obeso classe II entre 35 e 39,99 kg/m²).

Massa Magra (MM), Percentagem de Massa Gorda (%MG) e Massa Gorda Total (MGT): Foi utilizado um *scan* corporal total para a avaliação e quantificação da composição corporal (massa magra corporal total - MM kg; a percentagem de massa gordas - %MG e a massa gordas corporal total - MGT kg) através do equipamento DXA (Hologic QDR - 4500®). Todos os sujeitos foram posicionados na posição dorsal e foram aplicados todos os procedimentos estandardizados para a avaliação (Afghani & Johnson, 2006; Heymsfield et al., 1990). O exame foi realizado por um técnico devidamente treinado, tendo sido realizada a calibragem do equipamento antes da testagem de acordo com as instruções do fabricante (Kohrt, 1995).

Aptidão funcional (ApF): Foi feita a avaliação da ApF utilizando a bateria de testes *Functional Fitness Test* (FFT) (Rikli & Jones, 1999) que foi desenvolvida para avaliar os principais parâmetros físicos associados à mobilidade funcional sendo constituída por 6 itens: força e resistência dos membros inferiores (levantar e sentar na cadeira-30-s *chair stand*), e dos membros superiores (flexão do antebraço - *Arm curl*), a flexibilidade inferior (sentado, alcançar os membros inferiores com as mãos - *Chair sit-and-reach*), e superior (alcançar atrás das costas com as mãos- *Back scratch*), mobilidade física, velocidade,

agilidade e equilíbrio dinâmico (levantar, caminhar 2,44m e voltar a sentar - *8-ft up-and-go*) e resistência aeróbia (dois minutos de *step* no mesmo lugar - *2 Minutes Step Test*).

Os testes foram realizados em forma de circuito na tentativa de minimizar os efeitos da fadiga localizada (Rikli & Jones, 2001). Antes do início dos testes todos os idosos fizeram exercícios de aquecimento durante 10 minutos, realizados no período da manhã e numa só sessão. Antes do ensaio, os participantes receberam instruções e uma demonstração de cada item. O desempenho das idosas nos referidos testes foi registado em fichas individuais por uma equipa de trabalho constituída por 6 indivíduos familiarizados com os protocolos de avaliação.

Força Isocinética: A avaliação da força isocinética dos músculos extensores e flexores do joelho foi realizada em ambos os membros inferiores, através de um dinamómetro (*Biodex System 2, NY, USA*) em duas velocidades distintas: 60°/seg. e 180°/seg.. A posição e o alinhamento das articulações do sujeito para a flexão/extensão do joelho foram executados seguindo os pressupostos das instruções do equipamento da *Biodex Medical System, Inc* (Wilk, 1991). Após as idosas estarem confortavelmente instaladas no aparelho, colocaram-se as bandas bem ajustadas ao nível do tronco, bacia e coxa de modo a ficarem bem estabilizados, delimitando o mais possível, o movimento à flexão e extensão do joelho.

O eixo de rotação do dinamómetro foi alinhado com o epicôndilo femoral e a carga de resistência foi colocada cerca de 2 centímetros acima do maléolo interno. A referência anatómica angular da articulação do joelho introduzida no dinamómetro foi obtida mediante a utilização de um goniómetro. Os possíveis erros introduzidos no torque pela força da gravidade foram corrigidos com base no peso do membro inferior a 0°/seg. e calculados pelo próprio *software* do equipamento.

Antes da realização do teste, as idosas realizaram um aquecimento estandardizado numa bicicleta ergométrica (Monark, Sweden) durante 5 minutos, a 60 rotações por minuto, utilizando para tal, uma carga correspondente a 2% do seu peso corporal. As idosas tiveram, ainda, um

período de habituação ao dinamómetro mediante a realização de 10 repetições submáximas de extensão/flexão do joelho às velocidades do teste, seguidas de um período de descanso de 2 minutos.

Para o teste, as idosas efectuaram cinco repetições máximas a 180°/seg. e três a 60°/seg. com um período de repouso de 2 minutos entre os testes. Para a avaliação da força máxima, foi requerida a totalidade do movimento do membro inferior desde a posição de flectido a 90° até à máxima extensão possível. As idosas foram informadas que tinham que exercer a força máxima tanto na extensão como na flexão do joelho. Durante o teste, todas as participantes foram verbalmente encorajadas para desenvolverem a sua força máxima, não tendo quaisquer “*feedbacks*” visuais. Foram considerados os seguintes parâmetros para os dois membros: Momento máximo (peak torque – N.m); Razão extensores/flexores, (isquiotibiais/quadríceps - %) que representa a razão entre o momento máximo da flexão e da extensão do joelho.

Análise estatística

De forma a garantir a normalidade da amostra, objectivando a utilização de testes paramétricos, foi necessária a verificação simultânea das seguintes condições: (1) que a variável dependente possuísse distribuição normal, sendo para tal realizado o teste de Kolmogorov-Smirnov, sendo esta normal; (2) que as variâncias populacionais se apresentassem homogéneas, o que foi confirmado com base no teste de Levene (Maroco, 2007).

Para cada variável dependente foi executado o procedimento estatístico *one-way* ANOVA para detectar diferenças entre os três tercís. Quando os rácios de F foram significativos, as comparações médias *post hoc* foram analisadas com o teste de Bonferroni para comparar as diferenças entre grupos. O nível de significância estatística foi mantida em $p < 0,05$ e todas as análises foram feitas recorrendo ao programa Statistical Package for the Social Sciences® (SPSS®), versão 19.0.

Resultados

Na tabela 2, são apresentados os valores da CC nos 3 diferentes tercís.

Tabela 2 - Valores da composição corporal (CC) em função dos níveis de AF.

Variável	N	AF	Média±DP	p	Min	Max
IMC (kg/m²)	20	1º Tercil	30,47±4,68		23,73	41,88
	20	2º Tercil	32,37±6,11**	0,014*	24,07	47,59
	20	3º Tercil	27,59±4,02**		20,59	40,82
MM (Kg)	20	1º Tercil	40,61±6,04		33,43	57,46
	20	2º Tercil	43,91±7,29	0,361	31,25	59,62
	20	3º Tercil	41,85±8,38		27,65	55,73
MGT (Kg)	20	1º Tercil	26,82±10,03		12,77	56,21
	20	2º Tercil	29,65±7,74	0,127	18,03	40,57
	20	3º Tercil	23,94±8,27		12,77	51,64
%MG (%)	20	1º Tercil	38,69±4,82		28,80	44,50
	20	2º Tercil	40,35±6,32**	0,029*	24,50	47,50
	20	3º Tercil	35,10±7,17**		18,20	48,50

Valores médios e respectivos desvios-padrão (Média±DP); IMC= Índice de massa corporal; MM = Massa Magra; MGT = Massa Gorda Total; %MG = % Massa Gorda. Valores de p: One-Way ANOVA; **Valores *post hoc* com diferenças significativas; Nível de Significância, p<0,05; Diferenças entre tercís de Actividade Física Diária (Copeland & Eslinger, 2009).

Assim, podemos verificar que existem diferenças estatisticamente significativas entre o 2º tercil e o 3º tercil relativamente ao IMC e %MG (p=0,029). Na MM e na MGT não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os tercís.

Na Tabela 3 apresentam-se os valores da ApF nos 3 diferentes tercís.

Tabela 3 - Valores da ApF em função dos níveis de AF

Variável	N	AF	Média±DP	p	Min	Max
FMS (nºrep)	20	1º Tercil	25,80±9,75	0,058	11,00	43,00
	20	2º Tercil	30,50±8,88		14,00	53,00
	20	3º Tercil	32,60±8,36		18,00	49,00
FMI (nºrep)	20	1º Tercil	20,55±5,73	0,073	8,00	31,00
	20	2º Tercil	21,75±7,33		12,00	36,00
	20	3º Tercil	25,10±5,93		15,00	33,00
FleS (cm)	20	1º Tercil	-11,55±9,04	0,744	-27,00	8,00
	20	2º Tercil	-10,65±10,69		-33,00	2,50
	20	3º Tercil	-13,15±11,30		-40,00	8,50
FleI (cm)	20	1º Tercil	4,43±6,70	0,201	-10,00	16,00
	20	2º Tercil	6,70±8,00		-14,00	20,50
	20	3º Tercil	9,32±10,44		-5,00	30,00
RA (min.)	20	1º Tercil	132,35±56,35	0,149	56,00	227,00
	20	2º Tercil	124,50±42,18		53,00	196,00
	20	3º Tercil	158,30±67,81		61,00	287,00
TUG (seg.)	20	1º Tercil	4,81±0,86	0,143	3,66	7,40
	20	2º Tercil	5,01±1,13		3,75	8,00
	20	3º Tercil	4,44±0,64		3,40	5,72

Valores médios e respectivos desvios-padrão (Media±DP); FMS = Força de membros superiores e FMI = inferiores; FleS = Flexibilidade dos membros superiores e FleI = inferiores; TUG = Agilidade e equilíbrio dinâmico. Valores de p: One-Way ANOVA; **Valores *post hoc* com diferenças significativas; Nível de Significância, p<0,05; Diferenças entre tercís de Actividade Física Diária (Copeland & Eslinger, 2009).

Da análise da referida tabela, podemos constatar que em nenhum dos componentes estudados foram encontradas diferenças significativas entre os tercís de AF.

Na tabela 4, apresentam-se os valores da força muscular isocinética na velocidade de 180º/seg. nos 3 tercís.

Tabela 4 - Valores da força muscular isocinética de ambos os membros inferiores na velocidade de 180° em função dos níveis de AF (Peak Torque, N.m; razão flexores/extensores, %).

Variável	N	AF	Média±DP	p	Min	Max
EJ180°PD (N.m)	20	1º Tercil	57,65±15,36	0,060	26,40	104,30
	20	2º Tercil	65,10±15,24		41,50	96,50
	20	3º Tercil	69,93±17,51		41,90	112,30
EJ180°PND (N.m)	20	1º Tercil	56,70±14,54	0,208	34,60	98,30
	20	2º Tercil	63,11±12,64		41,80	86,90
	20	3º Tercil	64,39±16,11		34,70	94,80
FJ180°PD (N.m)	20	1º Tercil	33,39±11,38**	0,051*	14,50	58,40
	20	2º Tercil	36,54±12,24		20,80	60,50
	20	3º Tercil	42,02±9,23**		23,70	59,00
FJ180°PND (N.m)	20	1º Tercil	35,08±9,88	0,363	18,00	52,80
	20	2º Tercil	36,68±9,83		21,40	59,30
	20	3º Tercil	39,68±11,08		22,60	66,00
F/EJ180°PD (%)	20	1º Tercil	58,03±14,24	0,290	29,00	86,00
	20	2º Tercil	54,85±11,76		36,20	77,80
	20	3º Tercil	61,20±11,73		43,80	88,60
F/EJ180°PND (%)	20	1º Tercil	62,48±12,25	0,426	46,00	87,60
	20	2º Tercil	58,03±9,24		39,20	73,20
	20	3º Tercil	62,45±14,78		43,00	93,70

Valores médios e respectivos desvios-padrão (Média±DP); EJ= Extensão do Joelho; FJ= Flexão do Joelho; F/EJ= Razão Flexão/Extensão do Joelho; PD= Perna Dominante; PND= Perna não Dominante; Min – valor mínimo; Max – valor máximo; Valores de p: One-Way ANOVA; **Valores *post hoc* com diferenças significativas; Nível de Significância, p<0,05; Diferenças entre tercís de Actividade Física Diária (Copeland & Eslinger, 2009).

Observando os tercís da AF no Quadro 4, verificamos que só na variável FJ180°PD existem diferenças estatisticamente significativas entre o 1º tercil e o 3º tercil.

Na tabela 5, apresentam-se igualmente os valores da força muscular isocinética nos 3 tercis mas na velocidade de 60^o/seg.

Tabela 5 - Valores da força muscular isocinética de ambos os membros inferiores na velocidade de 60^o em função dos níveis de AF (Peak Torque, N.m; razão flexores/extensores, %).

Variável	N	AF	Média±Dp	p	Min	Max
EJ60^oPD (N.m)	20	1 ^o Tercil	92,42±18,40	0,055	66,60	152,20
	20	2 ^o Tercil	103,32±21,40		57,30	144,90
	20	3 ^o Tercil	110,49±28,79		55,40	182,60
EJ60^oPND (N.m)	20	1 ^o Tercil	93,09±19,17	0,443	58,00	145,40
	20	2 ^o Tercil	99,89±18,09		64,10	134,80
	20	3 ^o Tercil	100,94±24,96		49,40	148,60
FJ60^oPD (N.m)	20	1 ^o Tercil	45,37±9,75**	0,020*	26,80	66,30
	20	2 ^o Tercil	50,07±12,15		26,40	69,90
	20	3 ^o Tercil	56,99±15,58**		31,00	81,40
FJ60^oPND (N.m)	20	1 ^o Tercil	49,36±12,77	0,301	33,70	92,90
	20	2 ^o Tercil	52,21±10,47		34,30	69,40
	20	3 ^o Tercil	55,67±14,66		29,30	83,40
F/EJ60^oPD (%)	20	1 ^o Tercil	49,38±7,84	0,332	31,70	64,40
	20	2 ^o Tercil	48,66±5,99		37,90	60,20
	20	3 ^o Tercil	51,84±7,23		40,10	68,10
F/EJ60^oPND (%)	20	1 ^o Tercil	53,25±7,78	0,450	40,50	66,60
	20	2 ^o Tercil	52,50±6,87		40,20	66,70
	20	3 ^o Tercil	55,74±10,27		36,20	80,00

Valores médios e respectivos desvios-padrão (Media±DP); EJ= Extensão do Joelho; FJ= Flexão do Joelho; F/EJ= Razão Flexão/Extensão do Joelho; PD= Perna Dominante; PND= Perna não Dominante; Min – valor mínimo; Max – valor máximo; Valores de p: One-Way ANOVA; **Valores *post hoc* com diferenças significativas; Nível de Significância, p<0,05; Diferenças entre tercis de Actividade Física Diária (Copeland & Eslinger, 2009).

Observando a tabela 5, verificamos que só a variável FJ60^oPN apresenta diferenças estatisticamente significativas entre o 1^o e o 3^o tercil.

Discussão

O presente estudo, pretendeu testar a contribuição relativa da actividade física diária objectivamente avaliada, na ApF, força isocinética e CC de idosas residentes na comunidade. Na CC, apenas o IMC e a %MG apresentam diferenças estatisticamente significativas, sendo significativamente mais baixos no 3º tercil (grupo das mais activas) comparativamente ao 2º tercil. Todavia, não foram encontradas diferenças significativas em nenhum dos componentes da ApF entre os 3 tercis de AF, sugerindo o não efeito da AF diária na funcionalidade global destas idosas. Relativamente à força isocinética só se verificaram diferenças estatisticamente significativas no movimento de flexão do joelho na perna dominante em ambas as velocidades estudadas (60º/seg, 180º/seg) entre o grupo das mais activas (3ª tercil) e das menos activas (1º tercil).

Observando a CC, deparamo-nos que os valores do IMC no 1º tercil (30,45Kg/m²) e no 2º tercil (32,37 Kg/m²) apresentam risco aumentado já que se situam no ponto de corte de obesidade grau 1, apresentando o 3º tercil (27,59 Kg/m²), risco moderado, correspondente ao ponto de corte da pré-obesidade. Entre os tercis, só se verificam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) entre o 2º tercil e o 3º tercil ($p = 0,011$), sugerindo que uma determinada quantidade de AFMV parece ser necessária para se observarem potenciais benefícios no IMC.

No entanto, apesar destas diferenças, este indicador, dadas as alterações com a idade no peso e altura dos sujeitos com alterações desfavoráveis da CC (Heiat et al., 2001; Wassertheil-Smoller et al., 2000), não deve ser utilizado de forma independente mas preferencialmente com outros indicadores mais precisos de avaliação da CC. Neste estudo, para além do IMC foi realizado um *scan* corporal total no DXA para avaliação da CC. Assim, quando observamos a %MG, continuamos a verificar a existência de diferenças estatisticamente significativas entre o 2º e o 3º percentil. Este resultado apresenta especial importância, pois para além da sua relação com um perfil mais desfavorável de saúde, em particular do que respeita às doenças cardiovasculares e metabólicas como a diabetes tipo 2 (Maggi et al., 2006), o excesso de massa

gorda é igualmente tido como um dos principais factores de declínio funcional (Apovian et al., 1996; Davison et al., 2002; Sternfeld et al., 2002; Visser, Harris, et al., 1998; Visser, Langlois, et al., 1998). Este facto é também, de certo modo, corroborado no nosso estudo na medida em que as idosas mais activas que apresenta um IMC mais baixo, são também aquelas que apresentam valores mais altos, ainda que estatisticamente não significativo, em termos de ApF.

Todavia, apesar destas diferenças em termos de %MG, nos valores da MM e MGT podemos verificar que não existem diferenças estatisticamente significativas entre os diferentes tercios de AF. Assim, de um modo geral, os nossos resultados sugerem que a AF diária não é suficiente para induzir alterações favoráveis em termos de MM e MGT, pelo menos nestas idosas residentes na comunidade. Nesta linha de ideias, Pedersen & Saltin (2006), referem que são necessários grandes volumes de treino, em particular de natureza aeróbia, com grande duração, sendo de pelo menos 60 minutos por dia para se observarem alterações na MGT e MM. Neste sentido, tem sido sugerido que os níveis de actividade com o objectivo de alterar favoravelmente estes indicadores de CC parecem ser maiores do que aqueles normalmente recomendados pelos *statements* e *guidelines* (Nelson et al., 2007; Pedersen & Saltin, 2006) já que, segundo a American Heart Association (AHA, 2001), mesmo os estudos mais controlados apresentam apenas modestas reduções na massa corporal (~2 a 3 kg).

Para além dos factores anteriormente referenciados, e apesar de controlado para diversas co-variáveis, a influência de outras variáveis confundidoras, tais como a variação genética, composição da dieta e factores socioculturais podem, pelo menos em parte, também explicar os nossos resultados.

É importante salientar que, para se ter sucesso no aumento da massa muscular, a exercitação necessita de ser acompanhada não apenas de uma adequada nutrição, particularmente no que se refere ao aporte proteico (Roubenoff et al., 2002) mas igualmente por um treino específico de reforço muscular (ACSM, 2009; Carvalho et al., 2004; Pedersen & Saltin, 2006) ao qual nenhuma das idosas da nossa amostra foi submetida. Assim, é possível que as diferenças na AF diária das idosas da nossa amostra razoavelmente activas e

saudáveis, não tenham sido suficientemente evidentes para que se observassem diferenças de MM e mesmo MGT entre elas.

Tal como referido anteriormente apesar da potencial relação entre % MG e funcionalidade, e apesar da tendência observada a favor das idosas mais activas, não foram observadas diferenças com significado estatístico entre os 3 tercís em nenhuma das componentes da ApF avaliadas pelo teste FFT (Rikli & Jones, 1999). Também aqui o princípio da sobrecarga e da especificidade do treino parece ser determinante no sentido de serem observadas adaptações fisiológicas e funcionais relevantes. É possível que, atendendo às características da amostra que engloba idosas inseridas no meio rural e como tal com razoáveis níveis de AF e de ApF, a sobrecarga apropriada passível de induzir melhorias na ApF não seja alcançada apenas com AFMV não-formais mas possivelmente só será conseguida pela manipulação de frequência, intensidade, duração e modalidade do exercício (McArdle et al., 2004).

Na realidade é importante considerar as características da amostra em termos de funcionalidade, que, tal como referido, poderão, pelo menos em parte justificar a ausência de diferenças significativas em alguns dos parâmetros por nós avaliados. Assim, tendo em conta que a idade geral das idosas que fazem parte dos tercís se situa entre os 65 e os 69 anos, correspondente ao 2º score (65 – 69) da tabela de avaliação da ApF do FFT (Rikli & Jones, 1999), verificamos que, por comparação com os valores normativos estabelecidos pelas autoras, todos os itens da ApF das nossas idosas estão dentro ou são inclusivamente superiores a esses valores. Por exemplo, os valores de flexibilidade inferior das nossas idosas são valores dentro dos valores recomendados ou inclusivamente superiores aos valores dos scores normativos da tabela FFT (-0,5 cm a +4,5 cm). De igual modo, tendo em conta os valores normais para a idade no teste da resistência aeróbia (73 -107 rep), verificamos que todos os tercís de AF da nossa amostra apresentam valores superiores. Para além disso, é possível observar que, embora estatisticamente não significativo, o grupo do 3º tercil é o que tem valores mais elevados de resistência aeróbia (158,30 rep).

Também, confrontando com os valores dos *scores* da tabela do FFT no teste de força dos membros superiores (12 a 18 rep), verificamos que em todos os tercís, as nossas idosas apresentam valores de força dos MS mais elevados do que o limite superior. De igual modo, os valores da força dos MI apresentam-se dentro ou superiores aos valores dos *scores* da tabela FFT (11 rep a 16 rep). Por fim, também no TUG, os valores dos tercís estão dentro dos *scores* recomendados (6,4 s – 4,8 s) exceptuando o 3º tercíl que consegue ter uma prestação melhor em comparação com o valor normativo. Assim, embora sem diferenças significativas, os valores do TUG apresentaram, no nosso estudo, uma tendência para aumentar com o aumento da AF não-formal, sendo os *scores* melhores no 3º tercíl (4,44 s) comparativamente com os demais. Esta tendência, porém não significativa, para melhores performances com o aumento da AF é igualmente observada nos valores de força dos MS e dos MI, ou seja, observa-se que os valores vão aumentando do 1º tercíl (MS -25,80 rep e MI - 20,65 rep) para o 2º tercíl (MS -30,50 rep e MI - 21,75 rep) e deste para o 3º tercíl (MS - 32,60 rep e MI - 25,10 rep). Apesar de não significativas as diferenças, este aspecto parece-nos digno de realce na medida em que a diminuição da força muscular, em particular dos MI, e da capacidade de controlo do equilíbrio nos idosos são, entre outros, dos principais factores de risco para a limitada mobilidade e para a ocorrência de quedas (Sihvonen et al., 2004). A manutenção e controlo da postura e equilíbrio são requisitos essenciais para a independência na realização de muitas actividades da vida diária (Pajala et al., 2004). Assim, podemos concluir que apesar de não existirem diferenças entre os tercís de AF, as idosas deste estudo parecem possuir um baixo risco de quedas pois apresentam uma média geral para realização do TUG inferior a 14 s (Shumway-Cook et al., 2000), bem como, apresentam valores superiores aos valores normativos em termos de força dos MI, em particular as idosas consideradas mais activas.

Assim, apesar do nosso estudo contrariar alguns dos estudos que referem que o aumento da ApF em idosos é conseguido pela adopção de um estilo de vida fisicamente activo (Hillsdon et al., 2005; McAuley et al., 2007; Visser et al., 2005; Wong et al., 2003), é possível que as características da nossa amostra, bem como, o reduzido número da mesma, justifiquem a ausência de diferenças

entre os tercis de AF. Neste sentido, os nossos dados, vem reforçar a ideia de que, em função das características dos idosos, é provavelmente necessário uma prática sistemática de EF, sendo que a especificidade e intensidade do treino poderão trazer aumentos significativos nos valores da ApF.

Relativamente à possível influência da AF diária nos níveis de força isocinética, verificamos que apenas foram observadas diferenças com significado estatístico na flexão do joelho em ambas as velocidades estudadas (60 e 180°/seg) entre o 1º tercil e o 3º tercil. Este facto poderá dever-se aos flexores serem os músculos menos solicitados no dia-a-dia, e como tal aqueles que para o mesmo estímulo apresentam maiores ganhos (maior “janela de adaptação”). Ou seja, é possível que as diferenças de AFMV entre o 1º e 3º tercil sejam suficientes para evidenciar as diferenças nos valores de força da flexão do joelho. Este resultado é importante na medida em que a avaliação da força dos membros inferiores pode ser um preditor importante da capacidade funcional dos idosos (Brandon et al., 2000; Ringsberg et al., 1999; Westhoff et al., 2000). Os músculos extensores e flexores do joelho desempenham um papel determinante na estabilidade corporal e na locomoção. O seu uso na marcha lenta e rápida (Kaneko et al., 1991), na subida de degraus (McFadyen & Winter, 1988) e no movimento de levantar da cadeira (Millington et al., 1992) tem sido bem documentado em estudos cinemáticos, de electromiografia e de análise cinética.

Por outro lado, olhando para os valores da razão isquiotibiais/quadríceps, podemos especular que as diferentes tarefas diárias executadas pelas nossas idosas mobilizam de igual forma ambos os grupos musculares justificando, assim, a ausência de diferenças entre os grupos estudados (Carvalho et al., 2003).

Assim, os nossos resultados revelam que a exercitação diária não tem um papel significativo na funcionalidade geral de mulheres idosas residentes na comunidade, sugerindo que a AF diária, por si só, não é suficiente para respeitar os princípios da sobrecarga e da especificidade nestas mulheres com razoáveis níveis de ApF. Deste modo, pressupomos que a melhoria da funcionalidade geral de mulheres idosas independentes e residentes na

comunidade só será conseguida com a aplicação de um programa de exercício que respeite os princípios básicos do treino.

No entanto, é importante destacar que este estudo encerra algumas limitações relevantes que podem condicionar a extrapolação dos nossos resultados. Por um lado, a nossa amostra foi composta por idosas voluntárias e independentes e residentes na comunidade e, portanto, em princípio com maiores níveis de ApF e de AF, não sendo possível a generalização dos dados à população idosa no geral, em particular àquela mais debilitada. Mais ainda, embora seja um método muito válido e fiável, as limitações de acelerometria também devem ser consideradas. Por exemplo, os acelerómetros não reflectem com precisão actividades como a natação, e fundamentalmente não avaliam com precisão a intensidade de actividades como subir um monte e/ou actividades que envolvam movimentos do corpo superior tais como jardinar, cultivar, entre outras, que são actividades frequentemente desenvolvidas por estas mulheres que vivem em meio rural. Ou seja, possivelmente os índices de AF detectados nas mulheres da nossa amostra foram subestimados uma vez que os acelerómetros por nós utilizados não são capazes de fornecer informações acerca do tipo de AF (Davis & Fox, 2007; Murphy, 2009; Welk, 2005). No entanto, apesar das limitações inerentes à utilização de acelerometria, parece-nos importante realçar que, no nosso estudo, foram utilizados os pontes de corte para idosos (Copeland & Eslinger, 2009). Por último, a dieta, não controlada no presente estudo, tem aqui um papel determinante (Rall & Roubenoff, 2004; Rydwick et al., 2008) pois não permite uma análise mais crítica sobre o efeito da dieta e da AF na CC.

Após análise e discussão dos resultados podemos concluir que as idosas mais activas apresentam menores valores de IMC e de %MG, não sendo no entanto observadas diferenças em termos de MM, MGT e de ApF geral nos tercis de AF. De igual modo, as idosas mais activas apresentam índices de força isocinética superiores às menos activas com particular evidência no movimento de flexão do joelho que é possivelmente aquele menos solicitado no dia-a-dia.

Bibliografia

- ACSM. (2009). American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*, 41(3), 687-708.
- Afghani, A., & Johnson, C. A. (2006). Resting blood pressure and bone mineral content are inversely related in overweight and obese Hispanic women. *Am J Hypertens*, 19(3), 286-292.
- AHA, A. H. A.-. (2001). Exercise Standards for Testing and Training: a statement for healthcare professionals from the american heart association. *Circulation*, 104, 1694-1740.
- Apovian, C. M., Frey, C. M., Rogers, J. Z., McDermott, E. A., & Jensen, G. L. (1996). Body mass index and physical function in obese older women. *J Am Geriatr Soc*, 44(12), 1487-1488.
- Bauman, A., Phongsavan, P., Schoeppe, S., & Owen, N. (2006). Physical activity measurement--a primer for health promotion. *Promot Educ*, 13(2), 92-103.
- Bemben, M. G. (1998). Age-related alterations in muscular endurance. *Sports Med*, 25(4), 259-269.
- Blair, S. N., LaMonte, M. J., & Nichaman, M. Z. (2004). The evolution of physical activity recommendations: how much is enough? *Am J Clin Nutr*, 79(5), 913S-920S.
- Blew, R. M., Sardinha, L. B., Milliken, L. A., Teixeira, P. J., Going, S. B., Ferreira, D. L., Harris, M. M., Houtkooper, L. B., & Lohman, T. G. (2002). Assessing the validity of body mass index standards in early postmenopausal women. *Obes Res*, 10(8), 799-808.
- Bohannon, R. W. (1997). Comfortable and maximum walking speed of adults aged 20-79 years: reference values and determinants. *Age Ageing*, 26(1), 15-19.
- Brandon, L. J., Boyette, L. W., Gaasch, D. A., & Lloyd, A. (2000). Effects of lower extremity strength training on functional mobility in older adults. *J Aging Phys Act*(8), 214-227.
- Carvalho, J., Marques, E., Soares, J. M., & Mota, J. (2010). Isokinetic strength benefits after 24 weeks of multicomponent exercise training and a combined exercise training in older adults. *Aging Clin Exp Res*.
- Carvalho, J., Oliveira, J., Magalhães, J., Ascensão, A., Mota, J., & Soares, J. M. C. (2003). Efeito de um programa de treino em idosos: Comparação da avaliação isocinética e isotônica. *Rev. Paul. Educ. Fís., São Paulo*, 17(1), 74-84.
- Carvalho, J., Oliveira, J., Magalhães, J., Ascensão, A., Mota, J., & Soares, J. M. C. (2004). Força muscular em idosos I: Será o treino generalizado suficientemente intenso para promover o aumento da força muscular em idosos de ambos os sexos. *Rev Port Cien Desp*, 4(1), 51-57.
- Carvalho, M. J., Marques, E., & Mota, J. (2009). Training and detraining effects on functional fitness after a multicomponent training in older women. *Gerontology*, 55(1), 41-48.
- Copeland, J. L., & Esliger, D. W. (2009). Accelerometer assessment of physical activity in active, healthy older adults. *J Aging Phys Act*, 17(1), 17-30.

- Cousins, S. O. B. (2000). "My Heart Couldn't Take It": Older Women's Beliefs About Exercise Benefits and Risks. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci*, 55(5), P283-294.
- Daley, M. J., & Spinks, W. L. (2000). Exercise, mobility and aging. *Sports Med*, 29(1), 1-12.
- Davis, M. G., & Fox, K. R. (2007). Physical activity patterns assessed by accelerometry in older people. *Eur J Appl Physiol*, 100(5), 581-589.
- Davison, K. K., Ford, E. S., Cogswell, M. E., & Dietz, W. H. (2002). Percentage of body fat and body mass index are associated with mobility limitations in people aged 70 and older from NHANES III. *J Am Geriatr Soc*, 50(11), 1802-1809.
- Freedson, P. S., Melanson, E., & Sirard, J. (1998). Calibration of the Computer Science and Applications, Inc. accelerometer. *Med Sci Sports Exerc*, 30(5), 777-781.
- Guralnik, J. M., Ferrucci, L., Simonsick, E. M., Salive, M. E., & Wallace, R. B. (1995). Lower-extremity function in persons over the age of 70 years as a predictor of subsequent disability. *N Engl J Med*, 332(9), 556-561.
- Haskell, W. L., Lee, I. M., Pate, R. R., Powell, K. E., Blair, S. N., Franklin, B. A., Macera, C. A., Heath, G. W., Thompson, P. D., & Bauman, A. (2007). Physical Activity and Public Health: Updated Recommendation for Adults From the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *ACSM/AHA Circulation*, 116(9), 1081-1093.
- Heiat, A., Vaccarino, V., & Krumholz, H. M. (2001). An evidence-based assessment of federal guidelines for overweight and obesity as they apply to elderly persons. *Arch Intern Med*, 161(9), 1194-1203.
- Heymsfield, S. B., Smith, R., Aulet, M., Bensen, B., Lichtman, S., Wang, J., & Pierson, R. N., Jr. (1990). Appendicular skeletal muscle mass: measurement by dual-photon absorptiometry. *Am J Clin Nutr*, 52(2), 214-218.
- Hillsdon, M. M., Brunner, E. J., Guralnik, J. M., & Marmot, M. G. (2005). Prospective study of physical activity and physical function in early old age. *Am J Prev Med*, 28(3), 245-250.
- Kamel, H. K. (2003). Sarcopenia and aging. *Nutr Rev*, 61(5 Pt 1), 157-167.
- Kaneko, M., Morimoto, Y., Kimura, M., Fuchimoto, K., & Fuchimoto, T. (1991). A kinematic analysis of walking and physical fitness testing in elderly women. *Can J Sport Sci*, 16(3), 223-228.
- Kohrt, W. M. (1995). Body composition by DXA: tried and true? *Med Sci Sports Exerc*, 27(10), 1349-1353.
- Kyle, U. G., Genton, L., Hans, D., Karsegard, V. L., Michel, J. P., Slosman, D. O., & Pichard, C. (2001). Total body mass, fat mass, fat-free mass, and skeletal muscle in older people: cross-sectional differences in 60-year-old persons. *J Am Geriatr Soc*, 49(12), 1633-1640.
- Leenders, N. Y. M., Sherman, W. M., & Nagaraja, H. N. (2000). Comparisons of four methods of estimating physical activity in adult women. *Med Sci Sports Exerc*, 32(7), 1320-1326.
- Leitzmann, M. F., Park, Y., Blair, A., Ballard-Barbash, R., Mouw, T., Hollenbeck, A. R., & Schatzkin, A. (2007). Physical activity recommendations and decreased risk of mortality. *Arch Intern Med*, 167(22), 2453-2460.
- Maggi, S., Noale, M., Gallina, P., Bianchi, D., Marzari, C., Limongi, F., & Crepaldi, G. (2006). Metabolic syndrome, diabetes, and cardiovascular

- disease in an elderly Caucasian cohort: the Italian Longitudinal Study on Aging. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 61(5), 505-510.
- Malliou, P., Fatouros, I., Beneka, A., Gioftsidou, A., Zissi, V., Godolias, G., & Fotinakis, P. (2003). Different training programs for improving muscular performance in healthy inactive elderly. *Isokinet Exerc Sci*, 11(4), 189-195.
- Maroco, J. (2007). Análise estatística - Com utilização do SPSS. *Edição Sílabo, Lda. Lisboa*.
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2004). Exercise physiology: energy, nutrition and human performance. 5. ed. *Baltimore: Lippincot Williams & Wilkins*, 162, 202, 235.
- McAuley, E., Morris, K. S., Doerksen, S. E., Motl, R. W., Liang, H., White, S. M., Wojcicki, T. R., & Rosengren, K. (2007). Effects of change in physical activity on physical function limitations in older women: mediating roles of physical function performance and self-efficacy. *J Am Geriatr Soc*, 55(12), 1967-1973.
- McFadyen, B. J., & Winter, D. A. (1988). An integrated biomechanical analysis of normal stair ascent and descent. *J Biomech*, 21(9), 733-744.
- McGill, T. M., Williams, C. S., & Tinetti, M. E. (1995). Assessing risk for the onset of functional dependence among older adults - The role of physical performance. *J Am Geriatr Soc*, 43(10), 1172-1172.
- Millington, P. J., Myklebust, B. M., & Shambes, G. M. (1992). Biomechanical analysis of the sit-to-stand motion in elderly persons. *Arch Phys Med Rehabil*, 73(7), 609-617.
- Morley, J. E., Kim, M. J., Haren, M. T., Kevorkian, R., & Banks, W. A. (2005). Frailty and the aging male. *Aging Male*, 8(3-4), 135-140.
- Murphy, S. L. (2009). Review of physical activity measurement using accelerometers in older adults: considerations for research design and conduct. *Prev Med*, 48(2), 108-114.
- Nelson, M. E., Rejeski, W. J., Blair, S. N., Duncan, P. W., Judge, J. O., King, A. C., Macera, C. A., & Castaneda-Sceppa, C. (2007). Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc*, 39(8), 1435-1445.
- OMS. (2001). Organização Mundial de Saúde. The world health report. Geneva.
- Paffenbarger, R. S., Jr., Hyde, R. T., Hsieh, C. C., & Wing, A. L. (1986). Physical activity, other life-style patterns, cardiovascular disease and longevity. *Acta Med Scand Suppl*, 711, 85-91.
- Pajala, S., Era, P., Koskenvuo, M., Kaprio, J., Tolvanen, A., Heikkinen, E., Tiainen, K., & Rantanen, T. (2004). Contribution of genetic and environmental effects to postural balance in older female twins. *J Appl Physiol*, 96(1), 308-315.
- Pedersen, B. K., & Saltin, B. (2006). Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease. *Scand J Med Sci Sports*, 16 Suppl 1, 3-63.
- Portegijs, E., Sipila, S., Pajala, S., Lamb, S. E., Alen, M., Kaprio, J., Kosekenvuo, M., & Rantanen, T. (2006). Asymmetrical lower extremity power deficit as a risk factor for injurious falls in healthy older women. *J Am Geriatr Soc*, 54(3), 551-553.

- Prentice, A. M., & Jebb, S. A. (2001). Beyond body mass index. *Obes Rev*, 2(3), 141-147.
- Prohaska, T., Belansky, E., Belza, B., Buchner, D., Marshall, V., McTigue, K., Satariano, W., & Wilcox, S. (2006). Physical activity, public health, and aging: critical issues and research priorities. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci*, 61(5), S267-273.
- Rall, L. C., & Roubenoff, R. (2004). Rheumatoid cachexia: metabolic abnormalities, mechanisms and interventions. *Rheumat (Oxf)*, 43(10), 1219-1223.
- Rantanen, T., Guralnik, J. M., Sakari-Rantala, R., Leveille, S., Simonsick, E. M., Ling, S., & Fried, L. P. (1999). Disability, physical activity, and muscle strength in older women: the Women's Health and Aging Study. *Arch Phys Med Rehabil*, 80(2), 130-135.
- Rikli, R. E., & Jones, C. J. (1999). Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. *J Aging Phys Act*, 7(2), 129-161.
- Rikli, R. E., & Jones, J. J. (2001). Senior Fitness Test Manual. *Champaign IL: Human Kinetics*.
- Ringsberg, K., Gerdhem, P., Johansson, J., & Obrant, K. J. (1999). Is there a relationship between balance, gait performance and muscular strength in 75-year-old women? *Age Ageing*, 28(3), 289-293.
- Roubenoff, R., Walsmith, J., Lundgren, N., Snyderman, L., Dolnikowski, G. J., & Roberts, S. (2002). Low physical activity reduces total energy expenditure in women with rheumatoid arthritis: implications for dietary intake recommendations. *Am J Clin Nutr*, 76(4), 774-779.
- Rydwik, E., Lammes, E., Frandin, K., & Akner, G. (2008). Effects of a physical and nutritional intervention program for frail elderly people over age 75. A randomized controlled pilot treatment trial. *Aging Clin Exp Res*, 20(2), 159-170.
- Shephard, R. J. (2003). Limits to the measurement of habitual physical activity by questionnaires. *Br J Sports Med*, 37(3), 197-206; discussion 206.
- Shumway-Cook, A., Brauer, S., & Woollacott, M. (2000). Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test. *Phys Ther*, 80(9), 896-903.
- Sihvonen, S. E., Sipila, S., & Era, P. A. (2004). Changes in postural balance in frail elderly women during a 4-week visual feedback training: a randomized controlled trial. *Gerontology*, 50(2), 87-95.
- Singh, M. A. (2002). Exercise comes of age: rationale and recommendations for a geriatric exercise prescription. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 57(5), M262-282.
- Sternfeld, B., Ngo, L., Satariano, W. A., & Tager, I. B. (2002). Associations of body composition with physical performance and self-reported functional limitation in elderly men and women. *Am J Epidemiol*, 156(2), 110-121.
- Stewart, K. J. (2005). Physical activity and aging. *Ann N Y Acad Sci*, 1055, 193-206.
- Takeshima, N., Rogers, N. L., Rogers, M. E., Islam, M. M., Koizumi, D., & Lee, S. (2007). Functional fitness gain varies in older adults depending on exercise mode. *Med Sci Sports Exerc*, 39(11), 2036-2043.

- Toth, M. J., Beckett, T., & Poehlman, E. T. (1999). Physical activity and the progressive change in body composition with aging: current evidence and research issues. *Med Sci Sports Exerc*, 31(11 Suppl), S590-596.
- van der Bij, A. K., Laurant, M. G., & Wensing, M. (2002). Effectiveness of physical activity interventions for older adults: a review. *Am J Prev Med*, 22(2), 120-133.
- Vanhees, L., Lefevre, J., Philippaerts, R., Martens, M., Huygens, W., Troosters, T., & Beunen, G. (2005). How to assess physical activity? How to assess physical fitness? *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*, 12(2), 102-114.
- Visser, M., Harris, T. B., Langlois, J., Hannan, M. T., Roubenoff, R., Felson, D. T., Wilson, P. W., & Kiel, D. P. (1998). Body fat and skeletal muscle mass in relation to physical disability in very old men and women of the Framingham Heart Study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 53(3), M214-221.
- Visser, M., Langlois, J., Guralnik, J. M., Cauley, J. A., Kronmal, R. A., Robbins, J., Williamson, J. D., & Harris, T. B. (1998). High body fatness, but not low fat-free mass, predicts disability in older men and women: the Cardiovascular Health Study. *Am J Clin Nutr*, 68(3), 584-590.
- Visser, M., Simonsick, E. M., Colbert, L. H., Brach, J., Rubin, S. M., Kritchevsky, S. B., Newman, A. B., & Harris, T. B. (2005). Type and intensity of activity and risk of mobility limitation: the mediating role of muscle parameters. *J Am Geriatr Soc*, 53(5), 762-770.
- Vogel, T., Brechat, P. H., Lepretre, P. M., Kaltenbach, G., Berthel, M., & Lonsdorfer, J. (2009). Health benefits of physical activity in older patients: a review. *Int J Clin Pract*, 63(2), 303-320.
- Voorrips, L. E., Ravelli, A. C., Dongelmans, P. C., Deurenberg, P., & Van Staveren, W. A. (1991). A physical activity questionnaire for the elderly. *Med Sci Sports Exerc*, 23(8), 974-979.
- Warburton, D. E., Nicol, C. W., & Bredin, S. S. (2006). Health benefits of physical activity: the evidence. *CMAJ*, 174(6), 801-809.
- Washburn, R. A., McAuley, E., Katula, J., Mihalko, S. L., & Boileau, R. A. (1999). The physical activity scale for the elderly (PASE): evidence for validity. *J Clin Epidemiol*, 52(7), 643-651.
- Wassertheil-Smoller, S., Fann, C., Allman, R. M., Black, H. R., Camel, G. H., Davis, B., Masaki, K., Pressel, S., Prineas, R. J., Stamler, J., & Vogt, T. M. (2000). Relation of low body mass to death and stroke in the systolic hypertension in the elderly program. The SHEP Cooperative Research Group. *Arch Intern Med*, 160(4), 494-500.
- Welk, G. J. (2005). Principles of design and analyses for the calibration of accelerometry-based activity monitors. *Med Sci Sports Exerc*, 37(11 Suppl), S501-511.
- Westhoff, M., Stemmerik, L., & Boshuizen, H. (2000). Effects of a low-intensity strength training program on knee-extensor strength and functional ability of frail older people. *JAPA*(8), 325-342.
- Wilk, K. (1991). Isokinetic Testing – Setup and Positioning. In Biodex System II Manual, Applications/Operations *Biodex Medical System, Inc, New York, USA*.
- Wolfson, L. (2001). Gait and balance dysfunction: a model of the interaction of age and disease. *Neuroscientist*, 7(2), 178-183.

- Wong, C. H., Wong, S. F., Pang, W. S., Azizah, M. Y., & Dass, M. J. (2003). Habitual walking and its correlation to better physical function: implications for prevention of physical disability in older persons. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 58(6), 555-560.
- Zamboni, M., Mazzali, G., Zoico, E., Harris, T. B., Meigs, J. B., Di Francesco, V., Fantin, F., Bissoli, L., & Bosello, O. (2005). Health consequences of obesity in the elderly: a review of four unresolved questions. *Int J Obes (Lond)*, 29(9), 1011-1029.

CAPÍTULO 5 – ESTUDO II

Modelo estrutural de análise do medo de cair relacionando a força muscular, equilíbrio e densidade mineral óssea em idosas independentes.

Resumo

Objectivo: O objectivo desta pesquisa foi desenvolver um modelo teórico de análise do medo de cair em mulheres idosas com base em parâmetros de densidade mineral óssea (DMO), força muscular, equilíbrio dinâmico e estático, utilizando a modelagem de equações estruturais.

Material e Métodos: A amostra foi constituída por 41 idosas voluntárias, com idades compreendidas entre 60 e 85 anos ($67,69 \pm 5,30$). A avaliação da força dos músculos extensores e flexores do joelho foi realizada no membro inferior dominante, através de um dinamómetro isocinético (Biodex System 2, NY, USA) numa velocidade de 60°/seg.. A avaliação da DMO foi efectuada através de um *scan* corporal total com o equipamento DXA (Hologic QDR - 4500®). Para a avaliação do equilíbrio dinâmico usamos o teste *Timed Get-Up-and-Go* e para a avaliação de equilíbrio estático foi utilizado o *Software* de análise postural (SAPo). O “Falls Efficacy Scale” foi empregue para a avaliação do medo de cair. Foram calculadas a estatística descritiva (máximo, mínimo, média e um desvio padrão) de todas as variáveis. Os coeficientes de correlação de Pearson foram estimados entre todas as variáveis. A significância estatística foi fixada em $p \leq 0,05$. A análise das trajectórias foi realizada com a estimativa através da regressão linear e dos coeficientes padronizados entre as variáveis exógenas e endógenas. Todos os pressupostos para realizar a análise do caminho de fluxo foram tidas em consideração. Quando apropriada, de acordo com o modelo teórico, a regressão linear simples ou modelos múltiplos foram calculados. Foram considerados os coeficientes de regressão padronizados (β). O nível de significância de cada β foi avaliado com o teste *t de Student* ($p \leq 0,05$). A quantificação que reflecte a variância que não é explicável pela variável endógena foi de $1-R^2$. A raiz quadrada média dos resíduos (SRMR) foi calculada para medir a qualidade do ajuste do modelo.

Resultados: O modelo teórico de análise do medo de cair em idosos com base em parâmetros de DMO, força muscular e equilíbrio dinâmico e estático, utilizando a modelagem de equações estruturais, dá uma previsão de 34% de influência no medo de cair. Como conclusão, o modelo teórico de análise baseado em variáveis de DMO, força muscular e equilíbrio dinâmico e estático, de acordo com as relações sugeridas, parece ser satisfatório para explicar o medo de cair em idosos, onde melhores níveis de força muscular, DMO e de equilíbrio corporal tendem a diminuir o medo de cair. No entanto, o modelo deve ser ampliado, incluindo outras variáveis para aumentar o nível de previsão e mostrar uma compreensão mais profunda sobre o medo de cair em idosos.

Abstract

Objective: The aim of this study was to develop a plausible model concerning the fear of falling among older women based on bone mineral density (BMD), muscle strength and dynamic and static balance parameters using structural equation modelling. **Methods:** The initial sample consisted of 41 elderly female volunteers aged between 60 and 85 years (67.69 ± 5.30). The knee extensor and flexor strength was evaluated in the right lower limb using a isokinetic dynamometer (Biodex System 2, NY, USA) at $60^\circ / \text{se c.}$. The evaluation and quantification of BMD was made through a total body scan with the DXA equipment (Hologic QDR - 4500 ®). The assessment of the dynamic balance was evaluated by Timed Get-Up-and-Go test and static balance was assessed with the postural analysis software (SAPo). For the assessment of fear of falling, the Falls Efficacy Scale was used. Descriptive statistics (minimum, maximum, mean and standard deviation) from all variables were calculated. Pearson correlation coefficients were computed between all variables. The statistical significance was set at $p \leq .05$. Path-flow analysis was performed with the estimation of linear regression standardized coefficients between the exogenous and endogenous variables. All assumptions to perform the path-flow analysis were taken into account. When appropriate, according to the theoretical model, simple or multiple linear regression analysis were computed. Standardized regression coefficients (β) were considered. The effect size of the disturbance term, reflecting unmeasured variables, for a given endogenous variable, was $1-R^2$. To measure the quality of the model, the standardized root mean square residuals (SRMR) was computed. Significance of each β was assessed with the Student's t test ($p \leq .05$). **Results:** The structural equation model concerning the fear of falling among older women based on BMD, muscle strength and dynamic and static balance parameters gives an estimated 34% of influence on fear of falling. As a conclusion, the model based on variables of BMD, muscle strength and static and dynamic balance, according to the relationships suggested, seems to be appropriate to explain the fear of falling in the elderly women according to the model, where improved levels of muscle strength, BMD and body balance tend to reduce fear of falling. However, the model must include other variables in order to increase the level of prediction and show a deeper understanding of the fear of falling in the elderly.

Introdução

As quedas são um problema de saúde pública que podem originar lesões graves e complicações como o desuso, a dependência funcional por aceleração da incapacidade e diminuição da qualidade de vida no idoso (Fuller, 2000; Tinetti et al., 1995; Voermans et al., 2007).

As quedas não resultam de uma única causa; pelo contrário, a sua etiologia é multifactorial, destacando-se factores intrínsecos (relacionados ao indivíduo) e extrínsecos (relacionados ao meio ambiente), bem como, aqueles relacionados ao comportamento (Chang et al., 2004; Rubenstein, 2006). Entre outros, a diminuição da força muscular, mais pronunciada nas mulheres e nos membros inferiores (Daley & Spinks, 2000; Sainio et al., 2006), e do equilíbrio tem sido identificados como importantes factores de risco para as quedas em idosos (Fuller, 2000; Rubenstein, 2006; Tinetti et al., 1995). Assim, a fraqueza e a atrofia musculares, bem como a diminuição do equilíbrio, são, provavelmente, dos parâmetros funcionais mais relevantes nesta população idosa feminina que importa reverter através do exercício físico.

A problemática das quedas é particularmente determinante na população idosa do sexo feminino na medida em que, para além da sua maior prevalência, são as mulheres idosas que apresentam uma menor densidade mineral óssea (DMO) e como tal uma maior probabilidade de fractura (Fabricio et al., 2004). As perdas extremas na DMO podem resultar em osteoporose, que é definida como uma doença óssea metabólica caracterizada pela redução da massa óssea e pela deterioração da microarquitECTURA do tecido ósseo que resulta na redução da resistência óssea e num aumento da susceptibilidade à fractura (WHO, 2003). Alterações hormonais, em particular a insuficiência estrogénica e vários factores de estilo de vida, são responsáveis pelo aumento do risco de se desenvolver osteoporose nas mulheres (Cooper et al., 1995). Neste sentido, a idade avançada, o sexo feminino, a baixa capacidade física e a inactividade física, entre outros, parecem ser factores de risco importantes associados tanto com o desenvolvimento de osteoporose quanto com fracturas ósseas em mulheres idosas (WHO, 2003).

Para além de terem consequências físicas e funcionais, as quedas e consequentes fracturas podem ter consequências psicológicas e sociais, como a ansiedade, depressão e o medo de cair devido ao temor de novas quedas, que, por seu lado, induzem à auto-restricção da actividade física e à consequente perda da autonomia (Roe et al., 2008). Estas perdas induzem, assim, um ciclo vicioso negativo na medida em que a restricção das actividades conduz à diminuição da capacidade funcional, nomeadamente da força muscular dos membros inferiores e do equilíbrio que, por sua vez, exacerbam o medo de cair, a dependência e o isolamento social (Yuaso & Sguizzatto, 1996).

Assim, tendo por base o conjunto destes argumentos existentes na literatura consultada, de modo a melhor intervir para atenuar esta problemática da vida do idoso, em particular da mulher idosa, parece ser pertinente confirmar as relações que se estabelecem entre a DMO, a força muscular e o equilíbrio dinâmico e estático que parecem concorrer/determinar a maior prevalência do medo de cair.

O objectivo desta pesquisa foi desenvolver um modelo teórico de análise do medo de cair em mulheres idosas com base em parâmetros de DMO, força muscular e equilíbrio dinâmico e estático, utilizando a modelação de equações estruturais (análise de trajectórias).

Material e métodos

Amostra

Foram avaliadas 41 idosas voluntárias, com idades compreendidas entre os 60 e os 85 anos ($67,69 \pm 5,30$ anos). Para a participação dos indivíduos em estudo foram considerados os aspectos éticos referidos na Declaração de Helsínquia (2004), ou seja, após fornecida a cada indivíduo a descrição dos objectivos e finalidade do estudo, bem como o esclarecimento sobre a contribuição voluntária dessa participação, obteve-se o respectivo consentimento informado antes do estudo.

Foram considerados os seguintes critérios de inclusão (i) possuir idade acima de 65 (inclusive) anos; (ii) ser funcionalmente independente; (iii) não apresentar

manifestações clínicas severas de doenças crônicas ou medicação que pudessem comprometer o protocolo experimental.

As principais características da amostra são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Características físicas da amostra (n=41).

	Média	± DP	Min	Max
Idade [anos]	67,69	± 5,30	60	84
Estatura [m]	1,55	± 0,08	1,43	1,76
Massa corporal [kg]	72,44	± 14,52	41,70	116,40
IMC [kg/m ²]	30,05	± 5,65	20,1	47,59

Avaliações

Densidade mineral óssea (DMO): Foi utilizado um *scan* corporal total para a avaliação e quantificação da DMO através do equipamento DXA (Hologic QDR - 4500®). Todos os sujeitos foram posicionados na posição dorsal e foram aplicados todos os procedimentos standardizados para a avaliação (Afghani & Johnson, 2006; Heymsfield et al., 1990). A DMO, foi expressa em valores relativos em *T-score* (<-1 DP) segundo os critérios da OMS (WHO, 1994). O exame foi realizado por um técnico devidamente treinado, tendo sido realizada a calibragem do equipamento antes da testagem de acordo com as instruções do fabricante.

Força Isocinética: A avaliação da força isocinética dos músculos extensores e flexores do joelho foi realizada no membro inferior direito, através de um dinamómetro (*Biodex System 2, NY, USA*) à velocidade de 60°/seg. Antes da realização do teste, as idosas realizaram um aquecimento standardizado numa bicicleta ergométrica (Monark, Sweden) durante 5 minutos, a 60 rotações por minuto, utilizando para tal, uma carga correspondente a 2% do seu peso corporal. A posição e o alinhamento das articulações para a flexão/extensão do joelho foram executados seguindo os pressupostos das instruções do equipamento da *Biodex Medical System, Inc* (Wilk, 1991). Após as idosas estarem confortavelmente instaladas no aparelho, colocaram-se as bandas bem ajustadas ao nível do tronco, bacia e coxa de modo a ficarem bem

estabilizados, delimitando o mais possível, o movimento à flexão e extensão do joelho. O eixo de rotação do dinamómetro foi alinhado com o epicôndilo femoral e a carga de resistência foi colocada cerca de 2 centímetros acima do maléolo interno. A referência anatómica angular da articulação do joelho introduzida no dinamómetro foi obtida mediante a utilização de um goniómetro. Os possíveis erros introduzidos no torque pela força da gravidade foram corrigidos com base no peso do membro inferior a 0º/seg. e calculados pelo próprio “software” do equipamento. As idosas tiveram, ainda, um período de habituação ao dinamómetro mediante a realização de 10 repetições submáximas de extensão/flexão do joelho às velocidades do teste, seguidas de um período de descanso de 2 minutos. Para o teste, as idosas efectuaram três repetições a 60º/seg.. Para a avaliação da força máxima, foi requerida a totalidade do movimento do membro inferior desde a posição de flectido a 90º até à máxima extensão possível. Durante o teste, todas as participantes foram verbalmente encorajadas para desenvolverem a sua força máxima, não tendo quaisquer “feedbacks” visuais. Não encontramos nenhum estudo que tenha calculado o ponte de corte para o teste isocinético para a população idosa.

Avaliação do equilíbrio dinâmico: Foi feita a avaliação do teste equilíbrio dinâmico (levantar, caminhar 2,44m e voltar a sentar – *Timed Get-Up-and-Go* (TUG)) da bateria de testes do *Functional Fitness Test* (FFT) (Rikli & Jones, 1999). O teste foi realizado com as idosas completamente sentadas na cadeira, com as costas direitas, pés bem assentes no chão, e um pé ligeiramente à frente do outro, e com as mãos nas coxas. Para além da tentativa de prática antes do teste, foram efectuados dois ensaios, tendo-se registado o melhor resultado medido com aproximação aos 0,1 segundos. Para o TUG foi utilizado o ponte de corte proposto por Shumway-Cook et al. (2000). Assim, com tempo > 13,50 seg considerou-se a existência de risco elevado de quedas para os idosos da comunidade.

Avaliação de equilíbrio estático: A avaliação postural foi efectuada com recurso a uma técnica de fotogrametria computacional (SAPo, v. 0.86, Universidade de São Paulo, Brasil) como descrito e validado por Sacco et al. (2007). As idosas foram fotografadas nos planos sagital direito e esquerdo, frontal anterior e posterior na posição ortostática, com uma câmara digital com uma resolução

fotográfica de 10,1 Megapixéis (Exilim, EX-Z29, Casio, Tóquio, Japão). A máquina fotográfica estava posicionada paralela ao solo, a uma distância de 2,0 m do avaliado, sobre um tripé nivelado a uma altura de 0,80 m. Foi requerida a menor quantidade possível de roupa para facilitar a identificação e marcação das várias estruturas anatómicas. A análise postural foi efectuada adoptando o protocolo *standard* do *software* para marcação dos pontos anatómicos (nove no plano sagital direito, nove no plano sagital esquerdo, dezoito no plano frontal anterior e nove no plano frontal posterior) como sugerido por Ferreira et al. (2010). Foi avaliada a assimetria da projecção do centro de gravidade no plano sagital e frontal. Para calcular a assimetria do Centro de Massa (CM) utilizamos as seguintes equações:

$$\text{CM} \curvearrowright (X_{\text{CM}}, Y_{\text{CM}})$$

Onde,

$$X_{\text{CM}} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot m_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$$

e,

$$Y_{\text{CM}} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \cdot m_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$$

Logo,

$$R_{\text{CM}} = \sqrt{\left(\frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot m_i}{\sum_{i=1}^n m_i} \right)^2 + \left(\frac{\sum_{i=1}^n y_i \cdot m_i}{\sum_{i=1}^n m_i} \right)^2}$$

Já que,

$$R_{\text{CM}} = \sqrt{X_{\text{CM}}^2 + Y_{\text{CM}}^2}$$

Onde R_{CM} é a soma vectorial de X_{CM} com Y_{CM} .

Equação 1

Não foram considerados pontos de corte para esta análise já que não foram encontrados, segundo o nosso conhecimento, dados para a população sénior ou qualquer outra. Contudo, quando maior o afastamento de zero unidades, maior a probabilidade de queda por incremento do braço da força do peso, gerando um momento de força que possa ter uma projecção vertical fora da base de sustentação da idosa.

Avaliação do medo de cair: Utilizou-se a “Falls Efficacy Scale” (FES) (Tinetti et al., 1990) para avaliar o medo de cair. Esta escala mede a confiança que os idosos apresentam quando realizam 10 actividades comuns consideradas como essenciais para viver independentemente e que não sejam perigosas. São elas: Vestir e despir-se; Preparar uma refeição ligeira; Tomar um banho ou duche; Sentar / Levantar da cadeira; Deitar / Levantar da cama; Atender a porta ou o telefone; Andar dentro de casa; Chegar aos armários; Trabalho doméstico ligeiro; Pequenas compras. A confiança que os idosos possuem em efectuar as actividades sem caírem, está representada numa escala analógica de 10 pontos que varia de “Sem nenhuma confiança” (10 pontos) a “Completamente confiante” (1 ponto). A pontuação final da FES representa a soma das classificações obtidas em cada um dos 10 itens. A pontuação mínima possível é de 100 e a máxima de 10. Assim sendo, quanto mais baixa for a pontuação, maior é a confiança, traduzindo-se numa elevada auto eficácia. Utilizamos como ponte de corte o valor utilizado por Tinetti et al. (1990) (<80 score final).

Modelo Teórico:

O hipotético modelo teórico (Figura 1) teve por base artigos de revisão sobre as relações da DMO, força muscular e o equilíbrio dinâmico e estático (Carter et al., 2001; Otaka, 2008). Assim os pressupostos de partida foram os seguintes: com o envelhecimento e /ou desuso, a força muscular diminui influenciando o decréscimo da DMO (Lane, 2006; Toraman & Yildirim, 2010). Esta deterioração da força muscular, é, por sua vez, uma das principais causas da diminuição do equilíbrio dinâmico e estático (Carter et al., 2001). Por seu lado, alguns estudos tem sugerido que a diminuição da DMO faz com que indirectamente exista um risco aumentado de perda de equilíbrio estático (Kotz et al., 2004). Por fim, a qualidade do equilíbrio dinâmico e do equilíbrio estático

influenciam o risco de quedas nos idosos (Carter et al., 2001; Liu-Ambrose et al., 2003) e por conseguinte o medo de cair.

Assim, face ao anteriormente descrito, a vida do idoso pode ser bastante limitada pela instabilidade corporal ou desequilíbrio, já que pode levar o idoso à redução das actividades diárias, predisposição para quedas e consequentes fracturas facilitadas pela desmineralização óssea e medo de cair (Lord et al., 2003; Ruwer et al., 2005).

Assim e tendo por base os argumentos anteriores, sugerimos neste modelo de partida que o medo de cair é determinado pela força muscular (F_{muscular}), DMO e pelo equilíbrio dinâmico e estático (Carter et al., 2001), sendo que a sequência do modelo hipotético de análise foi, respectivamente, DMO e F_{muscular} – Equilíbrio (Dinâmico e Estático) – Medo de Cair.

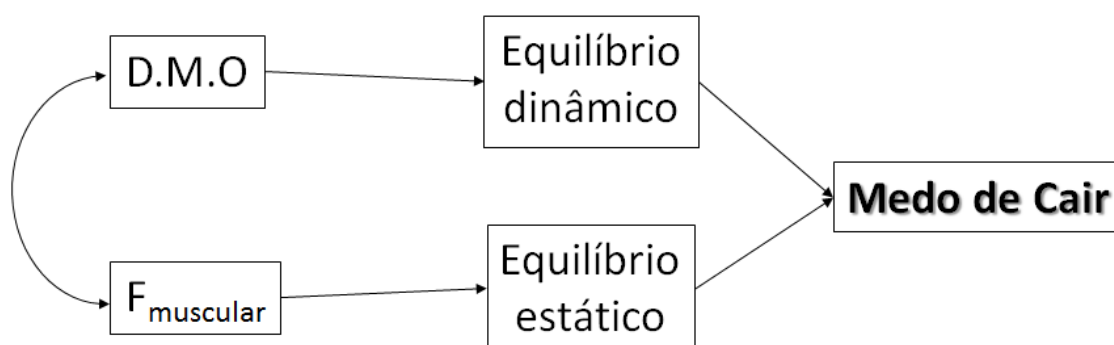


Figura 1 - Modelo hipotético de análise do medo de cair. D.M.O. - Densidade mineral óssea; F_{muscular} – Força muscular; Equilíbrio dinâmico; Equilíbrio estático; Medo de Cair.

Análise estatística

Os pressupostos de normalidade e homocedasticidade foram verificados, respectivamente, com testes de Shapiro-Wilk e de Levene. De forma a caracterizar a amostra foram calculadas medidas de tendência central e de dispersão (média e desvio padrão, máximo e mínimo). Os coeficientes de correlação de Pearson foram avaliados entre todas as variáveis. A significância estatística foi fixada em $p \leq 0,05$.

A modelação de equações estruturais é uma abordagem matemática para testar e estimar relações causais utilizando uma combinação de dados

estatísticos e qualitativos com suposições causais previamente definidos pelo pesquisador, que será (ou não) confirmada. A análise da trajetória é um caso especial de modelação de equações estruturais. Este tipo de modelação tem por objectivo confirmar a existência de relações entre variáveis e não identificá-las. Além disso, essa abordagem, ao invés de identificar variáveis, também sugere o tipo de interação (efeitos directos, indirectos e espúrios) que existe.

A análise das trajetórias foi realizada com a estimativa através da regressão linear e dos coeficientes padronizados entre as variáveis exógenas e endógenas. Todos os pressupostos para realizar a análise do caminho de fluxo foram tidas em conta. Quando apropriada, de acordo com o hipotético modelo teórico, a regressão linear simples ou modelos múltiplos foram calculados. Foram considerados os coeficientes de regressão padronizados (β). O nível de significância de cada β foi avaliado com o teste t de Student ($p \leq 0,05$). A quantificação que reflecte a variância que não é explicável pela variável endógena foi de $1-R^2$. Foi calculada para medir a qualidade do ajuste do modelo, a raiz quadrada média resíduos (SRMR):

Em que:

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 \cdot X_{2i} + \beta_j \cdot X_{ji} + \dots + \beta_k \cdot X_{ki} + \varepsilon_i$$

com,

$$i = 1, 2, \dots, n$$

e,

$$SRMR = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^p \sum_{i=1}^q (r_{ij} - p_{ij})^2}{p + q}}$$

Equação 2

Onde β são os coeficientes de regressão e o ε são os resíduos. Onde r é o coeficiente de correlação de Pearson e os coeficientes de p a correlação prevista pelo modelo (baseado no efeito total, ou seja, a dependência dos

efeitos directos e indirectos além de efeitos espúrios). A SRMR mede a diferença padronizada entre a co-variância observada e a covariância prevista. É considerado qualitativamente se: (i) SRMR <0,1 que o modelo se ajusta à teoria, (ii) SRMR <0,05 que o modelo se ajusta muito bem com a teoria e, (iii) SRMR ~ 0 que o modelo é perfeito (Hu & Bentler, 1999).

Resultados

A Tabela 2 apresenta a estatística descritiva de todas as variáveis estudadas.

Tabela 2 - Estatística descritiva das variáveis analisadas.

	Média	± DP	Min	Max
D.M.O [DP]	-0,76	± 1,14	-3,20	3,10
Fmusc [N.m]	102,86	± 25,72	55,40	182,60
Equilíbrio estático [%]	27,07	± 10,52	10,48	60,40
Equilíbrio dinâmico [seg]	4,74	± 0,84	3,40	8,00
FES [u.a.]	88,57	± 8,74	66	100

Pela análise da respectiva tabela, podemos verificar que a dispersão dos dados, expressa como 1DP, foi muito alta para quase todas as variáveis exceptuando o FES que é moderada. Este facto é evidente para a DMO ($-3,20 \leq \text{DMO} \leq 3,10$), Fmuscular ($55,40 \leq \text{Fmuscular} \leq 182,60$), Equilíbrio estático ($10,48 \leq \text{Equilíbrio Estático} \leq 60,40$) e Equilíbrio dinâmico ($3,40 \leq \text{Equilíbrio Dinâmico} \leq 8,00$).

Na tabela 3, estão representados os pontos de corte que servem para verificar se a amostra está dentro dos valores que habitualmente a literatura considera como aceitáveis para cada teste.

Tabela 3 - Percentis entre as variáveis analisadas tendo como referência os valores de corte de cada variável.

	D.M.O [DP]	F_{musc} [N.m]	Equilíbrio Estático [%]	Equilíbrio Dinâmico [seg]	FES [u.a.]
1	-3,20	55,40	10,48	3,40	66
25	-1,50	84,50	19,60	4,11	81,25
50	-0,80	97,60	26,52	4,53	89,50
75	-,012	120,00	31,41	5,28	96,00
100	3,10	182,60	60,40	8,00	100
Valor de corte	< -1,00	(??)	(??)	> 13,50	(??) < 80

Os valores de corte: DMO = <-1,00 (WHO, 1994); Equilíbrio dinâmico = > 13,50 (Shumway-Cook et al., 2000); FES = < 80 (Tinetti et al., 1990). ?? – significa que não se encontra descrito na literatura um valor de corte para a população em análise neste estudo como o caso da Fmuscular e Equilíbrio estático

Da observação da tabela anterior verificamos que a partir do percentil 50, os valores de DMO são superiores ao valor de corte. Relativamente à Fmuscular, a partir do percentil 75, os valores são superiores aos restantes. No equilíbrio dinâmico, os valores são sempre superiores em ambos os percentis quando comparados com o valor de corte. No FES e a partir do percentil 25, os valores são sempre superiores ao valor de corte.

A Tabela 4 apresenta as correlações entre as variáveis analisadas e o FES.

Tabela 4 - Correlações entre as variáveis analisadas e o FES.

	D.M.O [DP]	F_{musc} [N.m]	Equilíbrio Estático [%]	Equilíbrio Dinâmico [seg]
r	0,24	0,30	-0,31	-0,01
p	0,06	0,02*	0,02*	0,96

* $p \leq 0,05$

Analisando a tabela 4, verificamos que apenas a Fmuscular e o Equilíbrio Estático apresentam correlações significativas com o FES. Ainda assim, a DMO apresenta um valor muito próximo para rejeição de hipótese nula.

A Figura 2 apresenta modelo confirmatório do medo de cair em idosos.

Com exceção da relação entre DMO e equilíbrio dinâmico ($\beta = -0,33$, $p > 0,05$), quase todos os relacionamentos parciais confirmaram a hipótese. O modelo explicou 34% da percepção do medo de cair, quer para o modelo da Figura 2A, quer para o modelo da Figura 2B. A qualidade do ajuste do modelo proposto foi quantificada, como sendo de SRMR > 0,10 (Figura 2A) e SRMR=0,08 (Figura 2B). Neste sentido, o segundo modelo das trajetórias de confirmação pode ser após ligeira adaptação, considerado como satisfatório da teoria apresentada.

Observando o modelo confirmatório (figura 2B) do medo de cair verifica-se que a DMO tem uma relação significativa ($\beta=0,25$) com a Fmuscular que, por sua vez, também tem uma relação significativa com o equilíbrio dinâmico ($\beta=-0,32$) e equilíbrio estático ($\beta=0,34$). Relativamente ao equilíbrio dinâmico e estático estas também apresentam relação significativa com o medo de cair ($\beta=-0,33$ e $\beta=-0,46$ respectivamente).

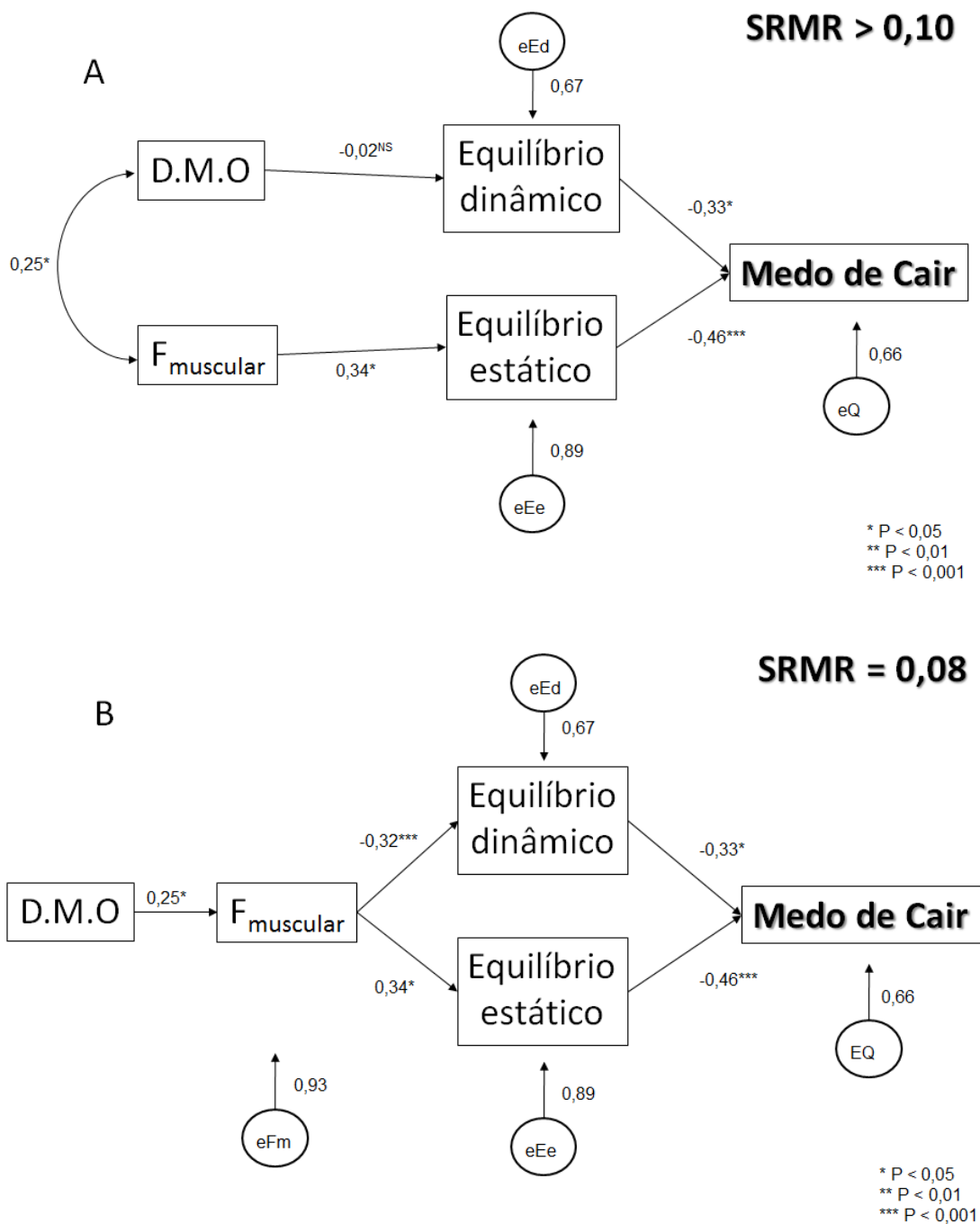


Figura 2 - Modelo confirmatório do risco de quedas. D.M.O. - Densidade mineral óssea; F_{muscular} – Força muscular; Equilíbrio dinâmico; Equilíbrio estático; Medo de Cair.

Discussão

O objectivo desta pesquisa foi desenvolver um modelo teórico de análise do medo de cair de mulheres idosas com base em parâmetros de DMO, Fmuscular e equilíbrio dinâmico e estático, utilizando a modelagem de equações estruturais. O ajuste do modelo proposto quantificado, foi de $SRMR > 0,10$ para o primeiro modelo confirmatório, incluindo a trajectória não significativa (Figura 2A) e $SRMR = 0,08$, para o segundo modelo (Figura 2B).

Em termos quantitativos, a nossa amostra, só apresenta valores abaixo dos valores normais de DMO até ao percentil 25. Acima desse percentil, os valores da DMO são superiores ao limite inferior, ou seja, cerca de 75% das idosas da nossa amostra apresentam níveis normais de DMO.

Tendo em conta as correlações analisadas no presente estudo, verifica-se que a Fmuscular apresenta uma associação significativa com o FES. A Fmuscular, em particular a força dos membros inferiores, avaliada no presente trabalho, tem sido descrita como um dos factores preponderante na manutenção da postura e do equilíbrio (Skelton, 2001), o que, por seu lado parece diminuir o medo de cair (Lord et al., 2003; Ruwer et al., 2005). O equilíbrio estático apresenta também uma associação significativa com o FES, onde um maior equilíbrio estático induz um menor receio de quedas (Cao et al., 2007; Maki et al., 2008). A DMO apesar do valor estar próximo da significância estatística, esta não foi alcançada. Uma DMO superior poderá estar relacionada com a Fmuscular e esta por sua vez com a FES (Haskell et al., 2007; Kohrt et al., 2004).

Atendendo a que a maioria dos autores reporta que é a Fmuscular que influencia o aumento da DMO (Lane, 2006; Nelson et al., 2007; Toraman & Yıldırım, 2010), podemos especular que as idosas com uma maior DMO poderão suportar mais cargas mecânicas e por conseguinte estimular o aumento da Fmuscular (Haskell et al., 2007; Kohrt et al., 2004).

A força muscular e o equilíbrio demonstram, no nosso modelo e em concordância com a literatura, ser um dos principais factores envolvidos não apenas na manutenção da postura erecta em situações dinâmicas (Skelton,

2001), mas também na manutenção e controlo da postura e equilíbrio estático necessárias para uma vida independente dos idosos (Pajala et al., 2004). Por sua vez, e tendo por base o nosso modelo, esta instabilidade corporal ou desequilíbrio pode levar o idoso a um maior medo de cair. Possivelmente, esta relação encontrada no nosso modelo é justificada pelo facto dos défices no equilíbrio aumentarem a predisposição para quedas e consequentes fracturas e assim aumentarem o medo de cair novamente (Lord et al., 2003; Ruwer et al., 2005). Existe uma relação entre o *deficit* de equilíbrio estático e o número de quedas sofridas, ou seja, quanto menor a capacidade de se manter em equilíbrio parado, maior a probabilidade de sofrer uma queda (Stel et al., 2003). No nosso estudo, a *F*muscular influencia o equilíbrio estático mostrando que as idosas têm um medo de cair diminuído.

Relativamente ao equilíbrio dinâmico, o nosso modelo demonstra que a *F*muscular (maiores índices de força) aumenta o equilíbrio dinâmico das idosas ($\beta=-0,32$; $p<0,001$), levando a uma diminuição do medo de cair ($\beta=-0,33$; $p<0,095$). Possivelmente, este facto justifica-se na provável maior confiança para realizar a tarefa mais célere como resultado de um maior domínio de controlo motor. Na realidade, as tarefas adjacentes ao teste por nós utilizado - TUG que tem sido referido em muitos estudos para definir o grau de mobilidade funcional em idosos (Bohannon, 2006; Podsiadlo & Richardson, 1991; Shumway-Cook et al., 2000), implicam a solicitação da capacidade motora, fazendo apelo a diferentes componentes da aptidão física tais como combinação de força, flexibilidade e coordenação (Isles et al., 2004). Estas componentes da aptidão física, bem como, as alterações da amplitude e ciclo de marcha, e as modificações ao nível do tempo de reacção, têm tendência para diminuir com a idade e portanto, contribuir significativamente para o aumento do risco de quedas (DeGoede & Ashton-Miller, 2002).

O nosso modelo revela que tanto o equilíbrio estático como o equilíbrio dinâmico apresentam influência positiva relativamente ao medo de cair. Para os idosos, a falta de confiança no equilíbrio e uma marcha insegura são um dos maiores problemas que afectam a mobilidade e qualidade de vida desta faixa etária (Cao et al., 2007; Maki et al., 2008; Mansfield et al., 2007; Schiller et al.,

2007). Portanto, segundo os autores, a melhoria da qualidade de vida também poderá passar por diminuir o medo de cair.

Na presente investigação o modelo teórico de análise do medo de cair em idosos com base em parâmetros de DMO, força muscular e equilíbrio dinâmico e estático, utilizando a modelagem de equações estruturais, dá uma previsão de 34% de influência no medo de cair. Assim este modelo parece confirmar a necessidade de se estimular todas estas componentes da aptidão física. Ou seja, de acordo com os resultados do nosso estudo reduz do medo de cair, tido como um factor determinante das quedas (Carter et al., 2001), poderá ser feito incrementando ou melhorando o equilíbrio estático e dinâmico, a DMO e a Fmuscular.

No entanto e apesar da sua relevância em termos de recomendações da prática, este estudo apresenta algumas limitações, que podem explicar, pelo menos parte, o modelo final (figura 2B). Neste sentido podemos supor que para aumentar a qualidade do modelo, seria benéfico: i) colocar outras variáveis da antropometria; ii) incluir outras variáveis da aptidão funcional como por exemplo flexibilidade e consumo de oxigénio; iii) incluir no modelo, outras áreas de conhecimento como por exemplo do controlo motor e da psicologia. Além disso, deve-se sublinhar que o modelo só é adequado para idosas independentes e razoavelmente saudáveis e residentes na comunidade.

Como conclusão, o modelo teórico de análise baseado em variáveis de DMO, Fmuscular e equilíbrio dinâmico e estático, de acordo com as relações sugeridas, parece ser satisfatório para explicar o medo de cair em idosas independentes, onde melhores níveis de força muscular e DMO e de equilíbrio corporal tendem a diminuir o medo de cair.

Bibliografia

Afghani, A., & Johnson, C. A. (2006). Resting blood pressure and bone mineral content are inversely related in overweight and obese Hispanic women. *Am J Hypertens*, 19(3), 286-292.

- Bohannon, R. W. (2006). Reference values for the five-repetition sit-to-stand test: a descriptive meta-analysis of data from elders. *Percept Mot Skills*, 103(1), 215-222.
- Cao, Z. B., Maeda, A., Shima, N., Kurata, H., & Nishizono, H. (2007). The effect of a 12-week combined exercise intervention program on physical performance and gait kinematics in community-dwelling elderly women. *J Physiol Anthropol*, 26(3), 325-332.
- Carter, N. D., Kannus, P., & Khan, K. M. (2001). Exercise in the prevention of falls in older people: a systematic literature review examining the rationale and the evidence. *Sports Med*, 31(6), 427-438.
- Chang, J. T., Morton, S. C., Rubenstein, L. Z., Mojica, W. A., Maglione, M., Suttrop, M. J., Roth, E. A., & Shekelle, P. G. (2004). Interventions for the prevention of falls in older adults: systematic review and meta-analysis of randomised clinical trials. *BMJ*, 328(7441), 680.
- Cooper, C., Cawley, M., Bhalla, A., Egger, P., Ring, F., Morton, L., & Barker, D. (1995). Childhood growth, physical activity, and peak bone mass in women. *J Bone Miner Res*, 10(6), 940-947.
- Daley, M. J., & Spinks, W. L. (2000). Exercise, mobility and aging. *Sports Med*, 29(1), 1-12.
- DeGoede, K. M., & Ashton-Miller, J. A. (2002). Fall arrest strategy affects peak hand impact force in a forward fall. *J Biomech*, 35(6), 843-848.
- Fabricio, S. C., Rodrigues, R. A., & da Costa, M. L., Jr. (2004). Falls among older adults seen at a Sao Paulo State public hospital: causes and consequences. *Rev Saude Publica*, 38(1), 93-99.
- Ferreira, E. A., Duarte, M., Maldonado, E. P., Burke, T. N., & Marques, A. P. (2010). Postural assessment software (PAS/SAPO): Validation and reliability. *Clinics (Sao Paulo)*, 65(7), 675-681.
- Fuller, G. F. (2000). Falls in the elderly. *Am Fam Physician*, 61(7), 2159-2168, 2173-2154.
- Haskell, W. L., Lee, I. M., Pate, R. R., Powell, K. E., Blair, S. N., Franklin, B. A., Macera, C. A., Heath, G. W., Thompson, P. D., & Bauman, A. (2007). Physical Activity and Public Health: Updated Recommendation for Adults From the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *ACSM/AHA Circulation*, 116(9), 1081-1093.
- Heymsfield, S. B., Smith, R., Aulet, M., Bensen, B., Lichtman, S., Wang, J., & Pierson, R. N., Jr. (1990). Appendicular skeletal muscle mass: measurement by dual-photon absorptiometry. *Am J Clin Nutr*, 52(2), 214-218.
- Hu, L., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Struct. Equ. Modeling*, 6, 1-55.
- Isles, R. C., Choy, N. L., Steer, M., & Nitz, J. C. (2004). Normal values of balance tests in women aged 20-80. *J Am Geriatr Soc*, 52(8), 1367-1372.
- Kohrt, W. M., Bloomfield, S. A., Little, K. D., Nelson, M. E., & Yingling, V. R. (2004). American College of Sports Medicine Position Stand: physical activity and bone health. *Med Sci Sports Exerc*, 36(11), 1985-1996.
- Kotz, K., Deleger, S., Cohen, R., Kamigaki, A., & Kurata, J. (2004). Osteoporosis and health-related quality-of-life outcomes in the Alameda County Study population. *Prev Chronic Dis*, 1(1), A05.

- Lane, N. E. (2006). Epidemiology, etiology, and diagnosis of osteoporosis. *Am J Obstet Gynecol*, 194(2 Suppl), S3-11.
- Liu-Ambrose, T., Eng, J. J., Khan, K. M., Carter, N. D., & McKay, H. A. (2003). Older women with osteoporosis have increased postural sway and weaker quadriceps strength than counterparts with normal bone mass: overlooked determinants of fracture risk? *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 58(9), M862-866.
- Lord, S. R., Castell, S., Corcoran, J., Dayhew, J., Matters, B., Shan, A., & Williams, P. (2003). The effect of group exercise on physical functioning and falls in frail older people living in retirement villages: a randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc*, 51(12), 1685-1692.
- Maki, B. E., Cheng, K. C., Mansfield, A., Scovil, C. Y., Perry, S. D., Peters, A. L., McKay, S., Lee, T., Marquis, A., Corbeil, P., Fernie, G. R., Liu, B., & McIlroy, W. E. (2008). Preventing falls in older adults: new interventions to promote more effective change-in-support balance reactions. *J Electromyogr Kinesiol*, 18(2), 243-254.
- Mansfield, A., Peters, A. L., Liu, B. A., & Maki, B. E. (2007). A perturbation-based balance training program for older adults: study protocol for a randomised controlled trial. *BMC Geriatr*, 7, 12.
- Nelson, M. E., Rejeski, W. J., Blair, S. N., Duncan, P. W., Judge, J. O., King, A. C., Macera, C. A., & Castaneda-Sceppa, C. (2007). Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc*, 39(8), 1435-1445.
- Otaka, Y. (2008). Muscle and bone health as a risk factor of fall among the elderly. Sarcopenia and falls in older people. *Clin Calcium*, 18(6), 761-766.
- Pajala, S., Era, P., Koskenvuo, M., Kaprio, J., Tolvanen, A., Heikkinen, E., Tiainen, K., & Rantanen, T. (2004). Contribution of genetic and environmental effects to postural balance in older female twins. *J Appl Physiol*, 96(1), 308-315.
- Podsiadlo, D., & Richardson, S. (1991). The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc*, 39(2), 142-148.
- Rikli, R. E., & Jones, C. J. (1999). Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. *J Aging Phys Act*, 7(2), 129-161.
- Roe, B., Howell, F., Riniotis, K., Beech, R., Crome, P., & Ong, B. N. (2008). Older people's experience of falls: understanding, interpretation and autonomy. *J Adv Nurs*, 63(6), 586-596.
- Rubenstein, L. Z. (2006). Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention. *Age Ageing*, 35 Suppl 2, ii37-ii41.
- Ruwer, S. L., Rossi, A. G., & Simon, L. F. (2005). Balance in the elderly. *Braz J Otorhinolaryngol*, 71(3), 298-303.
- Sacco, I. C. N., Alibert, S., Queiroz, B. W. C., Pripas, D., Kieling, I., Kimura, A. A., Sellmer, A. E., Malvestio, R. A., & Serra, M. T. (2007). Confiabilidade da fotogrametria em relação a goniometria para a avaliação postural de membros inferiores. *Rev Bras Fisioter*, 11, 411-417.
- Sainio, P., Koskinen, S., Heliovaara, M., Martelin, T., Harkanen, T., Hurri, H., Miilunpalo, S., & Aromaa, A. (2006). Self-reported and test-based

- mobility limitations in a representative sample of Finns aged 30+. *Scand J Public Health*, 34(4), 378-386.
- Schiller, J. S., Kramarow, E. A., & Dey, A. N. (2007). Fall injury episodes among noninstitutionalized older adults: United States, 2001-2003. *Adv Data*(392), 1-16.
- Shumway-Cook, A., Brauer, S., & Woollacott, M. (2000). Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test. *Phys Ther*, 80(9), 896-903.
- Skelton, D. A. (2001). Effects of physical activity on postural stability. *Age Ageing*, 30 Suppl 4, 33-39.
- Spiriduso, W. W., Francis, K. L., & MacRae, P. G. (2005). Physical Dimensions of Aging. 2 ed. *Champaign IL: Human Kinetics*.
- Stel, V. S., Smit, J. H., Pluijm, S. M., & Lips, P. (2003). Balance and mobility performance as treatable risk factors for recurrent falling in older persons. *J Clin Epidemiol*, 56(7), 659-668.
- Tinetti, M. E., Doucette, J., Claus, E., & Marottoli, R. (1995). Risk factors for serious injury during falls by older persons in the community. *J Am Geriatr Soc*, 43(11), 1214-1221.
- Tinetti, M. E., Richman, D., & Powell, L. (1990). Falls Efficacy as a Measure of Fear of Falling. *J Gerontol* 45(6), P239-P243.
- Toraman, A., & Yildirim, N. Ü. (2010). The falling risk and physical fitness in older people. *Arch Gerontol Geriatr*, 51(2), 222-226.
- Voermans, N. C., Snijders, A. H., Schoon, Y., & Bloem, B. R. (2007). Why old people fall (and how to stop them). *Pract Neurol*, 7(3), 158-171.
- WHO. (1994). Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis. *WHO Technical Report Series*, 843. *Gênève: WHO*.
- WHO. (2003). WHO, Prevention and Management of Osteoporosis. Report of a WHO Scientific Group. 2003, Geneva, Switzerland: WHO Technical Report Series, No 921.
- Wilk, K. (1991). Isokinetic Testing – Setup and Positioning. In Biodex System II Manual, Applications/Operations *Biodex Medical System, Inc, New York, USA*.
- Yuaso, D. R., & Sguizzatto, G. T. (1996). Fisioterapia em pacientes idosos. In: Papaleo Neto M. Gerontologia. *São Paulo: Atheneu*, 331-333.

CAPÍTULO 6 – ESTUDO III

Efeitos de três diferentes tipos de treino na aptidão funcional e composição corporal em mulheres idosas.

Resumo

Objectivo: Examinar os efeitos de três diferentes protocolos de treino com duração de 8 meses na aptidão funcional e composição corporal de mulheres idosas. Material e Métodos: A amostra foi constituída por 80 idosas residentes na comunidade, divididas aleatoriamente em quatro grupos: (i) grupo de controlo (GC; n=20, idade média=68,55±5,24 anos) que não foi submetido a prática regular de exercício físico; (ii) grupo de treino multicomponente (GM; n= 20, idade média=68,70±6,51 anos), (iii) grupo de treino potência de força (GP; n=20, idade média=66,30±3,87anos) e por fim, (iv) grupo de treino de resistência de força (GF; n=20, idade média=67,10±5,46 anos). A avaliação e quantificação da composição corporal (massa magra corporal total – MM, kg; a percentagem de massa gorda - %MG e a massa gorda corporal total – MGT, kg) foi obtida através do equipamento DXA (Hologic QDR - 4500®) e a avaliação da aptidão funcional (ApF) foi avaliada utilizando a bateria de testes *Functional Fitness Test* (FFT). Foi utilizada uma análise multivariada (ANOVA) de medidas repetidas em cada variável dependente, para detectar diferenças em cada grupo e em cada momento. Quando os valores de F foram significativos, foram analisadas as comparações múltiplas para as médias com o teste de Bonferroni (grupo x tempo). A percentagem de mudanças nas variáveis analisadas, foram calculadas para cada indivíduo utilizando a seguinte equação $[(\text{pós-teste} - \text{pré-teste})/\text{pré-teste}] \times 100$. Resultados: A ANOVA não revelou efeito significativo na intercepção tempo x grupo nas variáveis da composição corporal, revelando, contudo, efeito significativo na intercepção tempo x grupo nos testes de força do membro superior no GC (-3,12%; p=0,028), GM (4,42%; p=0,001) e GP (3,99%; p=0,002) e do membro inferior no GM (23,75%; p<0,001), GP (15,99%; p=0,003); e GF (19,94%; p=0,002); de resistência aeróbia só no GM (p<0,001; 25,41%); de flexibilidade do membro superior GM (4,25%; p=0,005), GP (4,43%; p=0,008) e GF (4,42%; p=0,007) e inferior no GM (2,89%; p=0,045) e GP (3,57%; p=0,006). Os resultados do estudo destacam que, apesar de não induzir alterações significativas na CC, um período de 8 meses de treino (GM, GP, GF) induziu, em termos globais, ganhos significativos na ApF de mulheres idosas. O nosso estudo sugere assim que independentemente do tipo de treino, as idosas autónomas residentes na comunidade devem procurar programas de EF a fim de melhorar o seu desempenho funcional.

Abstract

Objective: To examine the effects of three different training protocols with 8 months duration in functional fitness and body composition of elderly women. Methods: The sample consisted of 80 community-dwelling elderly women, randomly divided into four groups: (i) control group (CG, n = 20, mean age = 68.55 ± 5.24 years), which was not engaged in any regular exercise program; (ii) multicomponent training group (MG, n = 20, mean age = 68.70 ± 6.51 years), (iii) muscle power training group (PG, n = 20, mean age = 66.30 ± 3.87 years) and finally, (iv) resistance training group (RG, n = 20, mean age = 67.10 ± 5.46 years). A total body scan in DXA equipment (Hologic QDR - 4500 ®) was used for the evaluation and quantification of body composition (BC - total lean body mass – TLBM, kg, percentage fat mass -% FM and total body fat mass – TBFM, kg). The functional fitness (FF) was evaluated using the Functional Fitness Test (FFT). A multivariate analysis (ANOVA) with repeated measures on each dependent variable was used in order to detect differences in each group and each time. When the F values were significant, multiple comparisons were analysed for means with the Bonferroni test (group x time). The percentage change in variables was calculated for each individual using the following equation $[(\text{post-test} - \text{pre-test}) / \text{pre-test}] \times 100$. Results: ANOVA revealed no significant effect on intercept time x group in the variables of body composition. Nevertheless, a significant effect on intercept time x group in tests of upper body flexibility in CG (-3,12%; $p=0,028$), MG (4,42%; $p=0,001$) e PG (3,99%; $p=0,002$) and lower body flexibility MG (23,75%; $p<0,001$), PG (15,99%; $p=0,003$); e RG (19,94%; $p=0,002$); aerobic endurance in MG ($p<0,001$; 25,41%); upper body strength in MG (4,25%; $p=0,005$), PG (4,43%; $p=0,008$) and RG (4,42%; $p=0,007$) and lower body strength in MG (2,89%; $p=0,045$) e PG (3,57%; $p=0,006$) was found. We can conclude that 8 months training programs (MG, PG and RG) did not induce significant changes to body composition, inducing however, major changes in terms of functional fitness in elderly women. Our study suggests that, independently of type of training, independent community-dwelling elderly women should pursue appropriate exercise programs in order to improve their functional performance.

Introdução

O aumento da idade tem sido associado ao declínio dos diferentes sistemas fisiológicos, da capacidade física (Bohannon, 1997; Singh, 2002; Wolfson, 2001), da função cognitiva (Edland et al., 2002; Launer et al., 1999), e ao aumento da prevalência de doenças crónico-degenerativas (Dening et al., 1998). Todavia, não é claro se estas alterações com a idade, com consequências ao nível da qualidade de vida do idoso, são mais relacionadas com o envelhecimento *per si* ou com o desuso (Bean et al., 2004; Miller et al., 2000).

Na realidade, para manter a qualidade de vida e lidar com as actividades quotidianas, é importante para o idoso permanecer com a melhor aptidão física (ApF) possível. As actividades diárias, tais como, ir às compras, levantar de uma cadeira, vestir, etc., requerem um nível mínimo de força muscular, coordenação, flexibilidade e equilíbrio (Brill et al., 2000). Segundo Chodzko-Zajko et al. (2009), a ApF nestes escalões etários mais velhos refere-se ao estado de bem-estar com um baixo risco de problemas de saúde prematura e energia para participar numa variedade de actividades físicas. Especificamente para a mulher idosa, a ApF está relacionada com a capacidade de execução autónoma das actividades diárias, das tarefas instrumentais e de mobilidade, sem risco substancial de lesão (Brach & VanSwearingen, 2002). Dentro de um intervalo determinado por factores genéticos, pelo envelhecimento, pelas doenças e pelo estado nutricional que, em conjunto, enfraquecem a ApF (Bouchard & Shephard, 1994), a actividade física/exercício físico (AF/EF) regular parecem ser excelentes terapêuticas não farmacológicas de prevenção do declínio da ApF (ACSM, 1998, 2009b).

De facto, ao longo dos anos, um número crescente de estudos tem tentado analisar a potencial influência da AF/EF na idade biológica, capacidade funcional e saúde do idoso (Andrews, 2001; Carvalho et al., 2009). Todavia, apesar de numerosos os estudos, a maioria dos trabalhos baseia-se em protocolos de treino intensivo específico de funções isoladas (Carvalho et al., 2004; Lord et al., 1995; Puggaard et al., 1994) e destes, a globalidade dos casos, utiliza o treino de resistência aeróbia e/ou treino de força (ACSM, 2009b;

Cyarto et al., 2008; Takeshima et al., 2007), sendo mais escassos aqueles que fomentam e analisam o treino multicomponente e de potência muscular em mulheres idosas.

Sabendo que, entre outras, as alterações morfológicas e funcionais do sistema muscular-esquelético associadas à idade e/ou desuso são determinantes para o declínio da potência muscular, sendo esta de fundamental importância para o menor risco de quedas e lesões (Bean et al., 2002; Cuoco et al., 2004; Skelton et al., 1994), parece de todo pertinente o estudo do efeito deste tipo de treino sobre a funcionalidade da mulher idosa.

Por outro lado, as recomendações mais recentes reconhecem a importância da combinação do treino aeróbio, com treino de força, flexibilidade e equilíbrio para a manutenção da funcionalidade global do idoso (ACSM, 2006; Nelson et al., 2007; Salem et al., 2009). Todavia, mesmo reconhecendo a importância e adesão ao treino multicomponente, poucos estudos longitudinais têm examinado os efeitos funcionais das actividades que mais frequentemente são oferecidas aos idosos, nomeadamente às mulheres idosas. Além disso, os resultados destes estudos são muitas vezes contraditórios, onde alguns autores descrevem resultados positivos (Carvalho et al., 2009; Toraman et al., 2004) e outros não (Takeshima et al., 2007).

Este não consenso na literatura é particularmente evidente quanto aos efeitos dos programas de EF na composição corporal (CC). Assim, enquanto alguns autores descrevem que o EF, particularmente o de natureza aeróbia é o mais adequado e com efeitos positivos na redução da percentagem de gordura corporal (Chodzko-Zajko et al., 2009; Haskell et al., 2007; Salem et al., 2009), outros argumentam que o treino de resistência e mesmo de potência muscular, está intimamente relacionado com ganhos na massa muscular sendo por isso, passível de reduzir a gordura corporal, em virtude do aumento no gasto energético, promovendo desta forma alterações favoráveis na composição corporal e na mobilidade funcional dos idosos (Deschenes, 2004; Doherty, 2003).

Neste sentido, o presente estudo teve como objectivo examinar e comparar os efeitos do treino multicomponente, do treino de potência de força e do treino de

resistência de força com duração de 8 meses, na aptidão funcional e composição corporal de mulheres idosas.

Material e métodos

Amostra

A amostra foi constituída por 80 idosas voluntárias, divididas aleatoriamente em quatro grupos: (i) o grupo de controlo (GC), não submetido a prática regular de EF; (ii) o grupo submetido a treino de potência de força (GP); (iii) o grupo submetido a um programa de treino de resistência de força (GR) e por fim, (iv) o quarto grupo que realizou um treino multicomponente baseado em sessões de ginástica de manutenção (GM).

A participação dos indivíduos em estudo foi submetida à obtenção prévia do consentimento informado. Assim, as idosas foram inicialmente informadas acerca da descrição dos objectivos do estudo, bem como, esclarecidas sobre a contribuição voluntária dessa participação e que dessa não decorreria quaisquer custos ou riscos. Foi também garantida a confidencialidade dos dados pessoais e respectivo anonimato de todos as idosas que participaram neste estudo.

Foram considerados os seguintes critérios de inclusão: (i) possuir idade acima de 65 (inclusive) anos; (ii) não participar em sessões de EF regulares (entendido como a realização de exercício moderado a vigoroso durante 20 minutos ou mais pelo menos 2 vezes por semana) há pelo menos 1 ano; (iii) não apresentar manifestações clínicas severas de doenças crónicas neuromusculares, cardiovasculares e metabólicas que pudessem comprometer a sua segurança nas sessões de exercício físico e/ou avaliações e (iv) apresentar disponibilidade para participar nas sessões trissemanais de exercício e nos diferentes momentos de avaliação.

Como critério de exclusão foi considerado a ausência a um dos momentos de avaliação e para os indivíduos do grupo de controlo, a participação durante a pesquisa em qualquer programa de exercício físico regular. No caso dos

grupos experimentais, foram considerados os seguintes critérios de exclusão: ausência a mais de 15% do total das sessões e/ou faltar a 10 sessões de treino consecutivas.

Foi também pedido aos participantes do estudo para continuarem as suas actividades de rotina do dia-a-dia, seja em termos de padrão de AF, seja em termos de padrão nutricional. De igual modo, a todos os sujeitos que estavam a tomar medicação foi pedido para a manterem até final do estudo. A assiduidade dos elementos de cada grupo experimental (GP, GA e GF) foi controlada e calculada a média de vezes por semana de participação nas sessões entre os dois momentos de avaliações, sendo esta de 96%.

As principais características e constituição da amostra são apresentadas no Tabela 1.

Tabela 1 – Principais características dos grupos GC (n=20), GM (n=20), GP (n=20) e GR (n=20).

	GC	GM	GP	GR
	Média±DP	Média±DP	Média±DP	Média±DP
Idade (Anos)	68,55±5,24	68,70±6,51	66,30±3,87	67,10±5,46
Peso (kg)	69,62±15,78	71,31±14,28	75,54±10,72	73,31±16,98
Estatura (cm)	152,82±5,25	151,07±5,53	164,24±7,97	152,78±5,84

Programas de Intervenção

Os programas trisemanais de EF tiveram a duração de 8 meses (de Outubro a Junho do ano civil seguinte) em dias não consecutivos (segunda, quarta e sexta-feira).

Programa de treino de força: Cada sessão dos grupos experimentais de treino de força (GP e GR), iniciou-se com um aquecimento com duração de aproximadamente 8-10 minutos onde se utilizou uma caminhada e/ou bicicleta ergométrica (Tectrix, Bike-Max, USA) e/ou remo ergométrico (Concept II, Morrisville, VR, USA) em baixa intensidade e alguns exercícios de alongamento. Na parte fundamental do treino, ocorreu um período de treino específico de força (ver descrição que se segue para cada tipo de treino) realizando 6 exercícios nas seguintes máquinas de resistência variável

(Nautilus Sports/Medical Industries, Independence, VA, USA): prensa de pernas, tronco, supino, puxador alto, extensão de pernas e flexão de pernas.

Em ambos os programas de treino de força, as idosas realizaram um conjunto de exercícios de reforço da musculatura abdominal e lombar (3 séries de 15 a 20 repetições). No final, cada sessão de treino englobou exercícios de relaxamento e alongamento dos principais grupos musculares exercitados (5-10min).

O planeamento dos programas de treino de potência e de força muscular seguiram as recomendações do ACSM (2009b). A intensidade do treino foi aumentando gradualmente durante as primeiras duas semanas de acordo com o modelo de periodização linear. As sessões durante a primeira semana foram importantes para determinar a repetição máxima individual (1RM) e para familiarizar os participantes com as máquinas (execução correcta e respiração). A repetição máxima individual foi realizada a cada duas semanas durante o primeiro mês e depois a cada quatro semanas até o fim do programa. A intensidade dos exercícios foi mantida em 12-14 na escala de percepção subjectiva de esforço Borg (1998)

Programa de Potência de Força: Os exercícios foram organizados por estações. Devido à grande participação do sistema nervoso neste tipo de trabalho, os exercícios mais complexos (multiarticulares) foram os primeiros a serem executados para evitar efeitos de fadiga na sua realização (ACSM, 2009b). A velocidade de execução do exercício foi rápida (<10seg) e de acordo com a adaptação ao treino, foram efectuadas 3 a 4 séries de 3 a 6 repetições, tendo a intensidade variado entre 40% (primeiras 4 semanas) até 60% de 1 RM. O intervalo de repouso variou entre 3 a 5 minutos para permitir a recuperação completa.

Programa de Resistência de Força: Os exercícios foram organizados por estações, com um período de repouso de aproximadamente de 1 a 2 minutos. Foram realizadas 2 a 3 séries de 8 a 12 repetições entre 60% a 80% de 1RM. Por questões de familiarização e segurança do treino, a intensidade da carga na primeira semana foi apenas de 40 – 60% de 1 RM (entre 15 a 20

repetições). As cargas foram leves a moderadas com mais repetições com menor tempo de intervalo em comparação com o treino de potência.

Programa multicomponente: Este programa foi planejado tendo em conta as recomendações delineadas por Carvalho et al. (2009). As sessões de cerca de 50-60 minutos foram constituídas por cinco partes fundamentais: 1) 5-8 minutos de aquecimento geral, incluindo caminhada lenta e exercícios de alongamento; 2) caminhada envolvendo exercícios aeróbios, *jogging*, ginástica aeróbica e dança (15-20 min), com o mínimo de 8-10 min por episódio, sendo que a intensidade foi mantida em 12-14 na escala de percepção subjectiva de esforço Borg (1998); 3) 1 a 3 séries de exercícios de resistência muscular com elásticos e pesos livres realizados em circuito (período de descanso de 40-60-s entre séries), envolvendo os principais grupos musculares, tais como flexores/extensores do joelho, abdutores e adutores do ombro, flexores/extensores do cotovelo, peitorais, abdominais, etc. De modo a permitir uma familiarização adequada com os exercícios e a execução correcta das técnicas de respiração, a intensidade de treino foi menor no início do mês. Os participantes realizaram, inicialmente, 8 repetições numa só série e foram progredindo gradualmente para as 12 a 15 rep e 3 séries; 4) treino do equilíbrio estático e dinâmico utilizando bastões, bolas e balões durante 5-8 min; 5) no final de cada sessão, houve um período de retorno à calma de cerca de 5 min envolvendo exercícios respiratórios e alongamentos.

Composição corporal:

Índice de Massa Corporal: O peso, com aproximação às centésimas, foi avaliado com roupa leve e sem calçado, numa balança digital com estadiómetro acoplado (SECA®) para avaliação da estatura, medida entre o vertex e o plano de referência do solo. O IMC, expresso em kg/m² foi calculando através da fórmula *standard* [peso (kg) dividido pela altura² (m)].

Foram utilizados os valores de referência da Organização Mundial de Saúde (OMS, 2001) para o IMC (peso normal entre 18,50 e 24,99 kg/ m²; pré-obeso entre 25 e 29,99 kg/m²; Obeso classe I entre 30 e 34,99 kg/m²; Obeso classe II entre 35 e 39,99 kg/m²).

Massa Magra (MM), Percentagem de Massa Gorda (%MG) e Massa Gorda Total (MGT): Foi utilizado um *scan* corporal total para a avaliação e quantificação da composição corporal (massa magra corporal total - MM kg; a percentagem de massa gordada - %MG e a massa gordada corporal total - MGT kg) através do equipamento DXA (Hologic QDR - 4500®). Todos os sujeitos foram posicionados na posição dorsal e foram aplicados todos os procedimentos standardizados para a avaliação (Afghani & Johnson, 2006; Heymsfield et al., 1990). O exame foi realizado por um técnico devidamente treinado, tendo sido realizada a calibragem do equipamento antes da testagem de acordo com as instruções do fabricante (Kohrt, 1995).

Aptidão funcional: Foi utilizada a bateria de testes *Functional Fitness Test* (FFT) (Rikli & Jones, 1999), desenvolvida para avaliar os principais parâmetros físicos associados à mobilidade funcional sendo constituída por 6 itens: força e resistência de membros inferiores (levantar e sentar na cadeira-30-s *chair stand*), a força e resistência de membros superiores (flexão do antebraço - *Arm curl*), a flexibilidade de membros inferiores (sentado, alcançar os membros inferiores com as mãos - *Chair sit-and-reach*), flexibilidade dos membros superiores (alcançar atrás das costas com as mãos- *Back scratch*), mobilidade física, velocidade, agilidade e equilíbrio dinâmico (levantar, caminhar 2,44m e voltar a sentar - *8-ft up-and-go*), e resistência aeróbia (dois minutos de *step* no mesmo lugar - *2 Minutes Step Test*). Os testes foram realizados em forma de circuito na tentativa de minimizar os efeitos da fadiga localizada (Rikli & Jones, 2001) e o desempenho das idosas nos referidos testes foi registado em fichas individuais por uma equipa de trabalho constituída por indivíduos familiarizados com os protocolos de avaliação. Antes do ensaio, as participantes receberam instruções e uma demonstração de cada item, após o qual fizeram exercícios de aquecimento durante 10 minutos. Todos os testes foram realizados no período da manhã e numa só sessão.

Análise estatística

De forma a garantir a normalidade da amostra, objectivando a utilização de testes paramétricos, foi necessária a verificação simultânea das seguintes condições: (1) que a variável dependente possuísse distribuição normal, sendo para tal realizado o teste de Kolmogorov-Smirnov, sendo esta normal; (2) que as variâncias populacionais se apresentassem homogéneas, o que foi confirmado com base no teste de Levene (Maroco, 2007).

A significância das variáveis estudadas sobre os 4 grupos nos 2 momentos amostrados foi avaliada por uma análise multivariada (ANOVA) de medidas repetidas em cada variável dependente, para detectar diferenças em cada grupo e em cada momento. Quando os valores de F foram significativos, foram analisadas as comparações múltiplas para as médias com o teste de Bonferroni (grupo x tempo). A significância estatística foi fixada em $p < 0,05$, e todas as análises foram realizadas com SPSS (versão 19.0).

A percentagem de mudanças (% de alteração) nas variáveis analisadas foram calculadas para cada indivíduo utilizando a seguinte equação [(pós-teste – pré-teste)/pré-teste) x100].

Resultados

Na tabela 2 são apresentados a média e o desvio padrão (DP) para cada uma das variáveis da CC no pré-teste e no pós-teste, e ainda a média e DP da sua mudança (% de alteração) para os quatro diferentes grupos (GC, GM, GP e GR).

Tabela 2 - Características gerais da composição corporal no pré e pós-teste dos 4 grupos estudados.

Variável	Grupo	Pré-teste Média±DP	Pós-teste Média±DP	%Δ	p tempo	p gruportempo
IMC (kg/m²)	GC	29,67±5,99	29,84±5,73	1,27±11,84	0,025*	0,153
	GM	31,25±5,97	30,53±6,14	-2,40±3,30		
	GP	27,96±2,89	27,76±3,02	-0,64±5,24		
	GR	31,34±6,70	30,49±6,71	-2,86±2,69		
MM (kg)	GC	41,25 ± 7,54	40,77±6,90	-0,85±3,89	0,782	0,187
	GM	39,63±6,34	40,01±5,77	1,27±4,54		
	GP	48,63±8,87	48,87±8,95	0,51±1,90		
	GR	40,86±6,93	40,89±7,03	0,11±3,26		
MGT (kg)	GC	28,12±1,90	29,05±1,95	4,37±8,98	0,737	0,130
	GM	26,98±1,90	26,93±1,95	-0,15±12,10		
	GP	24,01±1,90	23,75±1,95	-1,15±11,67		
	GR	30,52±1,90	29,52±1,95	-3,73±8,23		
%MG (%)	GC	37,77±4,54	38,04±4,4	1,00 ± 7,86	0,091	0,403
	GM	40,37±5,11	39,70±5,27	-1,69 ± 4,05		
	GP	32,24±7,01	31,80±7,46	-1,42 ± 7,01		
	GR	41,89±12,03	40,82±4,93	-0,64 ± 12,91		

Valores médios e respectivos desvios-padrão (Média±DP); GC – Grupo de Controle; GM – Grupo Multicomponente; GP – Grupo Potência de Força; GR – Grupo Resistência de Força; %Δ = Mudança pós-teste – pré-teste; IMC – Índice de Massa Corporal; MM – Massa Magra; MGT – Massa Gorda Total; %G – Percentagem de Gordura; Valores de p: ANOVA medidas repetidas; Nível de Significância p≤0,05**.

A ANOVA não revelou efeito significativo na intercepção tempo x grupo em nenhuma das seguintes variáveis da composição corporal estudadas. Observou-se a existência de alterações a nível do IMC em todos os grupos ao longo do tempo, no entanto estas não foram significativas quando comparadas entre os grupos. Podemos ainda verificar que as idosas apresentaram, no início e no final do estudo, um IMC > 27 kg/m², que, de acordo com OMS (OMS, 2001) corresponde a possuir sobrepeso.

Na Tabela 3 são apresentados as medidas descritivas (média e DP) para cada uma das variáveis da ApF no pré-teste e no pós-teste, bem como, a média e DP da sua mudança para os quatro diferentes grupos (GC, GM, GP e GR).

Tabela 3 – Características gerais da aptidão funcional no pré e pós-teste dos 4 grupos estudados.

Variável	Grupo	Pré-teste Média±DP	Pós-teste Média±DP	%Δ	p tempo	p gruposxtempo
FMS (Rep)	GC	31,65 ± 10,20	27,45 ± 9,00**	-3,12 ± 2,14	<0,001*	<0,001*
	GM	24,60 ± 9,08	29,95 ± 9,012*	4,42 ± 4,70		
	GP	33,05 ± 6,71	38,25 ± 8,04**	3,99 ± 5,21		
	GR	30,60 ± 8,31	34,15 ± 7,80	2,83 ± 4,31		
FMI (Rep)	GC	22,75 ± 6,77	20,15 ± 6,87	-12,92 ± 9,69	<0,001*	<0,001*
	GM	19,75 ± 4,35	24,00 ± 4,42*	23,75 ± 18,14		
	GP	23,95 ± 6,27	27,40 ± 7,72**	15,99 ± 21,86		
	GR	21,20 ± 7,23	24,75 ± 7,22**	19,94 ± 23,73		
FleS (cm)	GC	-7,35 ± 10,28	-8,60 ± 11,01	-1,36 ± 4,26	<0,001*	<0,001*
	GM	-11,68 ± 8,62	-7,95 ± 9,38**	4,25 ± 4,12		
	GP	-14,05 ± 12,03	-10,55 ± 12,18**	4,43 ± 5,81		
	GR	-12,10 ± 12,75	-8,53 ± 12,70**	4,42 ± 6,36		
FleI (cm)	GC	6,78 ± 7,48	5,10 ± 8,00	-1,60 ± 1,48	<0,001*	<0,001*
	GM	4,85 ± 6,92	7,82 ± 7,03**	2,89 ± 3,36		
	GP	6,65 ± 9,56	10,20 ± 7,93**	3,57 ± 4,69		
	GR	8,99 ± 7,36	11,00 ± 7,53	1,98 ± 5,35		
RA (rep)	GC	139,90 ± 41,04	130,30 ± 36,13	-5,98 ± 6,96	<0,001*	<0,001*
	GM	114,50 ± 53,56	136,60 ± 52,94*	25,41 ± 36,19		
	GP	183,20 ± 57,34	221,30 ± 62,94	23,07 ± 17,96		
	GR	127,35 ± 46,33	137,50 ± 46,62	19,71 ± 50,58		
TUG (seg)	GC	4,74 ± 0,75	4,99 ± 0,81	6,19 ± 15,17	0,256	0,061
	GM	4,87 ± 0,91	4,60 ± 0,45	-4,17 ± 8,38		
	GP	4,41 ± 0,58	4,22 ± 0,85	-4,68 ± 12,94		
	GR	4,87 ± 1,09	4,76 ± 0,97	-1,38 ± 11,91		

Valores médios e respectivos desvios-padrão (Média±DP); GC – Grupo de Controle; GM – Grupo Multicomponente; GP – Grupo Potência de Força; GR – Grupo Resistência de Força; Força de membros superiores (FMS) e inferiores (FMI); - Flexibilidade dos membros superiores (FleS) e inferiores (FleI); Agilidade e equilíbrio dinâmico (TUG); Resistência aeróbia (RA). %Δ = Mudança pós-teste – pré-teste; Valores de p: ANOVA medidas repetidas; Nível de Significância, p≤0,01*; p≤0,05**.

Relativamente às variáveis da ApF (Rikli & Jones, 2001), podemos verificar no referido quadro que existe efeito significativo na interacção tempo x grupo nos testes FMS (F=13,562; p<0,001), FMI (F=14,228; p<0,001); FleS (F=6,664; p<0,001), FleI (F=6,677; p<0,001), RA (F=7,941; p<0,001), não revelando efeito significativo no teste TUG (F=2,560; p=0,061).

Comparativamente ao FMS verificou-se que a interacção tempo x grupo demonstrou diferenças estatisticamente significativas no GC (p=0,028; -3,12%) e nos grupos experimentais, GM (4,42%; p=0,001) e GP (3,99%; p=0,002). No

teste FMI, todos os grupos experimentais GM (23,75%; $p < 0,001$), GP (15,99%; $p = 0,003$) e GR (19,94%; $p = 0,002$) apresentaram valores estatisticamente significativos. Relativamente ao teste FleS, verificaram-se diferenças estatisticamente significativas entre o pré e o pós-teste em todos os grupos experimentais, GM (4,25%; $p = 0,005$), GP (4,43%; $p = 0,008$) e GR (4,42%; $p = 0,007$). Relativamente ao teste FleI, as diferenças estatisticamente significativas só se verificam no GM (2,89%; $p = 0,045$) e GP (3,57%; $p = 0,006$). No teste RA, só se verificaram diferenças estatisticamente significativas no GM (25,41%; $p < 0,001$).

Discussão

Os resultados deste estudo, mostraram a inexistência de efeitos significativos na intercepção tempo x grupo na CC após oito meses de intervenção com exercício físico, independentemente do tipo de treino utilizado. No entanto, os resultados indicaram um efeito significativo na ApF avaliada através da bateria de testes FFT (Rikli & Jones, 1999) na intercepção tempo x grupo em todos os grupos (GC, GM, GP e GR). Estes resultados sugerem que, apesar das diferentes abordagens ao tipo de treino, quando uma população de mulheres idosas independentes sem antecedentes de prática desportiva é submetida a um programa de treino devidamente orientado e supervisionado, as melhorias na funcionalidade são notórias. Assim, os resultados do nosso estudo sugerem que, independentemente do tipo de treino, o facto de aumentar os níveis de exercitação e de mobilização, quer em termos aeróbios, quer de reforço muscular parece constituir-se como um estímulo importante para a melhoria da capacidade física e funcional das mulheres idosas residentes na comunidade, mesmo na ausência de alterações importantes em termos de CC.

Da literatura por nós consultada, os efeitos dos diferentes tipos do treino sobre a CC não são consensuais, ou seja, enquanto uns autores relatam aumentos da massa magra (Campbell et al., 1999; Chillibeck et al., 2002; Janzen et al., 2006; Treuth et al., 1994) e reduções da massa gorda (Campbell et al., 1999; Chillibeck et al., 2002), outros estudos descrevem o não efeito do treino

(Kallinen et al., 2002; Takeshima et al., 2007; Toraman et al., 2004; Tsuzuku et al., 2007), não encontrando, tal como no presente estudo, diferenças significativas nas avaliações da CC, seja aquando da avaliação da percentagem de gordura corporal, massa isenta de gordura e/ou IMC. Uma possível explicação para este não efeito do treino poderá estar relacionada com a especificidade e intensidade do treino (Pedersen & Saltin, 2006). Ou seja, nenhum dos tipos de treino por nós implementado implica grandes quantidades de treino aeróbio que são aquelas aconselhadas para a perda de peso e massa gorda (Pedersen & Saltin, 2006). Durante o exercício aeróbio prolongado, o tipo de substrato energético varia dependendo da intensidade e duração, mas a mobilização dos lípidos a partir do tecido adiposo contribui significativamente como fonte de energia (Bouchard & Shephard, 1994). Neste sentido, o treino de resistência aeróbia parece ser aquele mais recomendado para induzir a mobilização de lípidos do tecido adiposo, levando eventualmente à redução na massa gorda e peso corporal (Bouchard & Shephard, 1994).

Por outro lado, seria pelo menos espectável que ocorressem alterações na massa muscular após treino de força, o que não ocorreu no presente estudo. As diferenças nos protocolos de treino e no método de avaliação podem, pelo menos em parte, justificar esta conflitualidade dos resultados. De acordo com vários autores, os treinos de força de elevada intensidade (>70% de 1RM), não utilizadas no presente estudo, parecem ser aqueles recomendados para o aumento da massa muscular (Docherty & Sporer, 2000; Hunter et al., 2004; Kalapotharakos et al., 2005). Segundo Kalapotharakos et al. (2005), para promover a hipertrofia, a intensidade de carga deve-se aproximar dos 60 a 85% de 1RM, com um volume superior a 3 séries de 8 a 15 repetições por exercício e cada grupo muscular deve ser exercitado entre 2 a 3 dias por semana com intervalo entre séries de 30 s a 1 minuto e a uma velocidade de execução lenta até porque o tempo de tensão é um importante estímulo para ajudar no aumento da hipertrofia muscular. Ora no nosso estudo, a velocidade de execução no treino de potência foi rápida (<10 seg) e com 3 a 4 séries de 3 a 6 repetições entre 40% a 60% de intensidade de 1RM durante 3 vezes por semana com intervalo de repouso entre séries de 3 a 5 minutos. Já no nosso treino de resistência de força, a velocidade de execução foi de moderada a

lenta em 2 a 3 séries de 8 a 12 rep entre 60% a 80% de intensidade de 1RM com um período de repouso de 1 a 2 minutos. Ou seja, tanto o treino de resistência como o treino de potência de força dos nossos grupos experimentais, não respeitaram as cargas, as séries e a velocidade de execução aconselhadas para o aumento da massa muscular (Kalapotharakos et al., 2005). Adicionalmente, este aumento de massa muscular depende de vários factores, como a resposta individual ao treino, intensidade e duração do programa de treino (ACSM, 2009b). É assim possível que a duração do treino seja também justificativa dos nossos resultados, sugerindo a possibilidade de aumentos na massa muscular caso o treino se prolongasse ao longo do tempo.

Relativamente ao IMC, embora não haja consenso, a maioria dos estudos reportam que, tal como verificado no presente estudo, o IMC permanece inalterado após o período de intervenção (Carmeli et al., 2000; Toraman et al., 2004) mesmo quando outros parâmetros funcionais apresentam melhorias significativas.

Assim e em concordância com estes autores (Carmeli et al., 2000; Toraman et al., 2004), o não efeito dos nossos protocolos de treino, poderá estar associado ao baixo dispêndio energético semanal total obtido com estas sessões de exercício físico, sendo os resultados mais evidentes quando as sessões englobam períodos com particular ênfase no trabalho aeróbio (Carmeli et al., 2000). Neste sentido, uma vez que a exercitação recomendada para alterar significativamente o peso corporal refere a necessidade de, pelo menos, cerca de 60 minutos de exercícios aeróbios (Pedersen & Saltin, 2006), é possível que a reduzida duração das actividades aeróbias no protocolo de treino multicomponente (aproximadamente 15 a 20 minutos com períodos de 8 a 10min) e a utilização de exercícios aeróbios apenas na fase de aquecimento do protocolo de treino de força tenham sido insuficientes para induzir alterações importantes em termos de CC das mulheres idosas.

Adicionalmente, a perda de peso requer um equilíbrio calórico negativo entre o gasto energético durante o exercício e a ingestão de alimentos, muitas vezes sobrecompensada nestes escalões etários mais velhos (Pedersen & Saltin, 2006). No nosso estudo, apesar de se ter pedido aos participantes para

manterem os seus hábitos nutricionais, não foi feito o controlo nutricional. Neste sentido, esta limitação do nosso estudo não permite uma análise mais crítica sobre os diferentes tipos de treino e dieta alimentar na CC (Rall & Roubenoff, 2004; Rydwick et al., 2008). Na realidade, o controlo nutricional tem sido indicado, a par do exercício físico regular, como uma terapêutica não farmacológica importante na prevenção e tratamento da obesidade (Spirduso et al., 2005).

Por fim, e ainda relativamente ao IMC, este indicador por si só, tem sido visto como menos ajustado à população idosa na medida em que, quer o numerador, quer o denominador são afectados pelo processo de envelhecimento/desuso, subestimando a quantidade de gordura corporal (Heiat et al., 2001; Wassertheil-Smoller et al., 2000). Ou seja, mesmo na ausência de alterações no peso corporal, os idosos tendem a ter uma maior percentagem de gordura e menor massa muscular comparativamente aos jovens. Assim, e de acordo com vários autores (Folsom et al., 2000; Janssen et al., 2005) é preciso ter algum cuidado na extrapolação dos resultados avaliados por IMC nestes escalões etários mais velhos.

Em resumo, e no que concerne à CC, para além dos factores nutricionais, pensamos que os nossos programas experimentais (GM, GP e GR) foram mais orientados para o reforço muscular e/ou treino da ApF global, não possuindo muitos exercícios direccionados especificamente para a perda de peso, da MG e %MG.

No entanto, apesar de não ser significativo o efeito sobre as variáveis da CC, foi possível observar após 8 meses de treino, uma influência positiva dos diferentes tipos de treino sobre a ApF das idosas da amostra.

Embora não haja concordância na literatura quanto aos efeitos do treino sobre os diferentes componentes da ApF dos idosos, alguns estudos, tal como o nosso, relatam melhorais na resistência aeróbia após treino multicomponente (Carvalho et al., 2009) mas não após treino específico de força (Cavani et al., 2002; DiBrezza et al., 2005; Henwood & Taaffe, 2006; Takeshima et al., 2007). Possivelmente, a estimulação da capacidade cardiovascular e respiratória nas sessões de treino multicomponente durante 15 a 20 minutos foram suficientes

para induzir alterações evidentes na capacidade aeróbia, mesmo sem alterações evidentes da CC. Pelo contrário, o período de aquecimento englobado nas sessões de treino de força parece ter sido insuficiente. Assim, os nossos resultados mostram a necessidade da sobrecarga e da especificidade do treino (ACSM, 2009a).

Relativamente à flexibilidade dos membros superiores (MS), verificaram-se diferenças estatisticamente significativas entre o pré e o pós-teste em todos os grupos experimentais, sendo que na flexibilidade dos membros inferiores (MI) só se verificam diferenças estatisticamente significativas nos grupos GM e GP. Embora a literatura não seja consensual quanto ao efeito do treino de força muscular sobre os valores da flexibilidade, onde alguns autores (Takeshima et al., 2007), contrariamente ao nosso estudo, não encontram melhorias significativas, outros autores (Cavani et al., 2002; Fatouros et al., 2006; Kalapotharakos et al., 2005), em concordância com os nossos resultados, observam melhores performances em mulheres idosas em termos de flexibilidade inferior e superior, outros só relatam melhorias apenas na parte superior do corpo (DiBrezza et al., 2005).

Possivelmente, o facto de termos incluído um treino específico de flexibilidade nos nossos grupos de treino de força, seja durante o aquecimento seja durante o retorno à calma com exercícios de alongamento dos principais grupos musculares exercitados poderá ter contribuído para os resultados positivos. Paralelamente, durante as sessões de treino de reforço muscular (GP e GR) tivemos a preocupação constante de, tal como recomendado pelo ACSM (2009b), realizar os movimentos nas máquinas de resistência variável na máxima amplitude individual, estimulando, quer os grupos musculares agonistas, quer os antagonistas. Tal facto poderá, ter igualmente contribuído para o efeito positivo deste tipo de treino nos níveis de flexibilidade das nossas idosas (Barbosa et al., 2002; Fatouros et al., 2006; Holland et al., 2002).

De igual forma, embora não seja consensual, resultados semelhantes ao grupo GM foram observados noutros estudos, após submeterem as suas amostras a treino multicomponente (Carvalho et al., 2009; Toraman et al., 2004). Também aqui, o facto de englobarmos treino específico de flexibilidade do trem superior

e inferior do corpo, utilizando para tal técnicas estáticas e dinâmicas e tendo alongado os músculos em toda a sua amplitude máxima individual, pode ter contribuído para o aumento da flexibilidade após treino multicomponente.,

Assim, embora numerosos estudos refiram a necessidade de inclusão de treino específico de flexibilidade (Fatouros et al., 2006; George, 2008; Spirduso et al., 2005), os nossos resultados sugerem que, quer o treino de força, desde que trabalhe na amplitude máxima individual de movimento, quer o treino multicomponente, englobando uma parte importante de treino de flexibilidade, parecem ser estratégias favoráveis ao aumento da flexibilidade, pelo menos nestas mulheres idosas independentes mas sem hábitos de prática desportiva anterior.

Relativamente à força do trem superior, apenas o treino de potência muscular e multicomponente induziram efeitos positivos. O facto de, ao contrário daquilo que seria de esperar, após o programa de 8 meses de treino o GR não apresentar valores estatisticamente significativos, em oposição a outros estudos (Cavani et al., 2002; DiBrezza et al., 2005; Fiatarone et al., 1994; Hakkinen et al., 2002; Kalapotharakos et al., 2005), poderá estar relacionado com os valores já elevados de força na avaliação inicial destas idosas. Ou seja, é possível que as idosas deste grupo possuam uma menor “janela de adaptação” uma vez que apresentam um nível mais elevado de força no início de treino, isto é, o seu potencial de alteração da força depois do treino será possivelmente menor (Kraemer & Hakkinen, 2002). Todavia apesar de não serem estatisticamente significativos os ganhos após treino de resistência de força, é importante realçar que a inactividade do GC induziu efeitos negativos sobre a força muscular. Assim, por comparação com o grupo controlo podemos sugerir uma tendência para a melhoria após o treino, ou pelo menos manutenção dos índices de força muscular.

Assim, podemos sugerir que qualquer um destes tipos de treino parece ser suficiente, pelo menos, para contrariar o efeito de perda com a idade, sendo este efeito mais evidente com treino de potência muscular e multicomponente.

Quanto à força do trem inferior, quer os grupos de força (GR e GP), quer o GM obtiveram resultados significativos. Como era de esperar, os programas de treino de força induziram efeitos positivos sobre a força muscular.

Tal como no presente estudo, alguns estudos apresentaram ganhos significativos de força dos MS e MI após treino multicomponente (Carvalho et al., 2009; Toraman et al., 2004). Assim e embora a inespecificidade associada a esta actividade mais generalizada tornar muitas vezes difícil a aplicação e conjugação do volume e da carga de treino, limitando a mensuração destas variáveis e o controlo de treino, no nosso estudo, o treino multicomponente demonstrou ser suficiente para criar mudanças positivas, ao nível da força do trem superior e inferior do corpo mesmo trabalhando a uma intensidade moderada de exercícios. Este facto é um dado importante na medida em que a diversidade do treino multicomponente com combinação de exercícios de resistência, força, equilíbrio e flexibilidade tem sido apresentado como uma das formas mais indicadas de treino para a população idosa (Carvalho et al., 2010; Carvalho et al., 2009).

No teste da agilidade e equilíbrio dinâmico, tal como o nosso estudo, outros autores (Serra-Rexach et al., 2011) demonstraram que o treino isolado de força muscular tem apenas um efeito limitado ou nulo na agilidade e no equilíbrio dinâmico, ao contrário de outros que demonstraram ganhos significativos nesta capacidade funcional (Cavani et al., 2002; DiBrezza et al., 2005; Takeshima et al., 2007). Também relativamente ao treino multicomponente parece não haver consenso quanto ao efeito deste tipo de treino na agilidade e no equilíbrio dinâmico onde autores, tal como nós, não verificaram diferenças estatisticamente significativas (Takeshima et al., 2007) e outros relatam efeitos positivos (Carvalho et al., 2009; Toraman et al., 2004). Uma justificação para este não-efeito poderá estar relacionado será com os valores do TUG iniciais de cada grupo experimental, que se revelaram ser superiores aos da média do FFT (Rikli & Jones, 2001). Assim, após 8 meses de treino, e apesar de aumentar em todos os grupos experimentais, a diminuição do tempo de execução não foi suficiente para se obter valores estatisticamente significativos.

Em resumo, após 8 meses de treino, podemos verificar que os diferentes programas de treino (GM, GP e GR) não induziram alterações significativas a nível da composição corporal, induzindo no entanto, alterações importantes em termos de aptidão funcional, em particular em termos de força muscular, resistência aeróbia e flexibilidade que são componentes, segundo alguns autores (Bouchard & Shephard, 1994; Chodzko-Zajko et al., 2009; Howley, 2001; Salem et al., 2009), tidos como fundamentais para a funcionalidade, autonomia e qualidade de vida desta população idosa. Todavia, os nossos resultados sugerem que dependente do tipo de treino, se observam maiores melhorias numa componentes da ApF comparativamente a outras. O treino multicomponente parece ser mais favorável a melhorias da força seja dos MS seja dos MI, da flexibilidade inferior e superior e da resistência aeróbia; já no grupo de treino GR, a ApF foi essencialmente melhorada em termos de força dos MI e da flexibilidade dos MS; por fim, após treino de potência muscular, a ApF foi significativamente melhorada em termos de força (MS e MI) e flexibilidade de ambos os membros (MS e MI). Assim, os nossos resultados sugerem que o treino multicomponente parece ser aquele que induz melhorias em mais componentes na ApF, exceção feita ao TUG e CC.

No que respeita à CC, os nossos resultados mostraram a ausência de efeito significativo de qualquer um dos programas de treino por nós implementado, sugerindo que será necessário aumentar o tempo de trabalho aeróbio (perto de 60 minutos) por forma a induzir diminuições da massa gorda (Pedersen & Saltin, 2006) e possivelmente aumentar a intensidade de carga (de 70 a 80% de 1 RM) e/ou aumentar o tempo de execução dos movimentos de reforço muscular e/ou aumentar o volume de treino pelo aumento do número de séries (>3) para que sejam observados aumentos da massa magra (Docherty & Sporer, 2000; Hunter et al., 2004; Kalapotharakos et al., 2005).

É relevante mencionar algumas limitações importantes neste estudo que podem influenciar a extrapolação dos nossos resultados. Na questão da CC, tal como referido anteriormente, a ausência de controlo alimentar não permite uma análise mais crítica sobre o efeito dos diferentes tipos de treino e da dieta alimentar na CC (Rall & Roubenoff, 2004; Rydwik et al., 2008). Por outro lado, a nossa amostra foi composta por idosas voluntárias e independentes,

portanto, limitando a generalização dos resultados à população idosa no geral. Outra limitação prendeu-se com facto de mesmo tendo-se pedido às idosas que continuassem com as suas rotinas diárias, não foi controlada a AF diária o que não nos possibilitou ter uma análise mais crítica sobre o efeito específico dos diferentes tipos de treino.

Todavia apesar destas limitações, parece-nos importante destacar os resultados do presente estudo na medida em que fornecem algumas directrizes acerca da eficiência do treino em idosas sugerindo que as idosas independentes devem procurar programas de EF a fim de melhorar ou manter o seu desempenho funcional. No entanto, serão necessários mais estudos futuros que confirmem (ou rejeitem) os nossos dados e que compararem os diferentes grupos de treino com mensuração de outras variáveis de análise.

Bibliografia

- ACSM. (1998). American College of Sports Medicine Position Stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*, 30(6), 975-991.
- ACSM. (2006). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription (7th ed.). *Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins*.
- ACSM. (2009a). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc*, 20(1), 1510-1530.
- ACSM. (2009b). American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*, 41(3), 687-708.
- Afghani, A., & Johnson, C. A. (2006). Resting blood pressure and bone mineral content are inversely related in overweight and obese Hispanic women. *Am J Hypertens*, 19(3), 286-292.
- Andrews, G. R. (2001). Promoting health and function in an ageing population. *BMJ*, 322(7288), 728-729.
- Barbosa, A. R., Santarem, J. M., Filho, W. J., & Marucci Mde, F. (2002). Effects of resistance training on the sit-and-reach test in elderly women. *J Strength Cond Res*, 16(1), 14-18.
- Bean, J. F., Kiely, D. K., Herman, S., Leveille, S. G., Mizer, K., Frontera, W. R., & Fielding, R. A. (2002). The relationship between leg power and physical performance in mobility-limited older people. *J Am Geriatr Soc*, 50(3), 461-467.

- Bean, J. F., Vora, A., & Frontera, W. R. (2004). Benefits of exercise for community-dwelling older adults. *Arch Phys Med Rehabil*, 85(7 Suppl 3), S31-42; quiz S43-34.
- Bohannon, R. W. (1997). Comfortable and maximum walking speed of adults aged 20-79 years: reference values and determinants. *Age Ageing*, 26(1), 15-19.
- Bouchard, C. S., & Shephard, R. J. (1994). Physical activity, fitness, and health: the model and key concepts. In Bouchard C, Shephard RJ, Stephens T (eds.), *Physical activity, fitness and health: international proceedings and consensus statement*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers, 77-88.
- Brach, J. S., & VanSwearingen, J. M. (2002). Physical impairment and disability: relationship to performance of activities of daily living in community-dwelling older men. *Phys Ther*, 82(8), 752-761.
- Brill, P. A., Macera, C. A., Davis, D. R., Blair, S. N., & Gordon, N. (2000). Muscular strength and physical function. *Med Sci Sports Exerc*, 32(2), 412-416.
- Campbell, W. W., Barton, M. L., Jr., Cyr-Campbell, D., Davey, S. L., Beard, J. L., Parise, G., & Evans, W. J. (1999). Effects of an omnivorous diet compared with a lactoovo-vegetarian diet on resistance-training-induced changes in body composition and skeletal muscle in older men. *Am J Clin Nutr*, 70(6), 1032-1039.
- Carmeli, E., Reznick, A. Z., Coleman, R., & Carmeli, V. (2000). Muscle Strength and Mass of Lower Extremities in Relation to Functional Abilities in Elderly Adults. *Gerontology*, 46(5), 249-257.
- Carvalho, J., Marques, E., Soares, J. M., & Mota, J. (2010). Isokinetic strength benefits after 24 weeks of multicomponent exercise training and a combined exercise training in older adults. *Aging Clin Exp Res*.
- Carvalho, J., Oliveira, J., Magalhães, J., Ascensão, A., Mota, J., & Soares, J. M. C. (2004). Força muscular em idosos I: Será o treino generalizado suficientemente intenso para promover o aumento da força muscular em idosos de ambos os sexos. *Rev Port Cien Desp*, 4(1), 51-57.
- Carvalho, M. J., Marques, E., & Mota, J. (2009). Training and detraining effects on functional fitness after a multicomponent training in older women. *Gerontology*, 55(1), 41-48.
- Cavani, V., Mier, C. M., Musto, A. A., & Tummers, N. (2002). Effects of a 6-week resistance-training program on functional fitness of older adults. *J Aging Phys Act*(10), 443-452.
- Chillibeck, D. P., Davison, K. S., Whiting, S. J., Suzuki, Y., Janzen, C. L., & Peloso, P. (2002). The effect of strength training combined with bisphosphonate (etidronate) therapy on bone mineral, lean tissue, and fat mass in postmenopausal women. *Scan J Phys Phar*, 80, 941-950.
- Chodzko-Zajko, W. J., Proctor, D. N., Fiatarone Singh, M. A., Minson, C. T., Nigg, C. R., Salem, G. J., & Skinner, J. S. (2009). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc*, 41(7), 1510-1530.
- Cuoco, A., Callahan, D. M., Sayers, S., Frontera, W. R., Bean, J., & Fielding, R. A. (2004). Impact of muscle power and force on gait speed in disabled older men and women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 59(11), 1200-1206.

- Cyarto, E. V., Brown, W. J., Marshall, A. L., & Trost, S. G. (2008). Comparison of the effects of a home-based and group-based resistance training program on functional ability in older adults. *Am J Health Promot*, 23(1), 13-17.
- Dening, T. R., Chi, L. Y., Brayne, C., Huppert, F. A., Paykel, E. S., & O'Connor, D. W. (1998). Changes in self-rated health, disability and contact with services in a very elderly cohort: a 6-year follow-up study. *Age Ageing*, 27(1), 23-33.
- Deschenes, M. R. (2004). Effects of aging on muscle fibre type and size. *Sports Med*, 34(12), 809-824.
- DiBrezzo, R., Shadden, B. B., Raybon, B. H., & Powers, M. (2005). Exercise intervention designed to improve strength and dynamic balance among community-dwelling older adults. *J Aging Phys Act*, 13(2), 198-209.
- Docherty, D., & Sporer, B. (2000). A proposed model for examining the interference phenomenon between concurrent aerobic and strength training. *Sports Med*, 30(6), 385-394.
- Doherty, T. J. (2003). Invited review: Aging and sarcopenia. *J Appl Physiol*, 95(4), 1717-1727.
- Edland, S. D., Rocca, W. A., Petersen, R. C., Cha, R. H., & Kokmen, E. (2002). Dementia and Alzheimer disease incidence rates do not vary by sex in Rochester, Minn. *Arch Neurol*, 59(10), 1589-1593.
- Fatouros, I. G., Kambas, A., Katrabasas, I., Leontsini, D., Chatzinikolaou, A., Jamurtas, A. Z., Douroudos, I., Aggelousis, N., & Taxildaris, K. (2006). Resistance training and detraining effects on flexibility performance in the elderly are intensity-dependent. *J Strength Cond Res*, 20(3), 634-642.
- Fiatarone, M. A., O'Neill, E. F., Ryan, N. D., Clements, K. M., Solares, G. R., Nelson, M. E., Roberts, S. B., Kehayias, J. J., Lipsitz, L. A., & Evans, W. J. (1994). Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *N Engl J Med*, 330(25), 1769-1775.
- Folsom, A. R., Kushi, L. H., Anderson, K. E., Mink, P. J., Olson, J. E., Hong, C. P., Sellers, T. A., Lazovich, D., & Prineas, R. J. (2000). Associations of general and abdominal obesity with multiple health outcomes in older women: the Iowa Women's Health Study. *Arch Intern Med*, 160(14), 2117-2128.
- George, J. (2008). *Effect of cardiovascular exercise training compared to strength flexibility training on inflammatory mediators in an elderly population*. United States -- Iowa: Iowa State University. Tese de apresentada à.
- Hakkinen, K., Kraemer, W. J., Pakarinen, A., Triplett-McBride, T., McBride, J. M., Hakkinen, A., Alen, M., McGuigan, M. R., Bronks, R., & Newton, R. U. (2002). Effects of heavy resistance/power training on maximal strength, muscle morphology, and hormonal response patterns in 60-75-year-old men and women. *Can J Appl Physiol*, 27(3), 213-231.
- Haskell, W. L., Lee, I. M., Pate, R. R., Powell, K. E., Blair, S. N., Franklin, B. A., Macera, C. A., Heath, G. W., Thompson, P. D., & Bauman, A. (2007). Physical Activity and Public Health: Updated Recommendation for Adults From the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *ACSM/AHA Circulation*, 116(9), 1081-1093.

- Heiat, A., Vaccarino, V., & Krumholz, H. M. (2001). An evidence-based assessment of federal guidelines for overweight and obesity as they apply to elderly persons. *Arch Intern Med*, 161(9), 1194-1203.
- Henwood, T. R., & Taaffe, D. R. (2006). Short-term resistance training and the older adult: the effect of varied programmes for the enhancement of muscle strength and functional performance. *Clin Physiol Funct Imaging*, 26(5), 305-313.
- Heymsfield, S. B., Smith, R., Aulet, M., Bensen, B., Lichtman, S., Wang, J., & Pierson, R. N., Jr. (1990). Appendicular skeletal muscle mass: measurement by dual-photon absorptiometry. *Am J Clin Nutr*, 52(2), 214-218.
- Holland, G. J., Tanaka, K., Shigematsu, R., & Nakagaichi, M. (2002). Flexibility and physical functions of older adults: a review. *J Aging Phys Act.*, 10, 169-206.
- Howley, E. T. (2001). Type of activity: resistance, aerobic and leisure versus occupational physical activity. *Med Sci Sports Exerc*, 33(6 Suppl), S364-369; discussion S419-320.
- Hunter, G. R., McCarthy, J. P., & Bamman, M. M. (2004). Effects of resistance training on older adults. *Sports Med*, 34(5), 329-348.
- Janssen, I., Katzmarzyk, P. T., & Ross, R. (2005). Body mass index is inversely related to mortality in older people after adjustment for waist circumference. *J Am Geriatr Soc*, 53(12), 2112-2118.
- Janzen, C., Chilibeck, P., & Davison, K. (2006). The effect of unilateral and bilateral strength training on the bilateral deficit and lean tissue mass in post-menopausal women. *Eur J Appl Physiol*, 97(3), 253-260.
- Kalapotharakos, V. I., Michalopoulos, M., Tokmakidis, S. P., Godolias, G., & Gourgoulis, V. (2005). Effects of a heavy and a moderate resistance training on functional performance in older adults. *J Strength Cond Res*, 19(3), 652-657.
- Kallinen, M., Sipilä, S., Alen, M., & Suominen, H. (2002). Improving cardiovascular fitness by strength or endurance training in women aged 76-78 years. A population-based, randomized controlled trial. *Age Ageing*, 31(4), 247-254.
- Kohrt, W. M. (1995). Body composition by DXA: tried and true? *Med Sci Sports Exerc*, 27(10), 1349-1353.
- Kraemer, W. J., & Hakkinen, K. (2002). *Strength Training for Sport* 1ed Oxford: Blackwell Publishing.
- Launer, L. J., Andersen, K., Dewey, M. E., Letenneur, L., Ott, A., Amaducci, L. A., Brayne, C., Copeland, J. R., Dartigues, J. F., Kragh-Sorensen, P., Lobo, A., Martinez-Lage, J. M., Stijnen, T., & Hofman, A. (1999). Rates and risk factors for dementia and Alzheimer's disease: results from EURODEM pooled analyses. EURODEM Incidence Research Group and Work Groups. European Studies of Dementia. *Neurol*, 52(1), 78-84.
- Lord, S. R., Ward, J. A., Williams, P., & Strudwick, M. (1995). The effect of a 12-month exercise trial on balance, strength, and falls in older women: a randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc*, 43(11), 1198-1206.
- Maroco, J. (2007). *Análise estatística - Com utilização do SPSS. Edição Sílabo, Lda. Lisboa.*

- Miller, M. E., Rejeski, W. J., Reboussin, B. A., Ten Have, T. R., & Ettinger, W. H. (2000). Physical activity, functional limitations, and disability in older adults. *J Am Geriatr Soc*, *48*(10), 1264-1272.
- Nelson, M. E., Rejeski, W. J., Blair, S. N., Duncan, P. W., Judge, J. O., King, A. C., Macera, C. A., & Castaneda-Sceppa, C. (2007). Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc*, *39*(8), 1435-1445.
- OMS. (2001). Organização Mundial de Saúde. The world health report. Geneva.
- Pedersen, B. K., & Saltin, B. (2006). Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease. *Scand J Med Sci Sports*, *16 Suppl 1*, 3-63.
- Puggaard, L., Pedersen, H. P., Sandager, E., & Klitgaard, H. (1994). Physical conditioning in elderly people. *Scand J Med Sci Sports*, *4*, 47-56.
- Rall, L. C., & Roubenoff, R. (2004). Rheumatoid cachexia: metabolic abnormalities, mechanisms and interventions. *Rheumat (Oxf)*, *43*(10), 1219-1223.
- Rikli, R. E., & Jones, C. J. (1999). Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. *J Aging Phys Act*, *7*(2), 129-161.
- Rikli, R. E., & Jones, J. J. (2001). Senior Fitness Test Manual. *Champaign IL: Human Kinetics*.
- Rydwik, E., Lammes, E., Frandin, K., & Akner, G. (2008). Effects of a physical and nutritional intervention program for frail elderly people over age 75. A randomized controlled pilot treatment trial. *Aging Clin Exp Res*, *20*(2), 159-170.
- Salem, G. J., Skinner, J. S., Chodzko-Zajko, W. J., Proctor, D. N., Fiatarone Singh, M. A., Minson, C. T., & Nigg, C. R. (2009). Exercise and Physical Activity for Older Adults. *Med Sci Sports Exerc*, *41*(7), 1510-1530.
- Serra-Rexach, J. A., Bustamante-Ara, N., Villaran, M. H., Gil, P. G., Ibanez, M. J. S., Sanz, N. B., Santamaria, V. O., Sanz, N. G., Prada, A. B. M., Gallardo, C., Romo, G. R., Ruiz, J. R., & Lucia, A. (2011). Short-Term, Light- to Moderate-Intensity Exercise Training Improves Leg Muscle Strength in the Oldest Old: A Randomized Controlled Trial. *J Am Geriatr Soc*, *59*(4), 594-602.
- Singh, M. A. (2002). Exercise comes of age: rationale and recommendations for a geriatric exercise prescription. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *57*(5), M262-282.
- Skelton, D. A., Greig, C. A., Davies, J. M., & Young, A. (1994). Strength, power and related functional ability of healthy people aged 65-89 years. *Age Ageing*, *23*(5), 371-377.
- Spiriduso, W. W., Francis, K. L., & MacRae, P. G. (2005). Physical Dimensions of Aging. 2 ed. *Champaign IL: Human Kinetics*.
- Takeshima, N., Rogers, N. L., Rogers, M. E., Islam, M. M., Koizumi, D., & Lee, S. (2007). Functional fitness gain varies in older adults depending on exercise mode. *Med Sci Sports Exerc*, *39*(11), 2036-2043.
- Toraman, N. F., Erman, A., & Agyar, E. (2004). Effects of multicomponent training on functional fitness in older adults. *J Aging Phys Act*, *12*(4), 538-553.

- Treuth, M. S., Ryan, A. S., Pratley, R. E., Rubin, M. A., Miller, J. P., Nicklas, B. J., Sorkin, J., Harman, S. M., Goldberg, A. P., & Hurley, B. F. (1994). Effects of strength training on total and regional body composition in older men. *J Appl Physiol*, 77(2), 614-620.
- Tsuzuku, S., Kajioka, T., Endo, H., Abbott, R. D., Curb, J. D., & Yano, K. (2007). Favorable effects of non-instrumental resistance training on fat distribution and metabolic profiles in healthy elderly people. *Eur J Appl Physiol*, 99(5), 549-555.
- Wassertheil-Smoller, S., Fann, C., Allman, R. M., Black, H. R., Camel, G. H., Davis, B., Masaki, K., Pressel, S., Prineas, R. J., Stamler, J., & Vogt, T. M. (2000). Relation of low body mass to death and stroke in the systolic hypertension in the elderly program. The SHEP Cooperative Research Group. *Arch Intern Med*, 160(4), 494-500.
- Wolfson, L. (2001). Gait and balance dysfunction: a model of the interaction of age and disease. *Neuroscientist*, 7(2), 178-183.

CAPÍTULO 7 – ESTUDO IV

Efeitos de três diferentes tipos de treino na força isocinética em idosas da comunidade.

Resumo

Objectivo: O objectivo do presente estudo foi examinar os efeitos de três distintos protocolos de exercício na força isocinética dos músculos isquiotibiais e quadríceps em mulheres idosas independentes. **Material e Métodos:** A amostra foi constituída por 80 idosas, divididas aleatoriamente em quatro grupos: grupo de controlo (GC; n=20, idade média=68,55±5,24 anos) que não foi submetido a prática regular de exercício físico, grupo de treino multicomponente (GM; n= 20, idade média=68,70±6,51 anos), grupo de treino de potência de força (GP; n=20, idade média=66,30±3,87anos) e por fim, grupo de treino de resistência de força (GR; n=20, idade média=67,10±5,46anos). A força isocinética foi avaliada em ambos os membros inferiores, através de um dinamómetro (*Biodex System 2, NY, USA*) em duas velocidades distintas: 60º/seg. (1.05 rad.seg.-1) e 180º/seg. (3.14 rad.seg.-1). Foi utilizada uma análise multivariada (ANOVA) de medidas repetidas em cada variável dependente, para detectar diferenças em cada grupo e em cada momento. Quando os valores de F foram significativos, foram analisadas as comparações múltiplas para as médias com o teste de Bonferroni (grupo x tempo). A percentagem de mudanças nas variáveis analisadas, foram calculadas para cada indivíduo utilizando a seguinte equação [(pós-teste - pré-teste)/pré-teste) x100]. Resultados: A ANOVA revelou efeito positivo significativo na interacção tempo x grupo apenas no GP a 180º/seg e 60º/seg na flexão do joelho do membro dominante (25,1%; p=0,5 e 18,49%; p=0,004, respectivamente) e não dominante (15,75%; p<0,046 e 11,79%; p=0,041, respectivamente). Pelo contrário, o GC apresentou efeito negativo significativo na interacção tempo x grupo a 180º/seg e 60º/seg na extensão do joelho do membro dominante (13,72%; p=0,008 e 14,43%; p=0,001, respectivamente) e não dominante (12,86%; p=0,003 e 15,78%; p=0,001, respectivamente). Os nossos achados fornecem dados que sugerem que o treino de potência de força parece ser o mais eficaz para aumentar a força isocinética em idosas independentes. Adicionalmente e apesar de não se ter encontrado efeito significativo nos demais grupos de treino, tendo por base os resultados do grupo controlo, podemos sugerir que embora não sejam observadas melhorias, os programas de treino parecem contribuir para atenuar a perda de força isocinética com a idade.

Abstract

Objective: To examine the effects of three different training protocols in quadriceps and hamstring isokinetic muscle strength of independent elderly women. Methods: The sample comprises 80 elderly independent women, randomly divided into four groups: control group (CG, n = 20, mean age = 68.55 ± 5.24 years), which was not submitted to regular exercise, multicomponent training group (MG, n = 20, mean age = 68.70 ± 6.51 years), muscle power training group (PG, n = 20, mean age = 66.30 ± 3.87 years) and finally, the muscular resistance strength training group (RG, n = 20, mean age = 67.10 ± 5.46 years). The isokinetic strength was measured in both lower limbs, using a dynamometer (Biodex System 2, NY, USA) at two different speeds: $60^\circ / \text{sec}$. ($1.05 \text{ rad.seg.}^{-1}$) and $180^\circ / \text{sec}$. ($3.14 \text{ rad.seg.}^{-1}$). A multivariate analysis (ANOVA) with repeated measures on each dependent variable was used in order to detect differences in each group and each time. When the F values were significant, multiple comparisons were analysed for means with the Bonferroni test (group x time). The percentage change in variables was calculated for each individual using the following equation [(post-test - pre-test) / pre-test) x100]. Results: ANOVA revealed a significant positive effect on the interaction time x group only in the PG at $180^\circ / \text{sec}$ and $60^\circ / \text{sec}$ knee flexion in the dominant (25.1% , $p = 0.5$ and 18.49% , $p = 0.004$, respectively) and non-dominant (15.75% , $p < 0.046$ and 11.79% , $p = 0.041$, respectively). In opposition, the CG had significant negative effect on the interaction time x group at $180^\circ / \text{sec}$ and $60^\circ / \text{sec}$ on the extension of the dominant knee (13.72% , $p = 0.008$ and 14.43% , $p = 0.001$, respectively) and non-dominant (12.86% , $p = 0.003$ and 15.78% , $p = 0.001$, respectively). Our findings suggest that muscle power training seems to be the most effective for increasing isokinetic strength in older independent women. Additionally, and although no significant effect was found in other training groups, based on the control group results, data suggest that even without significant improvements, all the training programs appear to contribute to mitigate the age-related loss on isokinetic strength.

Introdução

O envelhecimento muscular com implicações sobre a redução no tamanho do músculo (atrofia muscular), perda de unidades motoras e declínio da velocidade de contracção muscular e por conseguinte, com diminuição da força, potência e resistência muscular está bem documentado na literatura (Aniansson & Gustafsson, 1981; Bembem, 1998; Frontera et al., 2000). Ou seja, a literatura é consensual ao afirmar que existem alterações no desempenho muscular e motor associadas à sarcopenia (Frontera et al., 2000; Greenlund & Nair, 2003; Porter, 2006; Vandervoort, 2002). Estas perdas da função muscular, por seu turno, vão diminuir a capacidade de execução das actividades da vida diária contribuindo para a dependência física, para além de aumentarem o risco de quedas (Cress & Meyer, 2003; Jagger et al., 1993; Posner et al., 1995).

Para além da força e resistência muscular, a potência muscular é cada vez mais considerada como determinante para a autonomia do idoso. Por exemplo, alguns estudos têm sugerido que a perda da potência dos membros inferiores desempenha um papel primordial na mobilidade funcional e prevenção de quedas (Bassey et al., 1992; Bean, Kiely, et al., 2002; Bean et al., 2003; Marsh et al., 2006). Autores como (Bean et al., 2003; Suzuki et al., 2001) têm demonstrado que a maior dificuldade em realizar determinadas tarefas motoras diárias, tais como a capacidade de subir e descer de uma cadeira, subir escadas, andar rapidamente, podem estar mais associadas com a perda da potência do que com a perda da força muscular. Adicionalmente, os estudos tem sugerido que a taxa de perda da potência neuromuscular excede a taxa de perda de força com a idade (Hakkinen & Hakkinen, 1991; McNeil et al., 2007). Assim, para além da força é cada vez mais determinante encontrar meios que atenuem a diminuição progressiva da potência muscular.

Diferentes estudos têm mostrado que a funcionalidade muscular pode ser melhorada após treino (Aquino et al., 2002; Carvalho et al., 2010). Entre outros, o treino de resistência de força parece não apenas induzir melhorias na força muscular, mas também na potência muscular (Henwood et al., 2008; Hurley & Roth, 2000), estando, no entanto, descrito que os programas de treino que

impliquem elevada velocidade de execução de movimentos estão associados a maiores aumentos na potência muscular. O termo treino de potência tem sido mais comumente utilizado para descrever o treino da força que é realizado com repetições concêntricas o mais rápido possível e com as fases excêntricas em 2-3 segundos (Bean et al., 2009; de Vos et al., 2005; Henwood & Taaffe, 2005; Marsh et al., 2009; Orr et al., 2006). Apesar deste tipo de treino mostrar igualmente benefícios positivos na força e potência muscular, são escassos os estudos que examinaram este tipo de treino em idosos (Bosco & Komi, 1980; Henwood et al., 2008).

Por outro lado, o treino multicomponente tem vindo a ser cada vez mais recomendado e aceite como o ideal para a população idosa (Carvalho et al., 2010; Worm et al., 2001). Todavia, para além de mais escassos comparativamente ao treino de força, os resultados dos estudos com esta metodologia de treino tem mostrado dados contraditórios, uma vez que tanto são descritos benefícios positivos sobre a função muscular (Toraman et al., 2004; Worm et al., 2001), como está relatado o seu não efeito (Nelson et al., 2004; Puggaard, 2003).

Assim, enquanto os efeitos do treino de resistência de força sobre a funcionalidade muscular parecem ser mais ou menos consensuais, os efeitos, quer do treino de potência de força, quer do treino multicomponente são muitas vezes contraditórios. Para além disso, a maioria dos estudos que relatam efeitos na força muscular após treino multicomponente e mesmo após treino de potência muscular, usam metodologias de avaliação mais baseadas em testes funcionais e clínicos (Carvalho et al., 2009; Henwood et al., 2008), sendo que a avaliação isocinética, considerada por alguns autores como o teste de avaliação da força muscular que apresenta o grau mais elevado de previsão científica (Suetta, Magnusson, et al., 2004), tem sido menos frequente usada porque tem um elevado custo comparativamente aos demais testes, factor que tem impedido a sua utilização em muitos estudos epidemiológicos (ACSM, 2006).

Desta forma, o objectivo do presente estudo foi examinar os efeitos de três protocolos de exercício (Multicomponente versus Potência de Força versus

Resistência de Força) na força isocinética dos músculos isquiotibiais e quadríceps em idosas independentes.

Material e métodos

Amostra

A amostra foi constituída por 80 idosas voluntárias, divididas aleatoriamente em quatro grupos: (i) grupo de controlo (GC), não submetido a prática regular de EF; (ii) grupo submetido a treino de potência de força (GP); (iii) grupo submetido a um programa de treino de resistência de força (GR) e, (iv) grupo que realizou um treino multicomponente baseado em sessões de ginástica de manutenção (GM).

A participação dos indivíduos em estudo foi submetida à obtenção prévia do consentimento informado. Assim, as idosas foram inicialmente informadas acerca da descrição dos objectivos do estudo, bem como, esclarecidas sobre a contribuição voluntária dessa participação e que dessa não decorreria quaisquer custos ou riscos. Foi também garantida a confidencialidade dos dados pessoais e respectivo anonimato de todos as idosas que participaram neste estudo.

Foram considerados os seguintes critérios de inclusão: (i) possuir idade acima de 65 (inclusive) anos; (ii) não participar em sessões de EF regulares (entendido como a realização de exercício moderado a vigoroso durante 20 minutos ou mais pelo menos 2 vezes por semana) há pelo menos 1 ano; (iii) não apresentar manifestações clínicas severas de doenças crónicas neuromusculares, cardiovasculares e metabólicas que pudessem comprometer a sua segurança nas sessões de exercício físico e/ou avaliações e (iv) apresentar disponibilidade para participar nas sessões trissemanais de exercício e nos diferentes momentos de avaliação.

Como critério de exclusão foi considerado a ausência a um dos momentos de avaliação e para os indivíduos do grupo de controlo, a participação durante a pesquisa em qualquer programa de exercício físico regular. No caso dos

grupos experimentais, foram ainda considerados os seguintes critérios de exclusão: ausência a mais de 15% do total das sessões e/ou faltar a 10 sessões de treino consecutivas.

Foi também pedido aos participantes do estudo para continuarem as suas actividades de rotina do dia-a-dia, seja em termos de padrão de AF, seja em termos de padrão nutricional. De igual modo, a todos os sujeitos que estavam a tomar medicação foi pedido para a manterem até final do estudo. A assiduidade dos elementos de cada grupo experimental (GM, GP e GR) foi controlada e calculada a média de vezes por semana de participação nas sessões entre os dois momentos de avaliações, sendo esta de 96%.

As principais características e constituição da amostra são apresentadas no Tabela 1.

Tabela 1 – Principais características dos grupos GC (n=20), GM (n=20), GP (n=20) e GR (n=20).

	GC	GM	GP	GR
	Média±DP	Média±DP	Média±DP	Média±DP
Idade (Anos)	68,55±5,24	68,70±6,51	66,30±3,87	67,10±5,46
Peso (kg)	69,62±15,78	71,31±14,28	75,54±10,72	73,31±16,98
Estatura (cm)	152,82±5,25	151,07±5,53	164,24±7,97	152,78±5,84

Programas de Intervenção

Os programas trisemanais de EF tiveram a duração de 8 meses (de Outubro a Junho do ano civil seguinte) em dias não consecutivos (segunda, quarta e sexta-feira).

Programa de treino de força: Cada sessão dos grupos experimentais de treino de força (GP e GR), iniciou-se com um aquecimento com duração de aproximadamente 8-10 minutos onde se utilizou uma caminhada e/ou bicicleta ergométrica (Tectrix, Bike-Max, USA) e/ou remo ergométrico (Concept II, Morrisville, VR, USA) em baixa intensidade e alguns exercícios de alongamento. Na parte fundamental do treino, ocorreu um período de treino

específico de força (ver descrição que se segue para cada tipo de treino) realizando 6 exercícios nas seguintes máquinas de resistência variável (Nautilus Sports/Medical Industries, Independence, VA, USA): prensa de pernas, tronco, supino, puxador alto, extensão de pernas e flexão de pernas.

Em ambos os programas de treino de força, as idosas realizaram um conjunto de exercícios de reforço da musculatura abdominal e lombar (3 séries de 15 a 20 repetições). No final, cada sessão de treino englobou exercícios de relaxamento e alongamento dos principais grupos musculares exercitados (5-10min).

O planeamento dos programas de treino de potência e de força muscular seguiram as recomendações do ACSM (2009b). A intensidade do treino foi aumentando gradualmente durante as primeiras duas semanas de acordo com o modelo de periodização linear. As sessões durante a primeira semana foram importantes para determinar a repetição máxima individual (1RM) e para familiarizar os participantes com as máquinas (execução correcta e respiração). A repetição máxima individual foi realizada a cada duas semanas durante o primeiro mês e depois a cada quatro semanas até o fim do programa. A intensidade dos exercícios foi mantida em 12-14 na escala de percepção subjectiva de esforço Borg (1998)

Programa de Potência de Força: Os exercícios foram organizados por estações. Devido à grande participação do sistema nervoso neste tipo de trabalho, os exercícios mais complexos (multiarticulares) foram os primeiros a serem executados para evitar efeitos de fadiga na sua realização (ACSM, 2009b). A velocidade de execução do exercício foi rápida (<10seg) e de acordo com a adaptação ao treino, foram efectuadas 3 a 4 séries de 3 a 6 repetições, tendo a intensidade variado entre 40% (primeiras 4 semanas) até 60% de 1 RM. O intervalo de repouso variou entre 3 a 5 minutos para permitir a recuperação completa.

Programa de Resistência de Força: Os exercícios foram organizados por estações, com um período de repouso de aproximadamente de 1 a 2 minutos. Foram realizadas 2 a 3 séries de 8 a 12 repetições entre 60% a 80% de 1RM. Por questões de familiarização e segurança do treino, a intensidade da carga

na primeira semana foi apenas de 40 – 60% de 1 RM (entre 15 a 20 repetições). As cargas foram leves a moderadas com mais repetições com menor tempo de intervalo em comparação com o treino de potência.

Programa multicomponente: Este programa foi planeado tendo em conta as recomendações delineadas por Carvalho et al. (2009). As sessões de cerca de 50-60 minutos foram constituídas por cinco partes fundamentais: 1) 5-8 minutos de aquecimento geral, incluindo caminhada lenta e exercícios de alongamento; 2) caminhada envolvendo exercícios aeróbios, *jogging*, ginástica aeróbica e dança (15-20 min), com o mínimo de 8-10 min por episódio, sendo que a intensidade foi mantida em 12-14 na escala de percepção subjectiva de esforço Borg (1998); 3) 1 a 3 séries de exercícios de resistência muscular com elásticos e pesos livres realizados em circuito (período de descanso de 40-60-s entre séries), envolvendo os principais grupos musculares, tais como flexores/extensores do joelho, abdutores e adutores do ombro, flexores/extensores do cotovelo, peitorais, abdominais, etc. De modo a permitir uma familiarização adequada com os exercícios e a execução correcta das técnicas de respiração, a intensidade de treino foi menor no início do mês. Os participantes realizaram, inicialmente, 8 repetições numa só série e foram progredindo gradualmente para as 12 a 15 rep e 3 séries; 4) treino do equilíbrio estático e dinâmico utilizando bastões, bolas e balões durante 5-8 min; 5) no final de cada sessão, houve um período de retorno à calma de cerca de 5 min envolvendo exercícios respiratórios e alongamentos.

Avaliações

Força Isocinética: A avaliação da força isocinética dos músculos extensores e flexores do joelho foi realizada em ambos os membros inferiores, através de um dinamómetro (*Biodex System 2, NY, USA*) em duas velocidades distintas: 60°/seg. e 180°/seg.. A posição e o alinhamento das articulações do sujeito para a flexão/extensão do joelho foram executados seguindo os pressupostos das instruções do equipamento da *Biodex Medical System, Inc* (Wilk, 1991). Após as idosas estarem confortavelmente instaladas no aparelho, colocaram-se as bandas bem ajustadas ao nível do tronco, bacia e coxa de modo a

ficarem bem estabilizados, delimitando o mais possível, o movimento à flexão e extensão do joelho. O eixo de rotação do dinamómetro foi alinhado com o epicôndilo femoral e a carga de resistência foi colocada cerca de 2 centímetros acima do maléolo interno. A referência anatómica angular da articulação do joelho introduzida no dinamómetro foi obtida mediante a utilização de um goniómetro. Os possíveis erros introduzidos no torque pela força da gravidade foram corrigidos com base no peso do membro inferior a 0°/seg. e calculados pelo próprio “software” do equipamento.

Antes da realização do teste, as idosas realizaram um aquecimento estandardizado numa bicicleta ergométrica (Monark, Sweden) durante 5 minutos, a 60 rotações por minuto, utilizando para tal, uma carga correspondente a 2% do seu peso corporal. As idosas tiveram, ainda, um período de habituação ao dinamómetro mediante a realização de 10 repetições submáximas de extensão/flexão do joelho às velocidades do teste, seguidas de um período de descanso de 2 minutos.

Para o teste, as idosas efectuaram cinco repetições máximas a 180°/seg. e três a 60°/seg. com um período de repouso de 2 minutos entre os testes. Para a avaliação da força máxima, foi requerida a totalidade do movimento do membro inferior desde a posição de flectido a 90° até à máxima extensão possível. As idosas foram informadas que tinham que exercer a força máxima tanto na extensão como na flexão do joelho. Durante o teste, todas as participantes foram verbalmente encorajadas para desenvolverem a sua força máxima, não tendo quaisquer “feedbacks” visuais. Foram considerados os seguintes parâmetros para os dois membros: Momento máximo (peak torque – N.m); Razão extensores/flexores, (isquiotibiais/quadríceps - %) que representa a razão entre o momento máximo da flexão e da extensão do joelho.

Análise estatística

De forma a garantir a normalidade da amostra, objectivando a utilização de testes paramétricos, foi necessária a verificação simultânea das seguintes condições: (1) que a variável dependente possuísse distribuição normal, sendo para tal realizado o teste de Kolmogorov-Smirnov, sendo esta normal; (2) que as variâncias populacionais se apresentassem homogêneas, o que foi confirmado com base no teste de Levene (Maroco, 2007).

A significância das variáveis estudadas sobre os 4 grupos nos 2 momentos amostrados foi avaliada por uma análise multivariada (ANOVA) de medidas repetidas em cada variável dependente, para detectar diferenças em cada grupo e em cada momento. Quando os valores de F foram significativos, foram analisadas as comparações múltiplas para as médias com o teste de Bonferroni (grupo x tempo).

A percentagem de mudanças (% de alteração) nas variáveis analisadas, foram calculadas para cada indivíduo utilizando a seguinte equação [(pós-teste – pré-teste)/pré-teste) x100].

A significância estatística foi fixada em $p < 0,05$, e todas as análises foram realizadas com SPSS (versão 19.0).

Resultados

Na Tabela 2, são apresentados os valores relativos aos resultados do teste da força isocinética a 180°/seg de ambos os membros inferiores (MI).

Tabela 2 – Valores da força muscular isocinética de ambos os membros inferiores na velocidade de 180°/seg. (Peak Torque, N.m; razão flexores/extensores, %).

Variável	Grupo	Pré-teste	Pós-teste	%Δ	p	p
		Média±DP	Média±DP	Média±DP	tempo	gruportempo
EJ180°PD (N.m)	GC	60,71 ± 13,30	51,86 ± 11,37**	-13,72 ± 12,27	0,777	<0,001**
	GM	57,13 ± 13,70	59,17 ± 10,55	6,76 ± 23,73		
	GP	80,08 ± 16,23	82,68 ± 16,89	5,35 ± 23,37		
	GR	57,44 ± 15,88	62,97 ± 13,70	12,84 ± 20,68		
EJ180°PND (N.m)	GC	57,49 ± 11,59	49,64 ± 9,26**	-12,86 ± 9,63	0,208	0,001**
	GM	55,89 ± 8,72	56,38 ± 12,97	3,14 ± 25,86		
	GP	75,34 ± 17,45	75,72 ± 16,36	1,50 ± 12,60		
	GR	57,46 ± 15,00	60,51 ± 13,81	7,12 ± 15,56		
FJ180°PD (N.m)	GC	34,81 ± 9,52	30,19 ± 8,92	-10,47 ± 23,95	0,083	0,005*
	GM	35,72 ± 12,89	36,50 ± 7,83	13,86 ± 45,51		
	GP	46,61 ± 12,49	54,75 ± 10,65*	25,10 ± 41,32		
	GR	33,11 ± 9,81	37,67 ± 11,69	18,05 ± 35,38		
FJ180°PND (N.m)	GC	33,80 ± 8,10	32,01 ± 6,84	-1,79 ± 26,18	0,057	0,023*
	GM	35,17 ± 10,67	35,28 ± 7,52	7,18 ± 33,80		
	GP	47,73 ± 11,63	53,78 ± 10,73*	15,75 ± 21,32		
	GR	33,92 ± 7,24	36,71 ± 8,90	8,96 ± 20,91		
F/EJ180°PD (%)	GC	57,31 ± 10,78	58,20 ± 15,62	1,90 ± 19,32	0,047*	0,211
	GM	61,34 ± 12,63	61,92 ± 13,21	5,56 ± 34,73		
	GP	58,50 ± 12,63	67,68 ± 14,19	19,61 ± 31,43		
	GR	57,14 ± 11,37	59,57 ± 14,39	4,98 ± 21,24		
F/EJ180°PND (%)	GC	59,28 ± 13,17	64,63 ± 16,89	12,22 ± 33,65	0,017*	0,278
	GM	62,64 ± 13,28	63,28 ± 9,49	4,09 ± 21,83		
	GP	64,14 ± 13,30	72,43 ± 14,08	15,23 ± 22,47		
	GR	60,62 ± 10,70	61,76 ± 13,61	3,14 ± 21 ± 49		

Valores médios e respectivos desvios-padrão (Média±DP); EJ= Extensão do Joelho; FJ= Flexão do Joelho; F/EJ= Razão Flexão/Extensão do Joelho; PD= Perna Dominante; PND= Perna não Dominante; Valores de *p*: ANOVA medidas repetidas; Nível de Significância, $p \leq 0,01^{**}$; $p \leq 0,05^{*}$.

A ANOVA revelou efeito significativo na interação tempo x grupo nas seguintes variáveis do isocinético a 180°/seg.: EJ180PD ($F(3; 76) = 7,351$, $p < 0,001$); EJ180PND ($F(3; 76) = 5,831$, $p = 0,001$); FJ180PD ($F(3; 76) = 4,685$, $p = 0,005$); e FJ180PND ($F(3; 76) = 3,379$, $p = 0,023$).

Observando a interação entre os grupos x tempo, verificaram-se diferenças estatisticamente significativas entre o pré e o pós-teste no sentido negativo no GC na EJ180PD (13,72%; $p = 0,008$) e na EJ180PND (12,86%; $p = 0,003$). Foram observadas também melhorias significativas no grupo GP na FJ180PD (25,1%; $p = 0,05$) e na FJ180PND (15,75%; $p < 0,046$). Não se encontraram diferenças significativas nos grupos na razão isquiotibiais /quadriceps em nenhum dos membros estudados.

Na tabela 3, são apresentados os valores relativos aos resultados do teste da força isocinética a 60°/seg de ambos os membros inferiores (MI).

Tabela 3 – Valores da força muscular isocinética de ambos os membros inferiores na velocidade de 60°/seg. (Peak Torque, N.m; razão flexores/extensores, %).

Variável	Grupo	Pré-teste Média±DP	Pós-teste Média±DP	%Δ Média±DP	p (tempo)	p (gruoptempo)
EJ60°PD (N.m)	GC	98,67 ± 17,97	83,79 ± 15,78**	-14,43 ± 11,15	0,651	<0,001**
	GM	89,44 ± 18,67	92,46 ± 14,58	7,30 ± 28,45		
	GP	127,67 ± 26,49	131,74 ± 25,91	4,88 ± 20,24		
	GR	92,71 ± 23,82	97,41 ± 23,06	6,50 ± 15,66		
EJ60°PND (N.m)	GC	93,20 ± 15,79	77,90 ± 15,76**	-15,78 ± 13,37	0,181	<0,001**
	GM	89,52 ± 12,86	90,52 ± 20,39	4,52 ± 33,21		
	GP	118,87 ± 25,63	119,50 ± 27,45	0,89 ± 13,26		
	GR	90,99 ± 22,81	97,34 ± 23,57	8,37 ± 18,14		
FJ60°PD (N.m)	GC	48,51 ± 12,47	41,27 ± 10,02	-12,98 ± 17,90	0,017*	<0,001**
	GM	45,72 ± 11,76	50,55 ± 11,20	17,92 ± 42,68		
	GP	64,76 ± 14,72	74,70 ± 14,79*	18,49 ± 27,67		
	GR	45,32 ± 11,78	49,88 ± 14,96	11,05 ± 24,97		
FJ60°PND (N.m)	GC	49,04 ± 10,47	41,94 ± 8,48*	-12,68 ± 17,31	0,539	<0,001**
	GM	48,04 ± 9,09	49,09 ± 9,85	4,55 ± 23,10		
	GP	67,96 ± 17,29	74,89 ± 18,04*	11,79 ± 17,93		
	GR	47,43 ± 9,96	49,14 ± 10,92	4,12 ± 15,03		
F/EJ60°PD (%)	GC	48,96 ± 7,48	49,16 ± 10,93	1,20 ± 21,26	0,006*	0,168
	GM	50,73 ± 5,58	54,70 ± 11,75	8,39 ± 22,89		
	GP	50,88 ± 6,68	57,71 ± 10,86	13,93 ± 17,49		
	GR	49,63 ± 7,84	51,18 ± 9,04	4,30 ± 19,27		
F/EJ60°PND (%)	GC	53,04 ± 10,34	54,38 ± 13,75	4,21 ± 27,69	0,195	0,080
	GM	54,62 ± 10,61	54,86 ± 9,37	2,32 ± 17,72		
	GP	56,91 ± 8,19	63,39 ± 10,75	12,37 ± 17,62		
	GR	51,37 ± 7,33	53,32 ± 8,61	2,91 ± 11,35		

Valores médios e respectivos desvios-padrão (Media±DP); EJ= Extensão do Joelho; FJ= Flexão do Joelho; F/EJ= Razão Flexão/Extensão do Joelho; PD= Perna Dominante; PND= Perna não Dominante; Valores de p: ANOVA medidas repetidas; Nível de Significância, p≤0,01**; p≤0,05*.

A ANOVA revelou efeito significativo na intercepção grupo x tempo nas seguintes variáveis do isocinético a 60°: EJ60PD (F (3; 76) = 7,655, p<0,001); EJ60PND (F (3; 76) = 7,130, p<0,001); FJ60PD (F (3; 76) = 8,619, p<0,001); e FJ60PND (F (3; 76) = 7,613, p<0,001). Ou seja, na velocidade de 60°/seg., verificaram-se alterações em todos os grupos e em todos os movimentos avaliados, todavia, não se observaram alterações significativas na razão isquiotibiais/quadriceps em nenhum dos membros estudados.

Analisando a interação entre o grupo x tempo, verificaram-se diferenças estatisticamente significativas entre o pré e o pós-teste no sentido negativo no GC na EJ60PD (14,43%; p=0,001), na EJ60PND (15,78%; p=0,001) e na FJ60PND (12,68%; p=0,032). No GP, verificaram-se ganhos significativos na

força isocinética na FJ60PD (18,49%; $p=0,004$) e na FJ60PND (11,79%; $p=0,041$).

Discussão

Os dados do presente estudo mostraram que apenas se verificaram melhorias estatisticamente significativas na força isocinética após 8 meses de treino trissemanal de potência de força no movimento de flexão do joelho de idosas independentes. Ou seja, este tipo de treino parece ser aquele mais eficaz no sentido da melhoria dos índices de força isocinética de mulheres idosas residentes na comunidade.

No entanto, os resultados do nosso estudo mostraram igualmente que o grupo não submetido a qualquer tipo de treino (grupo controle) apresentou declínios significativos no movimento de extensão do joelho em ambas as velocidades (60°/seg e 180°/seg) sugerindo, em concordância com a literatura (ACSM, 2009; Wilmore & Costill, 2004), o declínio dos índices de força com a idade na ausência de treino. Assim e embora os restantes tipos de treino não tenham induzido melhorias significativas nos índices de força isocinética, tudo sugere que a exercitação trissemanal durante 8 meses ajuda, pelo menos, na manutenção ou atenuação do declínio observado com a idade. Deste modo, os nossos resultados apontam no sentido da potencial influência dos diferentes programas de exercício físico, sendo as melhorias observadas mais exuberantes e significativas após treino de potência de força, pelo menos nestas mulheres idosas independentes e residentes na comunidade.

Tendo em conta os nossos resultados, o GM, apesar de ter aumentos percentuais em todas as variáveis do Peak Torque, estes não foram significativos, ou seja, não apresentaram valores que substanciem que o treino multicomponente tem efeito na melhoria da força muscular isocinética das idosas da nossa amostra. De acordo com o nosso conhecimento, somente quatro estudos que usaram o treino multicomponente (Carmeli et al., 2000; Carvalho et al., 2010; Rubenstein et al., 2000; Worm et al., 2001) e simultaneamente o teste isocinético para avaliar as alterações da força muscular. O estudo de Carvalho et al. (2010) indicou, tal como o nosso estudo,

que o treino multicomponente duas vezes por semana tem um efeito limitado sobre a força muscular isocinética. Em concordância com as autoras, uma justificção para o não efeito do treino multicomponente sobre a força isocinética poderá estar relacionado com as características globais deste tipo de metodologia de treino onde os exercícios de força são apenas realizados durante uma parte da aula e, por norma, tal como no presente estudo, se utilizar como cargas externas apenas o peso do próprio corpo, pesos livres ou bandas elásticas em vez de máquinas de resistência variável que permitem uma maior individualização das cargas.

No estudo de Carvalho et al. (2010), em idosos independentes de ambos os sexos, após adicionado a um grupo de treino multicomponente um protocolo de exercícios de força, foram observados aumentos da força isocinética em ambos os membros inferiores e em ambas as velocidades (180°/seg e 60°/seg). Assim, possivelmente a inespecificidade do treino generalizado implicado no treino multicomponente e a menor individualização das cargas, podem estar na génese no não efeito deste tipo de treino que visa o desenvolvimento de diferentes componentes da aptidão física.

Já no estudo de Carmeli et al. (2000) foi observada uma mudança pequena, mas estatisticamente significativa na força isocinética dos extensores e flexores do joelho. Todavia, a amostra do estudo destes autores foi constituída por adultos idosos institucionalizados, o que poderá justificar o seu efeito. Assim, provavelmente a discrepância dos nossos resultados face ao estudo anteriormente referido (Carmeli et al., 2000) poderá, entre outros factores, residir nas diferentes características da amostra. No nosso estudo a amostra foi constituída por idosas da comunidade que provavelmente terão uma menor “janela de adaptação” ao treino quando comparados com idosos institucionalizados. Possivelmente os idosos institucionalizados partem de um nível de *baseline* mais baixo e por isso, têm possibilidade de conseguir maiores ganhos em termos de força isocinética com o treino. Na realidade, observando o estudo de Carmeli et al. (2000), as idosas institucionalizadas apresentaram valores de força isocinética de *baseline* do membro estudado (dominante) inferiores às idosas da nossa amostra (p. ex, EJ60 80±18 N.m vs 89,44±18,67 N.m; FJ60 (44±18 N.m vs 45,72±11,76 N.m)

Da mesma forma, Rubenstein et al. (2000) constataram um aumento significativo na força isocinética de flexão no joelho direito avaliada a 60°/seg. No entanto, a diferença não foi significativa quando comparada com o grupo controle, isto porque, segundo os autores, apenas na flexão do joelho direito a 60°/seg é que os valores *baseline* foram superiores aos valores de *baseline* do grupo de controle. Pelo contrário para a extensão a 60°/seg do joelho esquerdo e para a flexão de ambos os membros a 60°/seg os valores *baseline* do grupo de controle foram sempre superiores. Ou seja, reforçando a nossa hipótese anteriormente colocada quanto à “janela de adaptação” face aos valores iniciais, estes autores sugerem que, os valores altos *baseline* do grupo de controle em comparação com o grupo experimental poderão explicar a ausência de diferenças significativas entre os grupos.

Quando verificamos os nossos resultados tendo em conta o grupo de treino de força (GR), verificamos que os 8 meses de treino, não foram capazes de induzir alterações na força isocinética nos momentos de *peak torque* nem na razão isquiotibiais/quadriceps de ambos os membros inferiores e em ambas as velocidades (180°/seg e 60°/seg). Comparando os nossos resultados com outros estudos que utilizaram o treino de força e a avaliação isocinética (Binder et al., 2005; Carvalho et al., 2004; Galvão & Taaffe, 2005; Westhoff et al., 2000), deparamo-nos com resultados contrários aos nossos.

A adição de exercícios de força de intensidade moderada duas vezes por semana a um protocolo de treino de força foi suficiente para induzir a melhoria de força isocinética em idosos saudáveis (Carvalho et al., 2010). Foi também relatado um aumento na força muscular do joelho em ambos os membros inferiores após 16 semanas de treino de resistência de força (três dias por semana) (Westhoff et al., 2000). No estudo de (Binder et al., 2005) observou-se que após três meses de treino de força progressiva 3 vezes por semana, foram encontradas melhorias na força isocinética máxima de extensão do joelho. Galvão and Taaffe (2005) relataram igualmente ganhos na força máxima isocinética dos extensores do joelho com treino de força duas vezes por semana e durante 20 semanas. Assim, podemos constatar que, de um modo geral, mesmo variando entre si na frequência de sessões e na duração do programa de treino, os estudos anteriormente referenciados, resultaram em

aumentos significativos de força. Uma possível justificação para os nossos resultados, poderá ter a ver com os valores altos de força isocinética na nossa amostra quando comparado com outros estudos onde os valores de força inicial foram baixos proporcionando aumentos significativos após intervenção (Binder et al., 2005; Suetta, Aagaard, et al., 2004).

O grupo do treino de potência foi o único que apresentou melhorias significativas mas apenas no movimento de flexão do joelho da perna não dominante na velocidade de 180°/seg e de flexão do joelho a 60°/seg em ambos membros inferiores. Na nossa pesquisa não encontramos nenhum estudo que avaliasse a força isocinética após treino de potência muscular em idosos. Desta forma, parece-nos que o treino de potência de força tem sido pouco desenvolvido e menos estudado em idosos, podendo, no entanto, constituir-se como uma boa opção de treino para esta faixa etária (Henwood et al., 2008). Este aspecto assume ainda maior relevo quando alguns estudos reforçam que a potência muscular, pode assumir maior importância do que a força muscular não apenas na questão da menor prevalência de quedas (Evans, 2000), mas igualmente em termos mobilidade e performance física (Bean, Herman, et al., 2002; Bean et al., 2003; Foldvari et al., 2000).

A mudança limitada na força muscular isocinética após os diferentes programas de treino, reforça a ideia de que a prescrição de EF deve incluir exercícios o mais personalizado possível fornecendo um estímulo de treino mais adaptado às características individuais de cada idoso por forma a induzir melhorias na força muscular. Ou seja, o nosso estudo reforça, de certo modo, aquilo que vem preconizado na literatura quanto à especificidade, volume e intensidade de treino de forma a aplicar a sobrecarga adaptada à condição física de cada idoso (ACSM, 2009; Mazzeo & Tanaka, 2001).

Contudo e apesar da análise estatística nos mostrar uma limitada influência dos programas de treino no sentido da melhoria da força isocinética, de um modo geral, todos os grupos experimentais tiveram ligeiros aumentos. Esta tendência assume particular relevo quando olhamos para os resultados do grupo controlo e verificamos, ao contrário de outros estudos (Binder et al., 2005; Carmeli et al., 2000; Rubenstein et al., 2000; Westhoff et al., 2000; Worm

et al., 2001), um decréscimo da força isocinética em ambas as velocidades 60°/sec e 180°/sec, sendo este declínio significativo em ambos os membros. Sendo assim, os resultados do GC indiciam que a falta de exercício estruturado poderá diminuir a força muscular ao passo que independentemente do tipo de exercício programado, mesmo não aumentando significativamente os índices de força, poderá pelo menos, ajudar a mante-los.

Todavia, é importante mencionar algumas limitações do presente estudo. Assim, o facto de participarem só idosas da comunidade e independentes na realização das suas tarefas do dia-a-dia, limitam a generalização dos nossos resultados em particular no que se refere a idosas frágeis e/ou institucionalizadas. Até porque, tal como referido anteriormente, os valores iniciais de força isocinética em ambos os grupos, parecem ter condicionado o efeito de treino em termos de ganhos finais.

Por serem mais escassos os trabalhos com avaliação da força isocinética após protocolos de treino de potência muscular e multicomponente, afigura-se mais complicado a comparação dos resultados deste estudo.

Adicionalmente consideramos que embora se tenha pedido aos sujeitos para manterem as suas rotinas diárias ao longo do protocolo experimental, a ausência de um controlo objectivo da AF diária das idosas da nossa amostra, não nos permite uma análise mais crítica sobre o efeito específico dos diferentes tipos de treino.

No entanto, apesar destas limitações, é importante referir que o nosso estudo relacionou três diferentes tipos de treino sendo, de acordo com o nosso conhecimento, um estudo pioneiro onde é incluído, além do treino multicomponente e de treino de resistência de força, o treino de potência de força em idosos e a avaliação isocinética.

Podemos concluir que os nossos achados fornecem dados que demonstram que o treino trissemanal de potência de força (GP) parece ser o treino mais eficaz para aumentar a força isocinética após 8 meses de treino, sugerindo-se, portanto, a sua recomendação para idosas independentes e residentes da comunidade.

Bibliografia

- ACSM. (2006). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription (7th ed.). *Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.*
- ACSM. (2009). American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*, 41(3), 687-708.
- Aniansson, A., & Gustafsson, E. (1981). Physical training in elderly men with specific reference to quadriceps muscle strength and morphology. *Clin Physiol*(1), 87-98.
- Aquino, M. A., Leme, L. E., Amatuzzi, M. M., Greve, J. M., Terreri, A. S., Andrusaitis, F. R., & Nardelli, J. C. (2002). Isokinetic assessment of knee flexor/extensor muscular strength in elderly women. *Rev Hosp Clin Fac Med Sao Paulo*, 57(4), 131-134.
- Bassey, E. J., Fiatarone, M. A., O'Neill, E. F., Kelly, M., Evans, W. J., & Lipsitz, L. A. (1992). Leg extensor power and functional performance in very old men and women. *Clin Sci (Lond)*, 82(3), 321-327.
- Bean, J. F., Herman, S., Kiely, D. K., Callahan, D., Mizer, K., Frontera, W. R., & Fielding, R. A. (2002). Weighted stair climbing in mobility-limited older people: a pilot study. *J Am Geriatr Soc*, 50(4), 663-670.
- Bean, J. F., Kiely, D. K., Herman, S., Leveille, S. G., Mizer, K., Frontera, W. R., & Fielding, R. A. (2002). The relationship between leg power and physical performance in mobility-limited older people. *J Am Geriatr Soc*, 50(3), 461-467.
- Bean, J. F., Kiely, D. K., LaRose, S., O'Neill, E., Goldstein, R., & Frontera, W. R. (2009). Increased Velocity Exercise Specific to Task Training Versus the National Institute on Aging's Strength Training Program: Changes in Limb Power and Mobility. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 64(9), 983-991.
- Bean, J. F., Leveille, S. G., Kiely, D. K., Bandinelli, S., Guralnik, J. M., & Ferrucci, L. (2003). A comparison of leg power and leg strength within the InCHIANTI study: which influences mobility more? *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 58(8), 728-733.
- Bemben, M. G. (1998). Age-related alterations in muscular endurance. *Sports Med*, 25(4), 259-269.
- Binder, E. F., Yarasheski, K. E., Steger-May, K., Sinacore, D. R., Brown, M., Schechtman, K. B., & Holloszy, J. O. (2005). Effects of progressive resistance training on body composition in frail older adults: results of a randomized, controlled trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 60(11), 1425-1431.
- Bosco, C., & Komi, P. V. (1980). Influence of aging on the mechanical behavior of leg extensor muscles. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 45(2-3), 209-219.
- Carmeli, E., Reznick, A. Z., Coleman, R., & Carmeli, V. (2000). Muscle Strength and Mass of Lower Extremities in Relation to Functional Abilities in Elderly Adults. *Gerontology*, 46(5), 249-257.
- Carvalho, J., Marques, E., Soares, J. M., & Mota, J. (2010). Isokinetic strength benefits after 24 weeks of multicomponent exercise training and a combined exercise training in older adults. *Aging Clin Exp Res*.
- Carvalho, J., Oliveira, J., Magalhães, J., Ascensão, A., Mota, J., & Soares, J. M. C. (2004). Força muscular em idosos II: efeitos de um programa

- complementar de treino de força muscular de idosos de ambos os sexos. *Rev Port Cien Desp*, 4(1), 58-65.
- Carvalho, M. J., Marques, E., & Mota, J. (2009). Training and detraining effects on functional fitness after a multicomponent training in older women. *Gerontology*, 55(1), 41-48.
- Cress, M. E., & Meyer, M. (2003). Maximal voluntary and functional performance levels needed for independence in adults aged 65 to 97 years. *Phys Ther*, 83(1), 37-48.
- de Vos, N. J., Singh, N. A., Ross, D. A., Stavrinou, T. M., Orr, R., & Singh, M. A. F. (2005). Optimal load for increasing muscle power during explosive resistance training in older adults. *Journals of Gerontology Series A-Biological Sciences and Medical Sciences*, 60(5), 638-647.
- Evans, W. J. (2000). Exercise strategies should be designed to increase muscle power. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 55(6), M309-310.
- Foldvari, M., Clark, M., Laviolette, L. C., Bernstein, M. A., Kaliton, D., Castaneda, C., Pu, C. T., Hausdorff, J. M., Fielding, R. A., & Singh, M. A. (2000). Association of muscle power with functional status in community-dwelling elderly women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 55(4), M192-199.
- Frontera, W. R., Hughes, V. A., Fielding, R. A., Fiatarone, M. A., Evans, W. J., & Roubenoff, R. (2000). Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. *J Appl Physiol*, 88(4), 1321-1326.
- Galvão, D. A., & Taaffe, D. R. (2005). Resistance Exercise Dosage in Older Adults: Single- Versus Multiset Effects on Physical Performance and Body Composition. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(12), 2090-2097.
- Greenlund, L. J., & Nair, K. S. (2003). Sarcopenia-consequences, mechanisms, and potential therapies. *Mech Ageing Dev*, 124(3), 287-299.
- Hakkinen, K., & Hakkinen, A. (1991). Muscle cross-sectional area, force production and relaxation characteristics in women at different ages. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 62(6), 410-414.
- Henwood, T. R., Riek, S., & Taaffe, D. R. (2008). Strength versus muscle power-specific resistance training in community-dwelling older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 63(1), 83-91.
- Henwood, T. R., & Taaffe, D. R. (2005). Improved physical performance in older adults undertaking a short-term programme of high-velocity resistance training. *Gerontology*, 51(2), 108-115.
- Hurley, B. F., & Roth, S. M. (2000). Strength training in the elderly: effects on risk factors for age-related diseases. *Sports Med*, 30(4), 249-268.
- Jagger, C., Spiers, N. A., & Clarke, M. (1993). Factors associated with decline in function, institutionalization and mortality of elderly people. *Age Ageing*, 22(3), 190-197.
- Maroco, J. (2007). Análise estatística - Com utilização do SPSS. *Edição Sílabo, Lda. Lisboa*.
- Marsh, A. P., Miller, M. E., Rejeski, W. J., Hutton, S. L., & Kritchevsky, S. B. (2009). Lower Extremity Muscle Function After Strength or Power Training in Older Adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, 17(4), 416-443.
- Marsh, A. P., Miller, M. E., Saikin, A. M., Rejeski, W. J., Hu, N., Lauretani, F., Bandinelli, S., Guralnik, J. M., & Ferrucci, L. (2006). Lower extremity strength and power are associated with 400-meter walk time in older

- adults: The InCHIANTI study. *Journals of Gerontology Series A-Biological Sciences and Medical Sciences*, 61(11), 1186-1193.
- Mazzeo, R. S., & Tanaka, H. (2001). Exercise prescription for the elderly: current recommendations. *Sports Med*, 31(11), 809-818.
- McNeil, C. J., Vandervoort, A. A., & Rice, C. L. (2007). Peripheral impairments cause a progressive age-related loss of strength and velocity-dependent power in the dorsiflexors. *J Appl Physiol*, 102(5), 1962-1968.
- Nelson, M. E., Layne, J. E., Bernstein, M. J., Nuernberger, A., Castaneda, C., Kaliton, D., Hausdorff, J., Judge, J. O., Buchner, D. M., Roubenoff, R., & Fiatarone Singh, M. A. (2004). The effects of multidimensional home-based exercise on functional performance in elderly people. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 59(2), 154-160.
- Orr, R., de Vos, N. J., Singh, N. A., Ross, D. A., Stavrinou, T. M., & Fiatarone-Singh, M. A. (2006). Power training improves balance in healthy older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 61(1), 78-85.
- Porter, M. M. (2006). Power training for older adults. *Appl Physiol Nutr Metab*, 31(2), 87-94.
- Posner, J. D., McCully, K. K., Landsberg, L. A., Sands, L. P., Tycenski, P., Hofmann, M. T., Wetterholt, K. L., & Shaw, C. E. (1995). Physical determinants of independence in mature women. *Arch Phys Med Rehabil*, 76(4), 373-380.
- Puggaard, L. (2003). Effects of training on functional performance in 65, 75 and 85 year-old women: Experiences deriving from community based studies in Odense, Denmark. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 13(1), 70-76.
- Rubenstein, L. Z., Josephson, K. R., Trueblood, P. R., Loy, S., Harker, J. O., Pietruszka, F. M., & Robbins, A. S. (2000). Effects of a group exercise program on strength, mobility, and falls among fall-prone elderly men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 55(6), M317-321.
- Suetta, C., Aagaard, P., Rosted, A., Jakobsen, A. K., Duss, B., Kjaer, M., & Magnusson, S. P. (2004). Training-induced changes in muscle CSA, muscle strength, EMG, and rate of force development in elderly subjects after long-term unilateral disuse. *J Appl Physiol*, 97(5), 1954-1961.
- Suetta, C., Magnusson, S. P., Rosted, A., Aagaard, P., Jakobsen, A. K., Larsen, L. H., Duss, B., & Kjaer, M. (2004). Resistance training in the early postoperative phase reduces hospitalization and leads to muscle hypertrophy in elderly hip surgery patients--a controlled, randomized study. *J Am Geriatr Soc*, 52(12), 2016-2022.
- Suzuki, T., Bean, J. F., & Fielding, R. A. (2001). Muscle power of the ankle flexors predicts functional performance in community-dwelling older women. *J Am Geriatr Soc*, 49(9), 1161-1167.
- Toraman, N. F., Erman, A., & Agyar, E. (2004). Effects of multicomponent training on functional fitness in older adults. *J Aging Phys Act*, 12(4), 538-553.
- Vandervoort, A. A. (2002). Aging of the human neuromuscular system. *Muscle Nerve*, 25(1), 17-25.
- Westhoff, M., Stemmerik, L., & Boshuizen, H. (2000). Effects of a low-intensity strength training program on knee-extensor strength and functional ability of frail older people. *JAPA*(8), 325-342.

- Wilk, K. (1991). Isokinetic Testing – Setup and Positioning. In *Biodex System II Manual, Applications/Operations Biodex Medical System, Inc, New York, USA*.
- Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2004). *Physiology of Sport and Exercise Champaign, IL: Human Kinetics*.
- Worm, C. H., Vad, E., Puggaard, L., Stovring, H., Lauritsen, J., & Kragstrup, J. (2001). Effects of a multicomponent exercise program on functional ability in community-dwelling, frail older adults. *J Aging Phys Activ*(9), 414-424.

CAPÍTULO 8 – NOTAS FINAIS

4 Notas Finais

O objectivo do nosso trabalho foi avaliar os efeitos da actividade física não formal e de diferentes tipos de treino sobre diferentes aspectos relacionados com a aptidão funcional e composição corporal considerados como determinantes para a autonomia, saúde e qualidade de vida da população idosa.

Para conseguirmos responder ao objectivo proposto, foram feitos quatro estudos. Os dois primeiros estudos foram transversais onde se pretendeu testar a provável influência da AF não-formal sobre a ApF, CC e medo de cair, servindo igualmente para ensaiar os protocolos de avaliação a utilizar nos estudos longitudinais. Os dois últimos estudos longitudinais foram desenvolvidos para avaliar o efeito de diferentes protocolos de treino sobre as variáveis em causa.

Os principais resultados do primeiro estudo demonstram que as idosas mais activas apresentam menores valores de IMC e de %MG, não sendo no entanto observadas diferenças em termos de MM, MGT e de ApF geral nos três tercís de AF estudados. Assim, parece que a exercitação diária não tem um papel significativo na funcionalidade geral destas mulheres, sugerindo que a AF diária, por si só, não é suficiente para respeitar os princípios da sobrecarga e da especificidade nestas mulheres com razoáveis níveis de ApF. Pressupomos que a melhoria da funcionalidade geral de mulheres idosas independentes e residentes na comunidade só será conseguida com a aplicação de um programa de exercício que respeite os princípios básicos do treino. Paralelamente foi ainda observado neste estudo que as idosas mais activas apresentaram índices de força isocinética superiores às menos activas com particular evidência no movimento de flexão do joelho que é possivelmente aquele menos solicitado no dia-a-dia. A avaliação da força dos membros inferiores pode ser um preditor importante da capacidade funcional dos idosos (Brandon et al., 2000; Ringsberg et al., 1999; Westhoff et al., 2000). Os músculos extensores e flexores do joelho desempenham um papel determinante na estabilidade corporal e na locomoção uma vez que pode afectar drasticamente a mobilidade, a funcionalidade (Daley & Spinks, 2000;

Guralnik et al., 1995; Kamel, 2003; McGill et al., 1995) e aumentar o risco de quedas e lesões (Portegijs et al., 2006; Rantanen et al., 1999).

Assim, e tendo por base a importância da força muscular não apenas em termos de funcionalidade diária mas igualmente como aspecto determinante para o risco de quedas, no estudo 2 tentamos desenvolver um modelo teórico de análise do medo de cair em mulheres idosas com base em parâmetros de força muscular, equilíbrio dinâmico e estático e DMO utilizando a modelação de equações estruturais (análise de trajetórias). Na realidade, a pertinência deste estudo residiu na importância crescente das quedas que são actualmente, em paralelo com as doenças cardiovasculares e oncológicas, um problema crescente de saúde pública (Hu et al., 2005). Para além das sequelas físicas e funcionais que, não raras vezes levam à perda de mobilidade, as quedas podem ter consequências psicológicas e sociais, como a ansiedade, depressão e o medo de cair, que, por seu lado, induzem à auto-restrição da AF e à consequente perda da autonomia (Roe et al., 2008).

Na presente investigação o modelo teórico de análise do medo de cair em idosos com base em parâmetros de DMO, força muscular e equilíbrio dinâmico e estático, utilizando a modelagem de equações estruturais, deu uma previsão de 34% de influência no medo de cair. Assim este modelo parece confirmar a necessidade de se estimular estas componentes em causa. Ou seja, de acordo com os resultados do nosso estudo o medo de cair, tido como um factor determinante das quedas (Carter et al., 2001), poderá ser atenuado pelo incremento do equilíbrio estático e dinâmico, da força muscular e da DMO.

Por outro lado, tendo por base os resultados do estudo 1, onde se verificou que a AF diária, por si só, não parece ser suficiente para respeitar os princípios da sobrecarga e da especificidade, sugerindo a necessidade de aplicar programas de exercício físico, foram aplicados durante 8 meses, três diferentes programas de EF para avaliar o efeito de diferentes protocolos de treino sobre a ApF, CC e força isocinética.

Nestes dois últimos estudos, e na decorrência da conflitualidade dos dados referida na literatura por nós consultada, procuramos investigar, por um lado, o efeito do treino multicomponente (GM), tido como aquele recomendado por

diversas entidades e autores para o desenvolvimento dos diferentes componentes da ApF mostrado bons níveis de adesão por parte dos idosos (ACSM, 2009; Nelson et al., 2007), e por outro lado, observar a influência do treino de potência muscular (GP) e de resistência de força (GR), que, em concordância com a literatura parecem ter um efeito positivo não apenas em termos de funcionalidade mas igualmente em termos de CC (ACSM, 2009; Beneka et al., 2005). Todavia, os estudos que utilizem o treino de potência muscular, mesmo atendendo à sua importância para a mobilidade, funcionalidade e prevenção de quedas no idoso (Henwood et al., 2008; Shiota et al., 2008), são mais escassos na população idosa. O EF, sobretudo o de natureza aeróbia parece ser aquele que tem registado decréscimos mais evidentes na percentagem de gordura corporal (Chodzko-Zajko et al., 2009; Haskell et al., 2007; Salem et al., 2009), enquanto o treino de resistência de força e mesmo de potência de força tem estado associados a ganhos na massa muscular e indirectamente a reduções da gordura corporal, promovendo desta forma alterações favoráveis na CC e na mobilidade funcional dos idosos (Deschenes, 2004; Doherty, 2003).

No entanto e ao contrário das hipóteses por nós formuladas, podemos verificar que, após 8 meses, os diferentes programas de treino (GM, GP e GR) não induziram alterações significativas a nível da CC. Todavia, induziram, tal como espectável, alterações importantes em termos de ApF, em particular em termos de força muscular, resistência aeróbia e flexibilidade que são componentes, segundo diferentes autores (Bouchard & Shephard, 1994; Chodzko-Zajko et al., 2009; Howley, 2001; Salem et al., 2009), considerados como fundamentais para a funcionalidade, autonomia e qualidade de vida desta população idosa. Não obstante, os nossos resultados sugerem que dependente do tipo de treino, se observam maiores melhorias numa componentes da ApF comparativamente a outras.

Assim, tendo por base o estudo 3, verificamos que o treino multicomponente parece ser mais favorável a melhorias da força seja dos MS seja dos MI, da flexibilidade inferior e superior e da resistência aeróbia; já no grupo de treino de resistência de força, a ApF foi essencialmente melhorada em termos de força dos MI e da flexibilidade dos MS; por fim, após treino de potência muscular, a

ApF foi significativamente melhorada em termos de força (MS e MI) e flexibilidade de ambos os membros (MS e MI). Assim, os nossos resultados sugerem que o treino multicomponente parece ser aquele que induz melhorias em mais componentes na ApF, sendo que nenhum tipo de treino induziu melhorias significativas no TUG e CC.

No que respeita à CC, os nossos resultados mostraram a ausência de efeito significativo de qualquer um dos programas de treino por nós implementado, sugerindo, tendo por base as recomendações de (Pedersen & Saltin, 2006) que será necessário aumentar o tempo de trabalho aeróbio (perto de 60 minutos) por forma a induzir diminuições da massa gorda e possivelmente aumentar a intensidade de carga (de 70 a 80% de 1 RM) e/ou aumentar o tempo de execução dos movimentos de reforço muscular e/ou aumentar o volume de treino pelo aumento do número de séries (>3) para que sejam observados aumentos da massa magra (Docherty & Sporer, 2000; Hunter et al., 2004; Kalapotharakos et al., 2005) pelo menos, nestas idosas independentes e residentes na comunidade com níveis basais de ApF dentro ou superiores aos valores normativos para a idade e sexo (Rikli & Jones, 2001).

Por fim, tendo por base os resultados do estudo 4 verificamos uma mudança limitada na força muscular isocinética após os diferentes programas de treino, o que reforça a ideia de que a prescrição de EF deve incluir exercícios o mais individualizado possível fornecendo um estímulo de treino mais adaptado às características individuais de cada idoso por forma a induzir melhorias na força muscular. Ou seja, o nosso estudo reforça, de certo modo, aquilo que vem preconizado na literatura quanto à especificidade, volume e intensidade de treino de forma a aplicar a sobrecarga adaptada à condição física de cada idoso (ACSM, 2009; Mazzeo & Tanaka, 2001).

O protocolo de treino de potência de força foi o único que apresentou melhorias significativas sobre a força isocinética. Contudo, parece-nos importante salientar que apesar de não se ter encontrado efeito significativo nos demais grupos de treino, tendo por base os resultados negativos do grupo controlo, todos os programas de treino por nós implementados parecem contribuir para atenuar a perda de força isocinética com a idade, sendo que os ganhos na

força isocinética são particularmente evidentes após treino de potência muscular.

Apesar destes resultados é importante considerar que este estudo encerra algumas limitações que importa considerar, a nossa amostra foi composta por idosas voluntárias e independentes e residentes na comunidade e, portanto, em princípio com maiores níveis de ApF e de AF, não sendo possível a generalização dos dados à população idosa no geral, em particular àquela mais debilitada. Adicionalmente os índices de AF detectados foram subestimados uma vez que os acelerómetros por nós utilizados não são capazes de fornecer informações acerca do tipo de AF (Davis & Fox, 2007; Murphy, 2009; Welk, 2005). Consideramos ainda que ausência de um controlo nutricional no presente estudo pode não ter permitido uma análise mais crítica sobre o efeito da dieta e da AF não formal e estruturada (EF) na CC (Rall & Roubenoff, 2004; Rydwik et al., 2008). Por fim, apesar de termos solicitado às idosas da nossa amostra para manterem as suas rotinas diárias ao longo do protocolo experimental, a ausência de um controlo objectivo da AF da nossa amostra, não nos permite uma análise mais crítica sobre o efeito específico dos diferentes tipos de treino.

No modelo final da análise do medo de cair, no sentido de aperfeiçoar a sua previsão, pensamos que seria benéfico inserir outras variáveis da CC, bem como, mais variáveis da ApF. De igual modo, pensamos que outras áreas de conhecimento, como por exemplo do controlo motor e da psicologia poderiam também constituir-se como mais-valias neste modelo de análise das trajectórias.

Apesar das limitações inerentes ao nosso estudo, podemos consideramos que o nosso estudo fornece algumas directrizes acerca da eficiência do treino em idosas independentes sugerindo que estas devem estar inseridas em programas de EF a fim de melhorar ou manter o seu desempenho funcional. Além disso, pensamos que outro ponto forte desta investigação está no facto de, de acordo com o nosso conhecimento, ser um estudo pioneiro onde foi incluído, além do treino multicomponente e de treino de força, o treino de potência muscular em idosos e a avaliação isocinética.

4.1 Conclusões Finais

Tendo por base os resultados dos 4 estudos desta tese podemos concluir que:

i) As idosas mais activas apresentam menores valores de IMC e de %MG, não sendo no entanto observadas diferenças em termos de MM, MGT e de ApF geral nos tercís de AF, apresentando também índices de força isocinética superiores às menos activas com particular evidência no movimento de flexão do joelho que é possivelmente aquele menos solicitado no dia-a-dia.

ii) O modelo teórico de análise baseado em variáveis de DMO, força muscular e equilíbrio dinâmico e estático, de acordo com as relações sugeridas, parece ser satisfatório para explicar o medo de cair em idosas independentes, onde níveis mais elevados destas variáveis tendem a diminuir o medo de cair.

ii) Apesar de não induzir alterações significativas na CC, um período de 8 meses de treino (GM, GP, GR) induziu, em termos globais, ganhos significativos na ApF de mulheres idosas. O nosso estudo sugere, assim, que independentemente do tipo de treino, as idosas residentes da comunidade devem procurar programas de EF a fim de melhorar o seu desempenho funcional.

iii) Os nossos resultados fornecem dados que demonstram que o treino de potência de força (GP) parece ser o treino mais eficaz para aumentar a força isocinética após 8 meses de treino, 3 vezes por semana e portanto, sugerindo-se a sua recomendação para idosas residentes da comunidade.

Tendo em conta as limitações e conclusões finais, em estudos futuros recomendamos que seja feito um controlo da AF diária e dos hábitos nutricionais ao longo dos programas de treino. É fundamental também, incluir mais variáveis da CC e outras variáveis da ApF, bem como outras áreas de conhecimento como por exemplo do controlo motor e da psicologia para melhor prever o medo de cair, e conseqüentemente, diminuir o risco de quedas nesta população. Por fim e tendo por base a maior escassez de estudos e a sua maior conflitualidade de resultados, torna-se também importante continuar a estudar o efeito dos protocolos de treino de potência de força e

multicomponente sobre diversas variáveis relacionadas com a funcionalidade, autonomia, saúde e qualidade de vida dos idosos.

BIBLIOGRAFIA

- ACSM. (1998a). American College of Sports Medicine Position Stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc*, 30(6), 992-1008.
- ACSM. (1998b). American College of Sports Medicine Position Stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*, 30(6), 975-991.
- ACSM. (2002). Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. *Med Sci Sports Exerc*, 34(2), 364-380.
- ACSM. (2005). Health-related physical fitness assessment manual / American College of Sports Medicine. Gregory B. Dwyer, Shala E. Davis (eds.).
- ACSM. (2006). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription (7th ed.). Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.
- ACSM. (2009a). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc*, 20(1), 1510-1530.
- ACSM. (2009b). American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*, 41(3), 687-708.
- Ades, P. A., Ballor, D. L., Ashikaga, T., Utton, J. L., & Nair, K. S. (1996). Weight training improves walking endurance in healthy elderly persons. *Ann Intern Med*, 124(6), 568-572.
- Akyol, A. D. (2007). Falls in the elderly: what can be done? *Int Nurs Rev*, 54(2), 191-196.
- Amesen, S. M., & Lawson, M. A. (2006). Age-related changes in focal adhesion lead to altered cell behavior in tendon fibroblasts. *Mech Ageing Dev*, 127(9), 126-132.
- Andrews, G. R. (2001). Promoting health and function in an ageing population. *BMJ*, 322(7288), 728-729.
- Aniansson, A., Hedberg, M., Henning, G. B., & Grimby, G. (1986). Muscle morphology, enzymatic activity, and muscle strength in elderly men: a follow-up study. *Muscle Nerve*, 9(7), 585-591.
- Aoyagi, Y., & Shephard, R. J. (1992). Aging and muscle function. *Sports Med*, 14(6), 376-396.
- Apovian, C. M., Frey, C. M., Rogers, J. Z., McDermott, E. A., & Jensen, G. L. (1996). Body mass index and physical function in obese older women. *J Am Geriatr Soc*, 44(12), 1487-1488.
- Aquino, M. A., Leme, L. E., Amatuzzi, M. M., Greve, J. M., Terreri, A. S., Andrusaitis, F. R., & Nardelli, J. C. (2002). Isokinetic assessment of knee flexor/extensor muscular strength in elderly women. *Rev Hosp Clin Fac Med Sao Paulo*, 57(4), 131-134.
- Arias, K. C., Readi, N. G., Vieira, T. M. M., & Oliveira, L. F. (2007). Análise comparativa de alinhamentos posturais entre mulheres jovens e idosas. In: XII Congresso Brasileiro de Biomecânica, 2007, São Pedro. *Anais do XII Congresso Brasileiro de Biomecânica*. São Paulo: TEC ART, 2007, 1020-1024.
- Bailey, K., Combs, M. C., Rogers, L. J., & Stanley, K. L. (2000). Measuring up. Could this simple nursing intervention help prevent osteoporosis? *AWHONN Lifelines*, 4(2), 41-44.

- Ballor, D. L., & Keeseey, R. E. (1991). A meta-analysis of the factors affecting exercise-induced changes in body mass, fat mass and fat-free mass in males and females. *Int J Obes*, 15(11), 717-726.
- Bassett, D. R., Jr., Ainsworth, B. E., Swartz, A. M., Strath, S. J., O'Brien, W. L., & King, G. A. (2000). Validity of four motion sensors in measuring moderate intensity physical activity. *Med Sci Sports Exerc*, 32(9 Suppl), S471-480.
- Bassey, E. J., & Harries, U. J. (1993). Normal values for handgrip strength in 920 men and women aged over 65 years, and longitudinal changes over 4 years in 620 survivors. *Clin Sci (Lond)*, 84(3), 331-337.
- Bastone, A., & Filho, W. S. (2004). Effect of an exercise program on functional performance of institutionalized elderly. *J Rehabil Res Dev*, 41(5), 659-668.
- Bauman, A., Phongsavan, P., Schoeppe, S., & Owen, N. (2006). Physical activity measurement--a primer for health promotion. *Promot Educ*, 13(2), 92-103.
- Bean, J. F., Kiely, D. K., LaRose, S., O'Neill, E., Goldstein, R., & Frontera, W. R. (2009). Increased Velocity Exercise Specific to Task Training Versus the National Institute on Aging's Strength Training Program: Changes in Limb Power and Mobility. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 64(9), 983-991.
- Bean, J. F., Vora, A., & Frontera, W. R. (2004). Benefits of exercise for community-dwelling older adults. *Arch Phys Med Rehabil*, 85(7 Suppl 3), S31-42; quiz S43-34.
- Beneka, A., Malliou, P., Fatouros, I., Jamurtas, A., Gioftsidou, A., Godolias, G., & Taxildaris, K. (2005). Resistance training effects on muscular strength of elderly are related to intensity and gender. *J Sci Med Sport*, 8(3), 274-283.
- Bennett, P. (1995). How nurses can help fight fragile bones. *Nurs Stand*, 9(39), 20-21.
- Berg, K., Wood-Dauphinee, S., Williams, J. I., & Gayton, D. (1989). Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument. *Physiother Can*, 41, 304-311.
- Berger, B. G., & Owen, D. R. (1992). Mood alteration with yoga and swimming: aerobic exercise may not be necessary. *Percept Mot Skills*, 75(3 Pt 2), 1331-1343.
- Blair, S. N., & Brodney, S. (1999). Effects of physical inactivity and obesity on morbidity and mortality: current evidence and research issues. *Med Sci Sports Exerc*, 31(11 Suppl), S646-662.
- Blair, S. N., & Jackson, A. S. (2001). Physical fitness and activity as separate heart disease risk factors: a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc*, 33(5), 762-764.
- Bohannon, R. W. (1997). Comfortable and maximum walking speed of adults aged 20-79 years: reference values and determinants. *Age Ageing*, 26(1), 15-19.
- Borkan, G. A., Gerzof, S. G., Robbins, A. H., Hults, D. E., Silbert, C. K., & Silbert, J. E. (1982). Assessment of abdominal fat content by computed tomography. *Am J Clin Nutr*, 36(1), 172-177.
- Bouchard, C. S., & Shephard, R. J. (1994). Physical activity, fitness, and health: the model and key concepts. In Bouchard C, Shephard RJ, Stephens T

- (eds.), Physical activity, fitness and health: international proceedings and consensus statement. *Champaign, IL: Human Kinetics Publishers*, 77-88.
- Boyko, E. J., Fujimoto, W. Y., Leonetti, D. L., & Newell-Morris, L. (2000). Visceral adiposity and risk of type 2 diabetes: a prospective study among Japanese Americans. *Diabetes Care*, 23(4), 465-471.
- Brach, J. S., & VanSwearingen, J. M. (2002). Physical impairment and disability: relationship to performance of activities of daily living in community-dwelling older men. *Phys Ther*, 82(8), 752-761.
- Brandon, L. J., Boyette, L. W., Gaasch, D. A., & Lloyd, A. (2000). Effects of lower extremity strength training on functional mobility in older adults. *J Aging Phys Act*(8), 214-227.
- Brill, P. A., Macera, C. A., Davis, D. R., Blair, S. N., & Gordon, N. (2000). Muscular strength and physical function. *Med Sci Sports Exerc*, 32(2), 412-416.
- Brown, L. E., & Weir, J. P. (2001). Procedures Recommendation I: Accurate Assessment of Muscular Strength and Power (American Society of Exercise Physiology-ASEP). *Journal of Exercise Physiology*, 4(3), 1-21.
- Campbell, W. W., Barton, M. L., Jr., Cyr-Campbell, D., Davey, S. L., Beard, J. L., Parise, G., & Evans, W. J. (1999). Effects of an omnivorous diet compared with a lactoovovegetarian diet on resistance-training-induced changes in body composition and skeletal muscle in older men. *Am J Clin Nutr*, 70(6), 1032-1039.
- Capodaglio, P., Capodaglio Edda, M., Facioli, M., & Saibene, F. (2007). Long-term strength training for community-dwelling people over 75: impact on muscle function, functional ability and life style. *Eur J Appl Physiol*, 100(5), 535-542.
- Carmeli, E., Coleman, R., & Reznick, A. Z. (2002). The biochemistry of aging muscle. *Exp Gerontol*, 37(4), 477-489.
- Carmeli, E., Reznick, A. Z., Coleman, R., & Carmeli, V. (2000). Muscle Strength and Mass of Lower Extremities in Relation to Functional Abilities in Elderly Adults. *Gerontology*, 46(5), 249-257.
- Carter, N. D., Kannus, P., & Khan, K. M. (2001). Exercise in the prevention of falls in older people: a systematic literature review examining the rationale and the evidence. *Sports Med*, 31(6), 427-438.
- Carvalho, J. (2002). Efeito da actividade física na força muscular em idosos. *in FCDEF. Universidade do Porto. Porto*.
- Carvalho, J., Oliveira, J., Magalhães, J., Ascensão, A., Mota, J., & Soares, J. M. C. (2003). Efeito de um programa de treino em idosos: Comparação da avaliação isocinética e isotônica. *Rev. Paul. Educ. Fís., São Paulo*, 17(1), 74-84.
- Carvalho, J., Oliveira, J., Magalhães, J., Ascensão, A., Mota, J., & Soares, J. M. C. (2004a). Força muscular em idosos I: Será o treino generalizado suficientemente intenso para promover o aumento da força muscular em idosos de ambos os sexos. *Rev Port Cien Desp*, 4(1), 51-57.
- Carvalho, J., Oliveira, J., Magalhães, J., Ascensão, A., Mota, J., & Soares, J. M. C. (2004b). Força muscular em idosos II: efeitos de um programa complementar de treino de força muscular de idosos de ambos os sexos. *Rev Port Cien Desp*, 4(1), 58-65.
- Carvalho, J., & Soares, J. M. C. (2004). Envelhecimento e força muscular: breve revisão. *Rev Port Cien Desp*, 4(3), 79-93.

- Carvalho, M. J., Marques, E., & Mota, J. (2009). Training and detraining effects on functional fitness after a multicomponent training in older women. *Gerontology, 55*(1), 41-48.
- Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep, 100*(2), 126-131.
- Cavani, V., Mier, C. M., Musto, A. A., & Tummers, N. (2002). Effects of a 6-week resistance-training program on functional fitness of older adults. *J Aging Phys Act*(10), 443-452.
- Chandler, M. P., & DiCarlo, S. E. (1994). An educational tool for understanding the cardiopulmonary changes associated with aging. *Am J Physiol, 267*(6 Pt 3), S17-36.
- Chang, J. T., Morton, S. C., Rubenstein, L. Z., Mojica, W. A., Maglione, M., Suttrop, M. J., Roth, E. A., & Shekelle, P. G. (2004). Interventions for the prevention of falls in older adults: systematic review and meta-analysis of randomised clinical trials. *BMJ, 328*(7441), 680.
- Chen, K. Y., & Bassett, D. R., Jr. (2005). The technology of accelerometry-based activity monitors: current and future. *Med Sci Sports Exerc, 37*(11 Suppl), S490-500.
- Chillibeck, D. P., Davison, K. S., Whiting, S. J., Suzuki, Y., Janzen, C. L., & Peloso, P. (2002). The effect of strength training combined with bisphosphonate (etidronate) therapy on bone mineral, lean tissue, and fat mass in postmenopausal women. *Scan J Phys Phar, 80*, 941-950.
- Chodzko-Zajko, W. J., Proctor, D. N., Fiatarone Singh, M. A., Minson, C. T., Nigg, C. R., Salem, G. J., & Skinner, J. S. (2009). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc, 41*(7), 1510-1530.
- Coman, L., & Richardson, J. (2006). Relationship between Self-Report and Performance Measures of Function: A Systematic Review. *Can J Aging, 25*(3), 253-270.
- Copeland, J. L., & Eslinger, D. W. (2009). Accelerometer assessment of physical activity in active, healthy older adults. *J Aging Phys Act, 17*(1), 17-30.
- Cress, M. E., Buchner, D., Prohaska, T., Rimmer, J., Brown, M., Macera, C., DePietro, L., & Chodzko-Zajko, W. (2006). Best practices for physical activity programs and behavior counseling in older adults populations. *Eur Rev Aging Phys Act, 3*, 34-42.
- Cumming, R. G., Salkeld, G., Thomas, M., & Szonyi, G. (2000). Prospective study of the impact of fear of falling on activities of daily living, SF-36 scores, and nursing home admission. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 55*(5), M299-305.
- Cyarto, E. V., Brown, W. J., Marshall, A. L., & Trost, S. G. (2008). Comparison of the effects of a home-based and group-based resistance training program on functional ability in older adults. *Am J Health Promot, 23*(1), 13-17.
- Daley, M. J., & Spinks, W. L. (2000). Exercise, mobility and aging. *Sports Med, 29*(1), 1-12.
- Davis, M. G., & Fox, K. R. (2007). Physical activity patterns assessed by accelerometry in older people. *Eur J Appl Physiol, 100*(5), 581-589.
- Davison, K. K., Ford, E. S., Cogswell, M. E., & Dietz, W. H. (2002). Percentage of body fat and body mass index are associated with mobility limitations

- in people aged 70 and older from NHANES III. *J Am Geriatr Soc*, 50(11), 1802-1809.
- De Laet, C. E., van Hout, B. A., Burger, H., Hofman, A., & Pols, H. A. (1997). Bone density and risk of hip fracture in men and women: cross sectional analysis. *BMJ*, 315(7102), 221-225.
- de Vos, N. J., Singh, N. A., Ross, D. A., Stavrinou, T. M., Orr, R., & Singh, M. A. F. (2005). Optimal load for increasing muscle power during explosive resistance training in older adults. *Journals of Gerontology Series A-Biological Sciences and Medical Sciences*, 60(5), 638-647.
- DeBusk, R. F., Stenestrand, U., Sheehan, M., & Haskell, W. L. (1990). Training effects of long versus short bouts of exercise in healthy subjects. *Am J Cardiol*, 65(15), 1010-1013.
- Delbono, O. (2003). Neural control of aging skeletal muscle. *Aging Cell*, 2(1), 21-29.
- Deley, G., Kervio, G., Van Hoecke, J., Verges, B., Grassi, B., & Casillas, J. M. (2007). Effects of a one-year exercise training program in adults over 70 years old: a study with a control group. *Aging Clin Exp Res*, 19(4), 310-315.
- Dening, T. R., Chi, L. Y., Brayne, C., Huppert, F. A., Paykel, E. S., & O'Connor, D. W. (1998). Changes in self-rated health, disability and contact with services in a very elderly cohort: a 6-year follow-up study. *Age Ageing*, 27(1), 23-33.
- Deschenes, M. R. (2004). Effects of aging on muscle fibre type and size. *Sports Med*, 34(12), 809-824.
- Despres, J. P., Lemieux, S., Lamarche, B., Prud'homme, D., Moorjani, S., Brun, L. D., Gagne, C., & Lupien, P. J. (1995). The insulin resistance-dyslipidemic syndrome: contribution of visceral obesity and therapeutic implications. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 19 Suppl 1, S76-86.
- Despres, J. P., Moorjani, S., Lupien, P. J., Tremblay, A., Nadeau, A., & Bouchard, C. (1990). Regional distribution of body fat, plasma lipoproteins, and cardiovascular disease. *Arteriosclerosis*, 10(4), 497-511.
- Deurenberg, P., Wolde-Gebriel, Z., & Schouten, F. J. (1995). Validity of predicted total body water and extracellular water using multifrequency bioelectrical impedance in an Ethiopian population. *Ann Nutr Metab*, 39(4), 234-241.
- DeVito, C. A., Morgan, R. O., Duque, M., Abdel-Moty, E., & Virnig, B. A. (2003). Physical performance effects of low-intensity exercise among clinically defined high-risk elders. *Gerontology*, 49(3), 146-154.
- DiBrezza, R., Shadden, B. B., Raybon, B. H., & Powers, M. (2005). Exercise intervention designed to improve strength and dynamic balance among community-dwelling older adults. *J Aging Phys Act*, 13(2), 198-209.
- DiPietro, L. (1995). Physical activity, body weight, and adiposity: an epidemiologic perspective. *Exerc Sport Sci Rev*, 23, 275-303.
- Dishman, R., & Sunhard, M. (1988). Reliability and concurrent validity for a 7-d re-call of physical activity in college students. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 20(1), 14-25.
- Docherty, D., & Sporer, B. (2000). A proposed model for examining the interference phenomenon between concurrent aerobic and strength training. *Sports Med*, 30(6), 385-394.

- Doherty, T. J. (2003). Invited review: Aging and sarcopenia. *J Appl Physiol*, 95(4), 1717-1727.
- Engels, H. J., Drouin, J., Zhu, W., & Kazmierski, J. F. (1998). Effects of low-impact, moderate-intensity exercise training with and without wrist weights on functional capacities and mood states in older adults. *Gerontology*, 44(4), 239-244.
- Erselcan, T., Candan, F., Saruhan, S., & Ayca, T. (2000). Comparison of body composition analysis methods in clinical routine. *Ann Nutr Metab*, 44(5-6), 243-248.
- Eurostat. (2008). Ageing characterises the demographic perspectives of the European societies. 72/2008 - *Statistics in focus*.
- Ewing, R., Schmid, T., Killingsworth, R., Zlot, A., & Raudenbush, S. (2003). Relationship between urban sprawl and physical activity, obesity, and morbidity. *Am J Health Promot*, 18(1), 47-57.
- Farinatti, P. (2008). Envelhecimento, promoção da saúde e exercício: bases teóricas e metodológicas. *São Paulo: Manole*, 1.
- Farinatti, P. T. V., & Lopes, L. N. C. (2004). A multivariate analysis of the correlation between step length-pacing and muscular fitness components in elder subjects. *Rev Bras Med Esporte*, 10(5), 389-394.
- Fatouros, I. G., Kambas, A., Katrabasas, I., Leontsini, D., Chatzinikolaou, A., Jamurtas, A. Z., Douroudos, I., Aggelousis, N., & Taxildaris, K. (2006). Resistance training and detraining effects on flexibility performance in the elderly are intensity-dependent. *J Strength Cond Res*, 20(3), 634-642.
- Faulkner, J. A., & Brooks, S. V. (1995). Muscle fatigue in old animals. Unique aspects of fatigue in elderly humans. *Adv Exp Med Biol*, 384, 471-480.
- Faulkner, J. A., Larkin, L. M., Claflin, D. R., & Brooks, S. V. (2007). Age-related changes in the structure and function of skeletal muscles. *Clin Exp Pharmacol Physiol*, 34(11), 1091-1096.
- Felson, D. T., Lawrence, R. C., Dieppe, P. A., Hirsch, R., Helmick, C. G., Jordan, J. M., Kington, R. S., Lane, N. E., Nevitt, M. C., Zhang, Y., Sowers, M., McAlindon, T., Spector, T. D., Poole, A. R., Yanovski, S. Z., Ateshian, G., Sharma, L., Buckwalter, J. A., Brandt, K. D., & Fries, J. F. (2000). Osteoarthritis: new insights. Part 1: the disease and its risk factors. *Ann Intern Med*, 133(8), 635-646.
- Ferreira, E. A., Duarte, M., Maldonado, E. P., Burke, T. N., & Marques, A. P. (2010). Postural assessment software (PAS/SAPO): Validation and reliability. *Clinics (Sao Paulo)*, 65(7), 675-681.
- Fiatarone Singh, M. A. (2004). Exercise and aging. *Clinics in Geriatric Medicine*, 20(2), 201-221.
- Finkel, D., Pedersen, N. L., Reynolds, C. A., Berg, S., de Faire, U., & Svartengren, M. (2003). Genetic and environmental influences on decline in biobehavioral markers of aging. *Behav Genet*, 33(2), 107-123.
- Fleck, S. J., & Kraemer, W. J. (2004). Designing resistance training programs. *Third edition ed: Human Kinetics*.
- Fleg, J. L., Morrell, C. H., Bos, A. G., Brant, L. J., Talbot, L. A., Wright, J. G., & Lakatta, E. G. (2005). Accelerated longitudinal decline of aerobic capacity in healthy older adults. *Circulation*, 112(5), 674-682.
- Fletcher, G., & Trejo, J. F. (2005). Why and how to prescribe exercise: overcoming the barriers. *Cleve Clin J Med*, 72(8), 645-649, 653-644, 656.

- Folsom, A. R., Kushi, L. H., Anderson, K. E., Mink, P. J., Olson, J. E., Hong, C. P., Sellers, T. A., Lazovich, D., & Prineas, R. J. (2000). Associations of general and abdominal obesity with multiple health outcomes in older women: the Iowa Women's Health Study. *Arch Intern Med*, *160*(14), 2117-2128.
- Freedson, P. S., Melanson, E., & Sirard, J. (1998a). Calibration of the Computer Science and Applications, Inc. . *Med. Sci. Sports Exerc.*, *30*(777-781).
- Freedson, P. S., Melanson, E., & Sirard, J. (1998b). Calibration of the Computer Science and Applications, Inc. accelerometer. *Med Sci Sports Exerc*, *30*(5), 777-781.
- Freedson, P. S., & Melanson, E. L. (1996). Measuring physical activity. In: D. Docherty (eds). *Measurement in Pediatric Exercise Science*. . Champaign., Illinois. *Human Kinetics.*, 261-283.
- Freedson, P. S., & Miller, K. (2000a). Objective monitoring of physical activity using motion sensors and heart rate. *Res Q Exerc Sport*, *71*(2 Suppl), S21-29.
- Freedson, P. S., & Miller, K. (2000b). Objective monitoring of physical activity using motion sensors and heart rate. *Res. Q. Exerc. Sport*, *71*(2), 21-29.
- Frontera, W. R., Hughes, V. A., Fielding, R. A., Fiatarone, M. A., Evans, W. J., & Roubenoff, R. (2000). Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. *J Appl Physiol*, *88*(4), 1321-1326.
- Fuller, G. F. (2000). Falls in the elderly. *Am Fam Physician*, *61*(7), 2159-2168, 2173-2154.
- Gallagher, D., Ruts, E., Visser, M., Heshka, S., Baumgartner, R. N., Wang, J., Pierson, R. N., Pi-Sunyer, F. X., & Heymsfield, S. B. (2000). Weight stability masks sarcopenia in elderly men and women. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, *279*(2), E366-375.
- Genton, L., Karsegard, V. L., Kyle, U. G., Hans, D. B., Michel, J. P., & Pichard, C. (2001). Comparison of four bioelectrical impedance analysis formulas in healthy elderly subjects. *Gerontology*, *47*(6), 315-323.
- Genton, L., Karsegard, V. L., Zawadynski, S., Kyle, U. G., Pichard, C., Golay, A., & Hans, D. B. (2006). Comparison of body weight and composition measured by two different dual energy X-ray absorptiometry devices and three acquisition modes in obese women. *Clin Nutr*, *25*(3), 428-437.
- George, J. (2008). *Effect of cardiovascular exercise training compared to strength flexibility training on inflammatory mediators in an elderly population*. United States -- Iowa: Iowa State University. Tese de apresentada à.
- Graafmans, W. C., Ooms, M. E., Hofstee, H. M., Bezemer, P. D., Bouter, L. M., & Lips, P. (1996). Falls in the elderly: a prospective study of risk factors and risk profiles. *Am J Epidemiol*, *143*(11), 1129-1136.
- Greenlund, L. J., & Nair, K. S. (2003). Sarcopenia-consequences, mechanisms, and potential therapies. *Mech Ageing Dev*, *124*(3), 287-299.
- Guralnik, J. M., Ferrucci, L., Simonsick, E. M., Salive, M. E., & Wallace, R. B. (1995). Lower-extremity function in persons over the age of 70 years as a predictor of subsequent disability. *N Engl J Med*, *332*(9), 556-561.
- Gustafson, A. S., Noaksson, L., Kronhed, A. C., Moller, M., & Moller, C. (2000). Changes in balance performance in physically active elderly people aged 73-80. *Scand J Rehabil Med*, *32*(4), 168-172.

- Hagerman, F. C., Walsh, S. J., Staron, R. S., Hikida, R. S., Gilders, R. M., Murray, T. F., Toma, K., & Ragg, K. E. (2000). Effects of high-intensity resistance training on untrained older men. I. Strength, cardiovascular, and metabolic responses. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 55(7), B336-346.
- Hakkinen, K., Alen, M., Kallinen, M., Newton, R. U., & Kraemer, W. J. (2000). Neuromuscular adaptation during prolonged strength training, detraining and re-strength-training in middle-aged and elderly people. *Eur J Appl Physiol*, 83(1), 51-62.
- Hakkinen, K., Alen, M., & Komi, P. V. (1985). Changes in isometric force- and relaxation-time, electromyographic and muscle fibre characteristics of human skeletal muscle during strength training and detraining. *Acta Physiol Scand*, 125(4), 573-585.
- Hakkinen, K., & Komi, P. V. (1983). Electromyographic changes during strength training and detraining. *Med Sci Sports Exerc*, 15(6), 455-460.
- Hakkinen, K., Kraemer, W. J., Newton, R. U., & Alen, M. (2001). Changes in electromyographic activity, muscle fibre and force production characteristics during heavy resistance/power strength training in middle-aged and older men and women. *Acta Physiol Scand*, 171(1), 51-62.
- Harris, T. B., Launer, L. J., Madans, J., & Feldman, J. J. (1997). Cohort study of effect of being overweight and change in weight on risk of coronary heart disease in old age. *BMJ*, 314(7097), 1791-1794.
- Harris, T. J., Owen, C. G., Victor, C. R., Adams, R., & Cook, D. G. (2009). What factors are associated with physical activity in older people, assessed objectively by accelerometry? *Br J Sports Med*, 43(6), 442-450.
- Haskell, W. L., Lee, I. M., Pate, R. R., Powell, K. E., Blair, S. N., Franklin, B. A., Macera, C. A., Heath, G. W., Thompson, P. D., & Bauman, A. (2007). Physical Activity and Public Health: Updated Recommendation for Adults From the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *ACSM/AHA Circulation*, 116(9), 1081-1093.
- Hawkins, S., & Wiswell, R. (2003). Rate and mechanism of maximal oxygen consumption decline with aging: implications for exercise training. *Sports Med*, 33(12), 877-888.
- Heiat, A., Vaccarino, V., & Krumholz, H. M. (2001). An evidence-based assessment of federal guidelines for overweight and obesity as they apply to elderly persons. *Arch Intern Med*, 161(9), 1194-1203.
- Hendelman, D., Miller, K., Baggett, C., Debold, E., & Freedson, P. (2000). Validity of accelerometry for the assessment of moderate intensity physical activity in the field. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 32(9), S442-S449.
- Henwood, T. R., Riek, S., & Taaffe, D. R. (2008). Strength versus muscle power-specific resistance training in community-dwelling older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 63(1), 83-91.
- Henwood, T. R., & Taaffe, D. R. (2005). Improved physical performance in older adults undertaking a short-term programme of high-velocity resistance training. *Gerontology*, 51(2), 108-115.
- Henwood, T. R., & Taaffe, D. R. (2006). Short-term resistance training and the older adult: the effect of varied programmes for the enhancement of muscle strength and functional performance. *Clin Physiol Funct Imaging*, 26(5), 305-313.

- Heymsfield, S. B., Wang, J., Heshka, S., Kehayias, J. J., & Pierson, R. N. (1989). Dual-photon absorptiometry: comparison of bone mineral and soft tissue mass measurements in vivo with established methods. *Am J Clin Nutr*, 49(6), 1283-1289.
- Heyward, V. H. (1996). Evaluation of body composition. Current issues. *Sports Med*, 22(3), 146-156.
- Heyward, V. H. (2006). Assessing cardiorespiratory fitness. *Advanced fitness assessment and exercise prescription*. (Fifth Edition). Champaign, IL: Human Kinetics, 55.
- Hickson, R. C., Rosenkoetter, M. A., & Brown, M. M. (1980). Strength training effects on aerobic power and short-term endurance. *Med Sci Sports Exerc*, 12(5), 336-339.
- Hirvensalo, M., Lintunen, T., & Rantanen, T. (2000). The continuity of physical activity--a retrospective and prospective study among older people. *Scand J Med Sci Sports*, 10(1), 37-41.
- Holland, G. J., Tanaka, K., Shigematsu, R., & Nakagaichi, M. (2002). Flexibility and physical functions of older adults: a review. *J Aging Phys Act*, 10, 169-206.
- Holviala, J. H., Sallinen, J. M., Kraemer, W. J., Alen, M. J., & Hakkinen, K. K. (2006). Effects of strength training on muscle strength characteristics, functional capabilities, and balance in middle-aged and older women. *J Strength Cond Res*, 20(2), 336-344.
- Horber, F. F., Kohler, S. A., Lippuner, K., & Jaeger, P. (1996). Effect of regular physical training on age-associated alteration of body composition in men. *Eur J Clin Invest*, 26(4), 279-285.
- Host, H. H., Sinacore, D. R., Bohnert, K. L., Steger-May, K., Brown, M., & Binder, E. F. (2007). Training-induced strength and functional adaptations after hip fracture. *Phys Ther*, 87(3), 292-303.
- Howley, E. T. (2001). Type of activity: resistance, aerobic and leisure versus occupational physical activity. *Med Sci Sports Exerc*, 33(6 Suppl), S364-369; discussion S419-320.
- Hu, G., Tuomilehto, J., Silventoinen, K., Barengo, N. C., Peltonen, M., & Jousilathi, P. (2005). The effects of physical activity and body mass index on cardiovascular, cancer and all-cause mortality among 47212 middle-aged finnish man and women. *Int J Obes (Lond)*, 29(8), 894-902.
- Hubert, H. B., Bloch, D. A., & Fries, J. F. (1993). Risk factors for physical disability in an aging cohort: the NHANES I Epidemiologic Followup Study. *J Rheumatol*, 20(3), 480-488.
- Hughes, V. A., Roubenoff, R., Wood, M., Frontera, W. R., Evans, W. J., & Fiatarone Singh, M. A. (2004). Anthropometric assessment of 10-y changes in body composition in the elderly. *Am J Clin Nutr*, 80(2), 475-482.
- Hunter, G. R., McCarthy, J. P., & Bamman, M. M. (2004). Effects of resistance training on older adults. *Sports Med*, 34(5), 329-348.
- Hunter, G. R., Wetzstein, C. J., Fields, D. A., Brown, A., & Bamman, M. M. (2000). Resistance training increases total energy expenditure and free-living physical activity in older adults. *J Appl Physiol*, 89(3), 977-984.
- Hurley, B. F., & Roth, S. M. (2000). Strength training in the elderly: effects on risk factors for age-related diseases. *Sports Med*, 30(4), 249-268.

- Hurley, B. F., Seals, D. R., Ehsani, A. A., Cartier, L. J., Dalsky, G. P., Hagberg, J. M., & Holloszy, J. O. (1984). Effects of high-intensity strength training on cardiovascular function. *Med Sci Sports Exerc*, 16(5), 483-488.
- Iannuzzi-Sucich, M., Prestwood, K. M., & Kenny, A. M. (2002). Prevalence of sarcopenia and predictors of skeletal muscle mass in healthy, older men and women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 57(12), M772-777.
- INE. (2008). Instituto Nacional de Estatística (Ed.). Statistical Yearbook of Portugal 2007. Lisboa.
- Ivey, F. M., Tracy, B. L., Lemmer, J. T., NessAiver, M., Metter, E. J., Fozard, J. L., & Hurley, B. F. (2000). Effects of strength training and detraining on muscle quality: age and gender comparisons. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 55(3), B152-157; discussion B158-159.
- Jagger, C., Spiers, N. A., & Clarke, M. (1993). Factors associated with decline in function, institutionalization and mortality of elderly people. *Age Ageing*, 22(3), 190-197.
- Janssen, I., Katzmarzyk, P. T., & Ross, R. (2005). Body mass index is inversely related to mortality in older people after adjustment for waist circumference. *J Am Geriatr Soc*, 53(12), 2112-2118.
- Janzen, C., Chilibeck, P., & Davison, K. (2006). The effect of unilateral and bilateral strength training on the bilateral deficit and lean tissue mass in post-menopausal women. *Eur J Appl Physiol*, 97(3), 253-260.
- Jenkins, K. R. (2004). Obesity's effects on the onset of functional impairment among older adults. *Gerontologist*, 44(2), 206-216.
- Jenkins, K. R., & Fultz, N. H. (2008). The relationship of older adults' activities and body mass index. *J Aging Health*, 20(2), 217-234.
- Jette, A. M., Branch, L. G., & Berlin, J. (1990). Musculoskeletal impairments and physical disablement among the aged. *J Gerontol*, 45(6), M203-208.
- Johnson, B. D., & Dempsey, J. A. (1991). Demand vs. capacity in the aging pulmonary system. *Exerc Sport Sci Rev*, 19, 171-210.
- Jones, L. M., Waters, D. L., & Legge, M. (2009). Walking speed at self-selected exercise pace is lower but energy cost higher in older versus younger women. *J Phys Act Health*, 6(3), 327-332.
- Jorstad, E. C., Hauer, K., Becker, C., & Lamb, S. E. (2005). Measuring the psychological outcomes of falling: a systematic review. *J Am Geriatr Soc*, 53(3), 501-510.
- Jozsi, A. C., Campbell, W. W., Joseph, L., Davey, S. L., & Evans, W. J. (1999). Changes in power with resistance training in older and younger men and women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 54(11), M591-596.
- Kalapothisarakos, V. I., Michalopoulos, M., Tokmakidis, S. P., Godolias, G., & Gourgoulis, V. (2005). Effects of a heavy and a moderate resistance training on functional performance in older adults. *J Strength Cond Res*, 19(3), 652-657.
- Kalapothisarakos, V. I., Michalopoulou, M., Godolias, G., Tokmakidis, S. P., Malliou, P. V., & Gourgoulis, V. (2004). The effects of high- and moderate-resistance training on muscle function in the elderly. *J Aging Phys Act*, 12(2), 131-143.
- Kamel, H. K. (2003). Sarcopenia and aging. *Nutr Rev*, 61(5 Pt 1), 157-167.
- Katsiaras, A., Newman, A. B., Kriska, A., Brach, J., Krishnaswami, S., Feingold, E., Kritchevsky, S. B., Li, R., Harris, T. B., Schwartz, A., & Goodpaster,

- B. H. (2005). Skeletal muscle fatigue, strength, and quality in the elderly: the Health ABC Study. *J Appl Physiol*, 99(1), 210-216.
- Kawano, H., Tanaka, H., & Miyachi, M. (2006). Resistance training and arterial compliance: keeping the benefits while minimizing the stiffening. *J Hypertens*, 24(9), 1753-1759.
- Kerrigan, D. C., Xenopoulos-Oddsson, A., Sullivan, M. J., Lelas, J. J., & Riley, P. O. (2003). Effect of a hip flexor-stretching program on gait in the elderly. *Arch Phys Med Rehabil*, 84(1), 1-6.
- Knight, C. A., & Marmon, A. R. (2008). Neural training for quick strength gains in the elderly: strength as a learned skill. *J Strength Cond Res*, 22(6), 1869-1875.
- Kohl, H. W., Fulton, J. E., & Caspersen, C. J. (2000). Assessment of Physical activity among children and adolescents: a review and synthesis. *Preventive Medicine*, 31(2), S54 - S76.
- Kohrt, W. M., Bloomfield, S. A., Little, K. D., Nelson, M. E., & Yingling, V. R. (2004). American College of Sports Medicine Position Stand: physical activity and bone health. *Med Sci Sports Exerc*, 36(11), 1985-1996.
- Konczak, J., Meeuwse, H. J., & Cress, M. E. (1992). Changing affordances in stair climbing: the perception of maximum climbability in young and older adults. *J Exp Psychol Hum Percept Perform*, 18(3), 691-697.
- Kostka, T. (2005). Quadriceps maximal power and optimal shortening velocity in 335 men aged 23-88 years. *Eur J Appl Physiol*, 95(2-3), 140-145.
- Kostka, T., Rahmani, A., Berthouze, S. E., Lacour, J. R., & Bonnefoy, M. (2000). Quadriceps muscle function in relation to habitual physical activity and VO₂max in men and women aged more than 65 years. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 55(10), B481-488.
- Kraemer, W. J., Hakkinen, K., Newton, R. U., Nindl, B. C., Volek, J. S., McCormick, M., Gotshalk, L. A., Gordon, S. E., Fleck, S. J., Campbell, W. W., Putukian, M., & Evans, W. J. (1999). Effects of heavy-resistance training on hormonal response patterns in younger vs. older men. *J Appl Physiol*, 87(3), 982-992.
- Kraus, W. E., Torgan, C. E., Duscha, B. D., Norris, J., Brown, S. A., Cobb, F. R., Bales, C. W., Annex, B. H., Samsa, G. P., Houmard, J. A., & Slentz, C. A. (2001). Studies of a targeted risk reduction intervention through defined exercise (STRRIDE). *Med Sci Sports Exerc*, 33(10), 1774-1784.
- Kriska, A. M., & Caspersen, C. J. (1997). Introduction to collection of physical activity questionnaires. *Medicine e Science in Sports and Exercise* 29(6), S5-S9.
- Kuk, J. L., Katzmarzyk, P. T., Nichaman, M. Z., Church, T. S., Blair, S. N., & Ross, R. (2006). Visceral fat is an independent predictor of all-cause mortality in men. *Obesity (Silver Spring)*, 14(2), 336-341.
- Kyle, U. G., Genton, L., Hans, D., Karsegard, V. L., Michel, J. P., Slosman, D. O., & Pichard, C. (2001). Total body mass, fat mass, fat-free mass, and skeletal muscle in older people: cross-sectional differences in 60-year-old persons. *J Am Geriatr Soc*, 49(12), 1633-1640.
- Kyle, U. G., Genton, L., Karsegard, L., Slosman, D. O., & Pichard, C. (2001). Single prediction equation for bioelectrical impedance analysis in adults aged 20--94 years. *Nutrition*, 17(3), 248-253.
- Lachman, M. E., Howland, J., Tennstedt, S., Jette, A., Assmann, S., & Peterson, E. W. (1998). Fear of falling and activity restriction: the survey

- of activities and fear of falling in the elderly (SAFE). *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci*, 53(1), P43-50.
- Lamichhane, A. P. (2005). Osteoporosis-an update. *JNMA J Nepal Med Assoc*, 44(158), 60-66.
- Lane, N. E. (2006). Epidemiology, etiology, and diagnosis of osteoporosis. *Am J Obstet Gynecol*, 194(2 Suppl), S3-11.
- Laporte, R. E., Montoye, H. J., & Caspersen, C. J. (1985). Assessment of Physical Activity in Epidemiologic Research: Problems and prospects. *Public Health Reports.*, 100(2), 131 - 146.
- Launer, L. J., Harris, T., Rumpel, C., & Madans, J. (1994). Body mass index, weight change, and risk of mobility disability in middle-aged and older women. The epidemiologic follow-up study of NHANES I. *JAMA*, 271(14), 1093-1098.
- Lauretani, F., Russo, C. R., Bandinelli, S., Bartali, B., Cavazzini, C., Di Iorio, A., Corsi, A. M., Rantanen, T., Guralnik, J. M., & Ferrucci, L. (2003). Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. *J Appl Physiol*, 95(5), 1851-1860.
- Lawrence, R. H., Tennstedt, S. L., Kasten, L. E., Shih, J., Howland, J., & Jette, A. M. (1998). Intensity and correlates of fear of falling and hurting oneself in the next year: baseline findings from a Roybal Center fear of falling intervention. *J Aging Health*, 10(3), 267-286.
- Lazcano-Ponce, E., Tamayo, J., Cruz-Valdez, A., Diaz, R., Hernandez, B., Del Cueto, R., & Hernandez-Avila, M. (2003). Peak bone mineral area density and determinants among females aged 9 to 24 years in Mexico. *Osteoporos Int*, 14(7), 539-547.
- Lean, M. E., Han, T. S., & Seidell, J. C. (1998). Impairment of health and quality of life in people with large waist circumference. *Lancet*, 351(9106), 853-856.
- Lee, I. M., & Paffenbarger, R. S., Jr. (2000). Associations of light, moderate, and vigorous intensity physical activity with longevity. The Harvard Alumni Health Study. *Am J Epidemiol*, 151(3), 293-299.
- Leenders, N. Y., Sherman, W. M., & Nagaraja, H. N. (2006). Energy expenditure estimated by accelerometry and doubly labeled water: do they agree? *Med Sci Sports Exerc*, 38(12), 2165-2172.
- Lees, F. D., Clark, P. G., Nigg, C. R., & Newman, P. (2005). Barriers to exercise behavior among older adults: a focus-group study. *J Aging Phys Act*, 13(1), 23-33.
- Lexell, J., Taylor, C. C., & Sjostrom, M. (1988). What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83-year-old men. *J Neurol Sci*, 84(2-3), 275-294.
- Lintsi, M., Kaarma, H., & Kull, I. (2004). Comparison of hand-to-hand bioimpedance and anthropometry equations versus dual-energy X-ray absorptiometry for the assessment of body fat percentage in 17-18-year-old conscripts. *Clin Physiol Funct Imaging*, 24(2), 85-90.
- Lopes, V. P., Magalhaes, P., Bragada, J., & Vasques, C. (2009). Actigraph calibration in obese/overweight and type 2 diabetes mellitus middle-aged to old adult patients. *J Phys Act Health*, 6 Suppl 1, S133-140.

- Lopes, V. P., Monteiro, A. M., Barbosa, T., Magalhães, P. M., & Maia, J. A. R. (2001). Actividade física habitual em crianças. *Rev Port Cien Desp*, 1(3), 53-60.
- Lord, S. R., Castell, S., Corcoran, J., Dayhew, J., Matters, B., Shan, A., & Williams, P. (2003). The effect of group exercise on physical functioning and falls in frail older people living in retirement villages: a randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc*, 51(12), 1685-1692.
- Lord, S. R., Ward, J. A., Williams, P., & Strudwick, M. (1995). The effect of a 12-month exercise trial on balance, strength, and falls in older women: a randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc*, 43(11), 1198-1206.
- Maggi, S., Noale, M., Gallina, P., Bianchi, D., Marzari, C., Limongi, F., & Crepaldi, G. (2006). Metabolic syndrome, diabetes, and cardiovascular disease in an elderly Caucasian cohort: the Italian Longitudinal Study on Aging. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 61(5), 505-510.
- Maki, B. E., Cheng, K. C., Mansfield, A., Scovil, C. Y., Perry, S. D., Peters, A. L., McKay, S., Lee, T., Marquis, A., Corbeil, P., Fernie, G. R., Liu, B., & McIlroy, W. E. (2008). Preventing falls in older adults: new interventions to promote more effective change-in-support balance reactions. *J Electromyogr Kinesiol*, 18(2), 243-254.
- Malliou, P., Fatouros, I., Beneka, A., Gioftsidou, A., Zissi, V., Godolias, G., & Fotinakis, P. (2003). Different training programs for improving muscular performance in healthy inactive elderly. *Isokinet Exerc Sci*, 11(4), 189-195.
- Manson, J. E., Hu, F. B., Rich-Edwards, J. W., Colditz, G. A., Stampfer, M. J., Willett, W. C., Speizer, F. E., & Hennekens, C. H. (1999). A prospective study of walking as compared with vigorous exercise in the prevention of coronary heart disease in women. *N Engl J Med*, 341(9), 650-658.
- Marcinik, E. J., Potts, J., Schlabach, G., Will, S., Dawson, P., & Hurley, B. F. (1991). Effects of strength training on lactate threshold and endurance performance. *Med Sci Sports Exerc*, 23(6), 739-743.
- Marcus, R. (1991). Understanding osteoporosis. *West J Med*, 155(1), 53-60.
- Marsh, A. P., Miller, M. E., Rejeski, W. J., Hutton, S. L., & Kritchevsky, S. B. (2009). Lower Extremity Muscle Function After Strength or Power Training in Older Adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, 17(4), 416-443.
- Martin, J. T., Coviak, C. P., Gendler, P., Kim, K. K., Cooper, K., & Rodrigues-Fisher, L. (2004). Female adolescents' knowledge of bone health promotion behaviors and osteoporosis risk factors. *Orthop Nurs*, 23(4), 235-244.
- Martin, M., Kosinski, M., Bjorner, J. B., Ware, J. E., Jr., Maclean, R., & Li, T. (2007). Item response theory methods can improve the measurement of physical function by combining the modified health assessment questionnaire and the SF-36 physical function scale. *Qual Life Res*, 16(4), 647-660.
- Matsudo, V. K. R. (1996). Measuring nutrition status, physical activity, and fitness, with special emphasis on populations at nutritional risk. *Nutrition Reviews*, 54(4), S79-S96.
- Mazess, R. B., Barden, H. S., Bisek, J. P., & Hanson, J. (1990). Dual-energy x-ray absorptiometry for total-body and regional bone-mineral and soft-tissue composition. *Am J Clin Nutr*, 51(6), 1106-1112.

- Mazzeo, R. S., Cavanagh, P., Evans, W. J., Fiatarone, M., Hagberg, J., McAuley, E., & Startzell, J. (1998a). ACSM Position Stand: Exercise and Physical Activity for Older Adults. *Med Sci Sports Exerc*, 30(6), 992-1008.
- Mazzeo, R. S., Cavanagh, P., Evans, W. J., Fiatarone, M., Hagberg, J., McAuley, E., & Startzell, J. (1998b). Exercise and physical activity for older adults. *Med. Sci. Sport. Exerc.*, 30(6), 992-1008.
- Mazzeo, R. S., & Tanaka, H. (2001). Exercise prescription for the elderly: current recommendations. *Sports Med*, 31(11), 809-818.
- McDermott, A. Y., & Mernitz, H. (2006). Exercise and older patients: prescribing guidelines. *Am Fam Physician*, 74(3), 437-444.
- McGill, T. M., Williams, C. S., & Tinetti, M. E. (1995). Assessing risk for the onset of functional dependence among older adults - The role of physical performance. *J Am Geriatr Soc*, 43(10), 1172-1172.
- Melby, C. L., Ho, R. C., & Hill, J. O. (2003). Avaliação do gasto energético humano. In: Bouchard C. (ed). *Atividade Física e Obesidade*. Trad. Dulce Marino. Barueri:Ed. Manole, 117-150.
- Metter, E. J., Conwit, R., Tobin, J., & Fozard, J. L. (1997). Age-associated loss of power and strength in the upper extremities in women and men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 52(5), B267-276.
- Miller, M. E., Rejeski, W. J., Reboussin, B. A., Ten Have, T. R., & Ettinger, W. H. (2000). Physical activity, functional limitations, and disability in older adults. *J Am Geriatr Soc*, 48(10), 1264-1272.
- Montoye, H., Kemper, H., Saris, W., & Washburn, R. (1996). *Measuring Physical Activity and Energy Expenditure*. . *Human Kinetics*. Champaign, Illinois.
- Murphy, M. H., Blair, S. N., & Murtagh, E. M. (2009). Accumulated versus continuous exercise for health benefit: a review of empirical studies. *Sports Med*, 39(1), 29-43.
- Murphy, S. L. (2009). Review of physical activity measurement using accelerometers in older adults: considerations for research design and conduct. *Prev Med*, 48(2), 108-114.
- Murray, M. P., Duthie, E. H., Jr., Gambert, S. R., Sepic, S. B., & Mollinger, L. A. (1985). Age-related differences in knee muscle strength in normal women. *J Gerontol*, 40(3), 275-280.
- Murray, M. P., Gardner, G. M., Mollinger, L. A., & Sepic, S. B. (1980). Strength of isometric and isokinetic contractions: knee muscles of men aged 20 to 86. *Phys Ther*, 60(4), 412-419.
- Nakamura, Y., Tanaka, K., Yabushita, N., Sakai, T., & Shigematsu, R. (2007). Effects of exercise frequency on functional fitness in older adult women. *Arch Gerontol Geriatr*, 44(2), 163-173.
- Narici, M. V., Reeves, N. D., Morse, C. I., & Maganaris, C. N. (2004). Muscular adaptations to resistance exercise in the elderly. *J Musculoskelet Neuronal Interact*, 4(2), 161-164.
- Nelson, H. D., Helfand, M., Wolf, S. H., & Allan, J. D. (2002). Screening for postmenopausal osteoporosis: a review of the evidence for the U.S. Preventive Services Task Force. *Ann Intern Med*, 137(6), 529-541.
- Nelson, M. E., Fiatarone, M. A., Layne, J. E., Trice, I., Economos, C. D., Fielding, R. A., Ma, R., Pierson, R. N., & Evans, W. J. (1996). Analysis of

- body-composition techniques and models for detecting change in soft tissue with strength training. *Am J Clin Nutr*, 63(5), 678-686.
- Nelson, M. E., Layne, J. E., Bernstein, M. J., Nuernberger, A., Castaneda, C., Kaliton, D., Hausdorff, J., Judge, J. O., Buchner, D. M., Roubenoff, R., & Fiatarone Singh, M. A. (2004). The effects of multidimensional home-based exercise on functional performance in elderly people. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 59(2), 154-160.
- Nelson, M. E., Rejeski, W. J., Blair, S. N., Duncan, P. W., Judge, J. O., King, A. C., Macera, C. A., & Castaneda-Sceppa, C. (2007). Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc*, 39(8), 1435-1445.
- Nied, R. J., & Franklin, B. (2002). Promoting and prescribing exercise for the elderly. *Am Fam Physician*, 65(3), 419-426.
- NOF. (2003). National Osteoporosis Foundation. Physician's guide to prevention and treatment of osteoporosis. *Washington (DC): National Osteoporosis Foundation*.
- Odenheimer, G., Funkenstein, H. H., Beckett, L., Chown, M., Pilgrim, D., Evans, D., & Albert, M. (1994). Comparison of neurologic changes in 'successfully aging' persons vs the total aging population. *Arch Neurol*, 51(6), 573-580.
- Oguma, Y., Sesso, H. D., Paffenbarger, R. S., Jr., & Lee, I. M. (2002). Physical activity and all cause mortality in women: a review of the evidence. *Br J Sports Med*, 36(3), 162-172.
- OMS. (2008). The World Health Report 2008 - primary Health Care (Now More Than Ever).
- Orr, R., de Vos, N. J., Singh, N. A., Ross, D. A., Stavrinou, T. M., & Fiatarone-Singh, M. A. (2006). Power training improves balance in healthy older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 61(1), 78-85.
- Otaka, Y. (2008). Muscle and bone health as a risk factor of fall among the elderly. Sarcopenia and falls in older people. *Clin Calcium*, 18(6), 761-766.
- Paffenbarger, R. S., Jr., Hyde, R. T., Hsieh, C. C., & Wing, A. L. (1986). Physical activity, other life-style patterns, cardiovascular disease and longevity. *Acta Med Scand Suppl*, 711, 85-91.
- Pajala, S., Era, P., Koskenvuo, M., Kaprio, J., Tolvanen, A., Heikkinen, E., Tiainen, K., & Rantanen, T. (2004). Contribution of genetic and environmental effects to postural balance in older female twins. *J Appl Physiol*, 96(1), 308-315.
- Park, H., Kim, K. J., Komatsu, T., Park, S. K., & Mutoh, Y. (2008). Effect of combined exercise training on bone, body balance, and gait ability: a randomized controlled study in community-dwelling elderly women. *J Bone Miner Metab*, 26(3), 254-259.
- Pate, R. R., Pratt, M., Blair, S. N., Haskell, W. L., Macera, C. A., Bouchard, C., Buchner, D., Ettinger, W., Heath, G. W., King, A. C., & et al. (1995). Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA*, 273(5), 402-407.
- Pedersen, B. K., & Saltin, B. (2006). Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease. *Scand J Med Sci Sports*, 16 Suppl 1, 3-63.

- Penninx, B. W., Nicklas, B. J., Newman, A. B., Harris, T. B., Goodpaster, B. H., Satterfield, S., de Rekeneire, N., Yaffe, K., Pahor, M., & Kritchevsky, S. B. (2009). Metabolic syndrome and physical decline in older persons: results from the Health, Aging And Body Composition Study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *64*(1), 96-102.
- Perracini, M. R., & Ramos, L. R. (2002). Fall-related factors in a cohort of elderly community residents. *Rev Saude Publica*, *36*(6), 709-716.
- Piers, L. S., Soares, M. J., Frandsen, S. L., & O'Dea, K. (2000). Indirect estimates of body composition are useful for groups but unreliable in individuals. *Int J Obes Relat Metab Disord*, *24*(9), 1145-1152.
- Portegijs, E., Sipila, S., Pajala, S., Lamb, S. E., Alen, M., Kaprio, J., Kosekenvuo, M., & Rantanen, T. (2006). Asymmetrical lower extremity power deficit as a risk factor for injurious falls in healthy older women. *J Am Geriatr Soc*, *54*(3), 551-553.
- Porter, M. M. (2006). Power training for older adults. *Appl Physiol Nutr Metab*, *31*(2), 87-94.
- Powell, L. E., & Myers, A. M. (1995). The Activities-specific Balance Confidence (ABC) Scale. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, *50A*(1), M28-34.
- Prentice, W. E., & Voight, M. L. (2001). Techniques in Musculoskeletal Rehabilitation. *McGraw-Hill, Philadelphia, PA, 2001*.
- Prochniewicz, E., Thompson, L. V., & Thomas, D. D. (2007). Age-related decline in actomyosin structure and function. *Exp Gerontol*, *42*(10), 931-938.
- Prohaska, T., Belansky, E., Belza, B., Buchner, D., Marshall, V., McTigue, K., Satariano, W., & Wilcox, S. (2006). Physical activity, public health, and aging: critical issues and research priorities. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci*, *61*(5), S267-273.
- Province, M. A., Hadley, E. C., Hornbrook, M. C., Lipsitz, L. A., Miller, J. P., Mulrow, C. D., Ory, M. G., Sattin, R. W., Tinetti, M. E., & Wolf, S. L. (1995). The effects of exercise on falls in elderly patients. A preplanned meta-analysis of the FICSIT Trials. Frailty and Injuries: Cooperative Studies of Intervention Techniques. *JAMA*, *273*(17), 1341-1347.
- Pu, C. T., Johnson, M. T., Forman, D. E., Hausdorff, J. M., Roubenoff, R., Foldvari, M., Fielding, R. A., & Singh, M. A. (2001). Randomized trial of progressive resistance training to counteract the myopathy of chronic heart failure. *J Appl Physiol*, *90*(6), 2341-2350.
- Puggaard, L., Pedersen, H. P., Sandager, E., & Klitgaard, H. (1994). Physical conditioning in elderly people. *Scand J Med Sci Sports*, *4*, 47-56.
- Rall, L. C., & Roubenoff, R. (2004). Rheumatoid cachexia: metabolic abnormalities, mechanisms and interventions. *Rheumat (Oxf)*, *43*(10), 1219-1223.
- Rantanen, T., Era, P., & Heikkinen, E. (1997). Physical activity and the changes in maximal isometric strength in men and women from the age of 75 to 80 years. *J Am Geriatr Soc*, *45*(12), 1439-1445.
- Rantanen, T., Guralnik, J. M., Sakari-Rantala, R., Leveille, S., Simonsick, E. M., Ling, S., & Fried, L. P. (1999). Disability, physical activity, and muscle strength in older women: the Women's Health and Aging Study. *Arch Phys Med Rehabil*, *80*(2), 130-135.
- Rantanen, T., Harris, T., Leveille, S. G., Visser, M., Foley, D., Masaki, K., & Guralnik, J. M. (2000). Muscle strength and body mass index as long-

- term predictors of mortality in initially healthy men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 55(3), M168-173.
- Reuben, D. B., & Siu, A. L. (1990). An objective measure of physical function of elderly outpatients. The Physical Performance Test. *J Am Geriatr Soc*, 38(10), 1105-1112.
- Riihimaki, H. (1991). Low-back pain, its originated risk indicators. *Scand J Work Environ Health*, 17(2), 81-90.
- Rikli, R. E., & Jones, C. J. (1999). Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. *J Aging Phys Act*, 7(2), 129-161.
- Rikli, R. E., & Jones, J. J. (2001). Senior Fitness Test Manual. *Champaign IL: Human Kinetics*.
- Ringsberg, K., Gerdhem, P., Johansson, J., & Obrant, K. J. (1999). Is there a relationship between balance, gait performance and muscular strength in 75-year-old women? *Age Ageing*, 28(3), 289-293.
- Roe, B., Howell, F., Riniotis, K., Beech, R., Crome, P., & Ong, B. N. (2008). Older people's experience of falls: understanding, interpretation and autonomy. *J Adv Nurs*, 63(6), 586-596.
- Rolland, Y., Lauwers-Cances, V., Cristini, C., Abellan van Kan, G., Janssen, I., Morley, J. E., & Vellas, B. (2009). Difficulties with physical function associated with obesity, sarcopenia, and sarcopenic-obesity in community-dwelling elderly women: the EPIDOS (EPIDemiologie de l'OSteoporose) Study. *Am J Clin Nutr*.
- Rose, D. J. (2003). FallProof! A comprehensive balance and mobility training program. *Human Kinetics, Champaign, IL*.
- Ross, R. (1996). Magnetic resonance imaging provides new insights into the characterization of adipose and lean tissue distribution. *Can J Physiol Pharmacol*, 74(6), 778-785.
- Roth, S. M., Ferrell, R. F., & Hurley, B. F. (2000). Strength training for the prevention and treatment of sarcopenia. *J Nutr Health Aging*, 4(3), 143-155.
- Roubenoff, R. (2000). Sarcopenia: a major modifiable cause of frailty in the elderly. *J Nutr Health Aging*, 4(3), 140-142.
- Roubenoff, R., Baumgartner, R. N., Harris, T. B., Dallal, G. E., Hannan, M. T., Economos, C. D., Stauber, P. M., Wilson, P. W., & Kiel, D. P. (1997). Application of bioelectrical impedance analysis to elderly populations. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 52(3), M129-136.
- Ruwer, S. L., Rossi, A. G., & Simon, L. F. (2005). Balance in the elderly. *Braz J Otorhinolaryngol*, 71(3), 298-303.
- Ryan, A. S., Ivey, F. M., Hurlbut, D. E., Martel, G. F., Lemmer, J. T., Sorkin, J. D., Metter, E. J., Fleg, J. L., & Hurley, B. F. (2004). Regional bone mineral density after resistive training in young and older men and women. *Scand J Med Sci Sports*, 14(1), 16-23.
- Rydwik, E., Lammes, E., Frandin, K., & Akner, G. (2008). Effects of a physical and nutritional intervention program for frail elderly people over age 75. A randomized controlled pilot treatment trial. *Aging Clin Exp Res*, 20(2), 159-170.
- Salem, G. J., Skinner, J. S., Chodzko-Zajko, W. J., Proctor, D. N., Fiatarone Singh, M. A., Minson, C. T., & Nigg, C. R. (2009). Exercise and Physical Activity for Older Adults. *Med Sci Sports Exerc*, 41(7), 1510-1530.

- Seguin, R., & Nelson, M. E. (2003). The benefits of strength training for older adults. *Am J Prev Med*, 25(3, suppl 2), 141-149.
- Sevick, M. A., Napolitano, M. A., Papandonatos, G. D., Gordon, A. J., Reiser, L. M., & Marcus, B. H. (2007). Cost-effectiveness of alternative approaches for motivating activity in sedentary adults: results of Project STRIDE. *Prev Med*, 45(1), 54-61.
- Shephard, R. J. (2003). Limits to the measurement of habitual physical activity by questionnaires. *Br J Sports Med*, 37(3), 197-206; discussion 206.
- Shephard, R. J., Berridge, M., & Montelpare, W. (1990). On the generality of the "sit and reach" test: an analysis of flexibility data for an aging population. *Res Q Exerc Sport*, 61(4), 326-330.
- Shiota, K., Hosoda, M., Takanashi, A., Matusda, T., Miyajima, S., Aizawa, J., & Ikeda, M. (2008). The relationship between muscle power and balance in postural control. *Rigakuryoho Kagaku*, 23(6), 817-821.
- Singh, M. A. (2002). Exercise comes of age: rationale and recommendations for a geriatric exercise prescription. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 57(5), M262-282.
- Singh, N. A., Clements, K. M., & Fiatarone, M. A. (1997). A randomized controlled trial of progressive resistance training in depressed elders. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 52(1), M27-35.
- South-Paul, J. E. (2001). Osteoporosis: part I. Evaluation and assessment. *Am Fam Physician*, 63(5), 897-904, 908.
- Spiriduso, W. W. (1995). Physical dimensions of aging. *Champaign IL: Human Kinetics*.
- Spiriduso, W. W., Francis, K. L., & MacRae, P. G. (2005). Physical Dimensions of Aging. 2 ed. *Champaign IL: Human Kinetics*.
- Stathokostas, L., Jacob-Johnson, S., Petrella, R. J., & Paterson, D. H. (2004). Longitudinal changes in aerobic power in older men and women. *J Appl Physiol*, 97(2), 781-789.
- Steele, B. G., Belza, B., Hunziker, J., Holt, L., Legro, M., Coppersmith, J., Buchner, D., & Lakshminaryan, S. (2003). Monitoring daily activity during pulmonary rehabilitation using a triaxial accelerometer. *J Cardiopulm Rehabil*, 23(2), 139-142.
- Stel, V. S., Smit, J. H., Pluijm, S. M., & Lips, P. (2003). Balance and mobility performance as treatable risk factors for recurrent falling in older persons. *J Clin Epidemiol*, 56(7), 659-668.
- Sternfeld, B., Ngo, L., Satariano, W. A., & Tager, I. B. (2002). Associations of body composition with physical performance and self-reported functional limitation in elderly men and women. *Am J Epidemiol*, 156(2), 110-121.
- Stewart, K. J. (2005). Physical activity and aging. *Ann N Y Acad Sci*, 1055, 193-206.
- Stone, M. H., Fleck, S. J., Triplett, N. T., & Kraemer, W. J. (1991). Health- and performance-related potential of resistance training. *Sports Med*, 11(4), 210-231.
- Suetta, C., Magnusson, S. P., Rosted, A., Aagaard, P., Jakobsen, A. K., Larsen, L. H., Duus, B., & Kjaer, M. (2004). Resistance training in the early postoperative phase reduces hospitalization and leads to muscle hypertrophy in elderly hip surgery patients--a controlled, randomized study. *J Am Geriatr Soc*, 52(12), 2016-2022.

- Sun, S. S., Chumlea, W. C., Heymsfield, S. B., Lukaski, H. C., Schoeller, D., Friedl, K., Kuczmarski, R. J., Flegal, K. M., Johnson, C. L., & Hubbard, V. S. (2003). Development of bioelectrical impedance analysis prediction equations for body composition with the use of a multicomponent model for use in epidemiologic surveys. *Am J Clin Nutr*, 77(2), 331-340.
- Swartz, A. M., Strath, S. J., Bassett, D. R., O'Brien, W. L., King, G. A., & Ainsworth, B. E. (2000). Estimation of energy expenditure using CSA accelerometers at hip and wrist sites. *Med. Sci. Sports Exerc.* , 32(9), S450-S456.
- Takekuma, N., Rogers, N. L., Rogers, M. E., Islam, M. M., Koizumi, D., & Lee, S. (2007). Functional fitness gain varies in older adults depending on exercise mode. *Med Sci Sports Exerc*, 39(11), 2036-2043.
- Taylor, A. H., Cable, N. T., Faulkner, G., Hillsdon, M., Narici, M., & Van Der Bij, A. K. (2004). Physical activity and older adults: a review of health benefits and the effectiveness of interventions. *J Sports Sci*, 22(8), 703-725.
- Tinetti, M. E., Doucette, J., Claus, E., & Marottoli, R. (1995). Risk factors for serious injury during falls by older persons in the community. *J Am Geriatr Soc*, 43(11), 1214-1221.
- Tinetti, M. E., Mendes de Leon, C. F., Doucette, J. T., & Baker, D. I. (1994). Fear of falling and fall-related efficacy in relationship to functioning among community-living elders. *J Gerontol*, 49(3), M140-147.
- Tinetti, M. E., Richman, D., & Powell, L. (1990). Falls Efficacy as a Measure of Fear of Falling. *J Gerontol* 45(6), P239-P243.
- Tomlinson, B. E., & Irving, D. (1977). The numbers of limb motor neurons in the human lumbosacral cord throughout life. *J Neurol Sci*, 34(2), 213-219.
- Toraman, A., & Yildirim, N. Ü. (2010). The falling risk and physical fitness in older people. *Arch Gerontol Geriatr*, 51(2), 222-226.
- Toraman, F., & Sahin, G. (2004). Age responses to multicomponent training programme in older adults. *Disabil Rehabil*, 26(8), 448-454.
- Toraman, N. F., Erman, A., & Agyar, E. (2004). Effects of multicomponent training on functional fitness in older adults. *J Aging Phys Act*, 12(4), 538-553.
- Toubro, S., Sorensen, T. I., Ronn, B., Christensen, N. J., & Astrup, A. (1996). Twenty-four-hour energy expenditure: the role of body composition, thyroid status, sympathetic activity, and family membership. *J Clin Endocrinol Metab*, 81(7), 2670-2674.
- Toulotte, C., Thevenon, A., & Fabre, C. (2006). Effects of training and detraining on the static and dynamic balance in elderly fallers and non-fallers: a pilot study. *Disabil Rehabil*, 28(2), 125-133.
- Tracy, B. L., Ivey, F. M., Hurlbut, D., Martel, G. F., Lemmer, J. T., Siegel, E. L., Metter, E. J., Fozard, J. L., Fleg, J. L., & Hurley, B. F. (1999). Muscle quality. II. Effects Of strength training in 65- to 75-yr-old men and women. *J Appl Physiol*, 86(1), 195-201.
- Tremblay, A., Coveney, S., Despres, J. P., Nadeau, A., & Prud'homme, D. (1992). Increased resting metabolic rate and lipid oxidation in exercise-trained individuals: evidence for a role of beta-adrenergic stimulation. *Can J Physiol Pharmacol*, 70(10), 1342-1347.

- Treuth, M. S., Hunter, G. R., Kekes-Szabo, T., Weinsier, R. L., Goran, M. I., & Berland, L. (1995). Reduction in intra-abdominal adipose tissue after strength training in older women. *J Appl Physiol*, 78(4), 1425-1431.
- Treuth, M. S., Ryan, A. S., Pratley, R. E., Rubin, M. A., Miller, J. P., Nicklas, B. J., Sorkin, J., Harman, S. M., Goldberg, A. P., & Hurley, B. F. (1994). Effects of strength training on total and regional body composition in older men. *J Appl Physiol*, 77(2), 614-620.
- Trost, S. G., Pate, R. R., Freedson, P. S., Sallis, J. F., & Taylor, W. C. (2000). Using objective physical activity measures with youth: how many days of monitoring are needed? . *Med. and Sci. in Sports and Exer. Madison*, 32(2), 426-431.
- Tudor-Locke, C., & Bassett, D. R., Jr. (2004). How many steps/day are enough? Preliminary pedometer indices for public health. *Sports Med*, 34(1), 1-8.
- Vandervoort, A. A. (2002). Aging of the human neuromuscular system. *Muscle Nerve*, 25(1), 17-25.
- Vanhees, L., Lefevre, J., Philippaerts, R., Martens, M., Huygens, W., Troosters, T., & Beunen, G. (2005). How to assess physical activity? How to assess physical fitness? *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*, 12(2), 102-114.
- Villareal, D. T., Apovian, C. M., Kushner, R. F., & Klein, S. (2005). Obesity in older adults: technical review and position statement of the American Society for Nutrition and NAASO, The Obesity Society. *Obes Res*, 13(11), 1849-1863.
- Vincent, K. R., Vincent, H. K., Braith, R. W., Lennon, S. L., & Lowenthal, D. T. (2002). Resistance exercise training attenuates exercise-induced lipid peroxidation in the elderly. *Eur J Appl Physiol*, 87(4-5), 416-423.
- Visser, M., Harris, T. B., Langlois, J., Hannan, M. T., Roubenoff, R., Felson, D. T., Wilson, P. W., & Kiel, D. P. (1998). Body fat and skeletal muscle mass in relation to physical disability in very old men and women of the Framingham Heart Study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 53(3), M214-221.
- Visser, M., Langlois, J., Guralnik, J. M., Cauley, J. A., Kronmal, R. A., Robbins, J., Williamson, J. D., & Harris, T. B. (1998). High body fatness, but not low fat-free mass, predicts disability in older men and women: the Cardiovascular Health Study. *Am J Clin Nutr*, 68(3), 584-590.
- Voermans, N. C., Snijders, A. H., Schoon, Y., & Bloem, B. R. (2007). Why old people fall (and how to stop them). *Pract Neurol*, 7(3), 158-171.
- Vogel, T., Brechat, P. H., Lepretre, P. M., Kaltenbach, G., Berthel, M., & Lonsdorfer, J. (2009). Health benefits of physical activity in older patients: a review. *Int J Clin Pract*, 63(2), 303-320.
- Voorrips, L. E., Ravelli, A. C., Dongelmans, P. C., Deurenberg, P., & Van Staveren, W. A. (1991). A physical activity questionnaire for the elderly. *Med Sci Sports Exerc*, 23(8), 974-979.
- Wang, W., Wang, Z., Faith, M. S., Kotler, D., Shih, R., & Heymsfield, S. B. (1999). Regional skeletal muscle measurement: evaluation of new dual-energy X-ray absorptiometry model. *J Appl Physiol*, 87(3), 1163-1171.
- Warburton, D. E., Nicol, C. W., & Bredin, S. S. (2006). Health benefits of physical activity: the evidence. *CMAJ*, 174(6), 801-809.
- Washburn, R. A., McAuley, E., Katula, J., Mihalko, S. L., & Boileau, R. A. (1999). The physical activity scale for the elderly (PASE): evidence for validity. *J Clin Epidemiol*, 52(7), 643-651.

- Wassertheil-Smoller, S., Fann, C., Allman, R. M., Black, H. R., Camel, G. H., Davis, B., Masaki, K., Pressel, S., Prineas, R. J., Stamler, J., & Vogt, T. M. (2000). Relation of low body mass to death and stroke in the systolic hypertension in the elderly program. The SHEP Cooperative Research Group. *Arch Intern Med*, *160*(4), 494-500.
- Wei, M., Kampert, J. B., Barlow, C. E., Nichaman, M. Z., Gibbons, L. W., Paffenbarger, R. S., Jr., & Blair, S. N. (1999). Relationship between low cardiorespiratory fitness and mortality in normal-weight, overweight, and obese men. *JAMA*, *282*(16), 1547-1553.
- Weiss, E. P., Spina, R. J., Holloszy, J. O., & Ehsani, A. A. (2006). Gender differences in the decline in aerobic capacity and its physiological determinants during the later decades of life. *J Appl Physiol*, *101*(3), 938-944.
- Welk, G. J. (2002). Physical Activity Assessments for Health-Related Research. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers, Inc.
- Welk, G. J. (2005). Principles of design and analyses for the calibration of accelerometry-based activity monitors. *Med Sci Sports Exerc*, *37*(11 Suppl), S501-511.
- Welle, S., Thornton, C., & Statt, M. (1995). Myofibrillar protein synthesis in young and old human subjects after three months of resistance training. *Am J Physiol*, *268*(3 Pt 1), E422-427.
- Westhoff, M., Stemmerik, L., & Boshuizen, H. (2000). Effects of a low-intensity strength training program on knee-extensor strength and functional ability of frail older people. *JAPA*(8), 325-342.
- Westlake, K. P., & Culham, E. G. (2007). Sensory-specific balance training in older adults: effect on proprioceptive reintegration and cognitive demands. *Phys Ther*, *87*(10), 1274-1283.
- Weston, A., Petosa, R., & Pate, R. (1997). Validation of an instrument for measurement of a physical activity in youth. *Med. Sci. Sports Exerc.* , *29*(1), 138-143.
- WHO. (1994). Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis. *WHO Technical Report Series*, *843*. Genève: WHO.
- WHO. (2003). WHO, Prevention and Management of Osteoporosis. Report of a WHO Scientific Group. 2003, Geneva, Switzerland: WHO Technical Report Series, No 921.
- WHO. (2009). Physical activity and older adults. Retrieved September 1, 2009 from: http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_olderadults/en/index.html.
- WHO. (2010). World Health Statistics 2010. France: Tony Waddell.
- Williams, G. N., Higgins, M. J., & Lewek, M. D. (2002). Aging skeletal muscle: physiologic changes and the effects of training. *Phys Ther*, *82*(1), 62-68.
- Williams, M. P. (1996). Increasing participation in health promotion among older african-americans. *American Journal of Health Behavior*, *20*(6), 389-399.
- Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2004). Physiology of Sport and Exercise Champaign, IL: Human Kinetics.
- Wofford, M. R., & Hall, J. E. (2004). Pathophysiology and treatment of obesity hypertension. *Curr Pharm Des*, *10*(29), 3621-3637.
- Wolfson, L. (2001). Gait and balance dysfunction: a model of the interaction of age and disease. *Neuroscientist*, *7*(2), 178-183.

Bibliografia

- Wood, R., Reyes, R., Metoyer, K., & Welsch, M. (1999). Physical fitness, Cognitive function, and perceived health in old-age. *J Aging Phys Act*, 7, 199-212.
- Worm, C. H., Vad, E., Puggaard, L., Stovring, H., Lauritsen, J., & Kragstrup, J. (2001). Effects of a multicomponent exercise program on functional ability in community-dwelling, frail older adults. *J Aging Phys Activ*(9), 414-424.
- Yuaso, D. R., & Sguizzatto, G. T. (1996). Fisioterapia em pacientes idosos. In: Papaleo Neto M. Gerontologia. *São Paulo: Atheneu*, 331-333.
- Zamboni, M., Armellini, F., Harris, T., Turcato, E., Micciolo, R., Bergamo-Andreis, I. A., & Bosello, O. (1997). Effects of age on body fat distribution and cardiovascular risk factors in women. *Am J Clin Nutr*, 66(1), 111-115.
- Zamboni, M., Mazzali, G., Zoico, E., Harris, T. B., Meigs, J. B., Di Francesco, V., Fantin, F., Bissoli, L., & Bosello, O. (2005). Health consequences of obesity in the elderly: a review of four unresolved questions. *Int J Obes (Lond)*, 29(9), 1011-1029.