



Universidade do Porto

Faculdade de Ciências do
Desporto e de Educação Física

Efeito da actividade física na força muscular em idosos



Maria Joana Carvalho

2002

12/14/22

12/14/22



Universidade do Porto

Faculdade de Ciências do Desporto
e de Educação Física

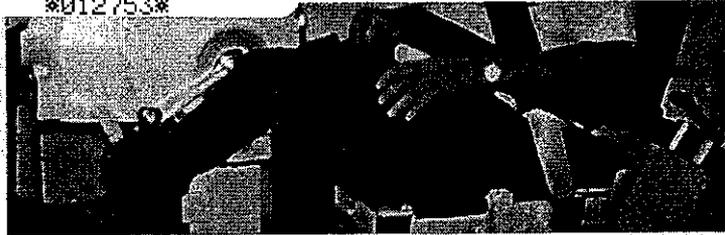
Efeito da Actividade Física na Força Muscular em Idosos

U PORTO

FACULDADE DE DESPORTO
UNIVERSIDADE DO PORTO



012753



FACULDADE DE CIÊNCIAS DO
DESPORTO E DE EDUCAÇÃO FÍSICA
UNIVERSIDADE DO PORTO
BIBLIOTECA

Dissertação apresentada às provas de doutoramento no ramo
de Ciências do Desporto, nos termos do decreto-lei nº 216/92
de 13 de Outubro

FACULDADE DE CIÊNCIAS DO
DESPORTO E DE EDUCAÇÃO FÍSICA

UNIVERSIDADE DO PORTO

BIBLIOTECA

N.º 12753

DATA 04.05.103

Orientador: Professor Doutor José Manuel da Costa Soares
Co-Orientador: Professor Doutor Ovídio Pereira da Costa

Maria Joana Mesquita Cruz Barbosa de Carvalho
2002

043 De

02C

ex. 2

LIBRETA

Agradecimentos

A realização deste trabalho constituiu o cumprimento de uma tarefa académica e traduziu-se, simultaneamente, na possibilidade de continuar a estudar um tema que desde cedo me agradou.

Apesar do carácter individual que é inerente a esta dissertação, a sua elaboração não seria possível sem a colaboração, orientação, apoio e incentivo de um elevado número de pessoas. Neste sentido, gostaria de expressar com a mais elevada consideração o meu profundo agradecimento às seguintes pessoas e instituições:

Ao Prof. Dr. José Soares, como orientador deste trabalho, pela forma motivadora e empenhada como o fez e pela sua inextinguível disponibilidade. Para ele um agradecimento muito especial pela amizade sempre presente, pelas frases e frases reconstruídas, pelas leituras incansáveis ao longo de todo o trabalho, por esclarecer as minhas infinitas dúvidas e indecisões, pela crítica pertinente, pelo constante incentivo e apoio e, especialmente, pelo exemplo de profissionalismo que imprime em tudo o que faz. Jamais esquecerei o importante contributo dado para a minha formação já desde os tempos da licenciatura e que condicionou decisivamente a minha carreira científica e profissional. Sem a sua ajuda seria quase impossível ir tão longe...

Ao Prof. Dr. Ovídio Costa por assumir a co-orientação deste trabalho, por toda a importância que tem tido na minha formação, pelo rigor e exigência com que me habituou a trabalhar e, sobretudo, pela educação científica que me proporcionou, aspectos determinantes para o meu envolvimento neste trabalho.

Ao Prof. Dr. Jorge Mota pela sua amizade, incentivo, preocupação e disponibilidade constantes ao longo da consecução deste trabalho. Agradeço-lhe a revisão paciente e profunda do manuscrito, os seus conselhos e as suas sugestões.

Aos meus colegas e amigos, José Oliveira, José Magalhães e António Ascensão pelo exemplo de trabalho e dedicação, pela atitude solícita e pela imprescindível ajuda na recolha de dados, pelo interesse, troca de ideias, incentivos e amizade. Não me posso esquecer da sua presença constante ao longo deste trabalho e a forma empenhada e disponível com que participaram na realização do protocolo experimental.

Ao laboratório de Biomecânica, nomeadamente, ao Prof. Dr. João Paulo Vilas Boas, Mestre Filipa Sousa, Mestre Filipe Conceição e Eng. João Carvalho pela sua ajuda e disponibilidade, bem como, por toda a colaboração e amizade demonstradas.

Ao Prof. Dr. Jan Cabri pelas preciosas sugestões e conselhos no tratamento estatístico dos dados.

Ao Prof. Pedro Lago pelo seu apoio e disponibilidade no tratamento e análise dos dados.

A todos os idosos que voluntariamente se disponibilizaram para este trabalho, que de forma pronta e alegre me cederam um pouco do seu tempo e porque sem eles este trabalho não teria sido realizado. Agradeço-lhes a dedicação com que cumpriram todos os passos do protocolo experimental. São eles que justificam o meu gosto e empenho por esta área.

Aos professores dos meus “velhinhos” pela sua valiosa ajuda na consecução das sessões de actividade física e pela forma atenta e dedicada com que cumpriram o planeamento proposto.

Ao Centro de Medicina Desportiva do Porto, pelas facilidades concedidas na utilização das suas instalações e material.

Aos médicos, funcionários e técnicos do Centro de Medicina do Porto por toda a disponibilidade e colaboração durante a realização deste trabalho.

À D. Celeste, ao Sr. Matos e Sr. Vitor, pela muita simpatia e disponibilidade com que sempre me ajudaram nas diferentes tarefas envolvidas neste trabalho.

Ao técnico Helder Pimentel pelo seu incansável apoio e colaboração e que, infelizmente, de forma prematura e imprevista cedo nos deixou.

Ao Armando Vilas-Boas pelo design da capa.

Aos meus pais e irmãos pela sua alegria, compreensão, apoio e carinho que sempre me dispensaram.

Ao Jorge e à Francisca que são, de facto, a razão de todo o meu empenho e alegria.

A todos aqueles que embora não estejam aqui citados mas que directa ou indirectamente contribuíram para a realização deste trabalho, o meu mais sincero agradecimento.



Resumo

Este trabalho desenvolveu-se em dois anos distintos. No primeiro ano um grupo de 25 idosos (idade média= 69.4 ± 4.1 anos; peso médio= 69.9 ± 14.4 Kg; altura média= 1.57 ± 0.8 m.) foi submetido durante 6 meses a um programa bi-semanal de actividade física generalizada ("Ginástica de Manutenção" - 50 min.) dado ser aquele que mais frequentemente é oferecido aos idosos. No segundo ano do protocolo experimental, um outro grupo de 19 idosos (idade média= 68.7 ± 4.2 anos; peso médio= 66.8 ± 8.6 Kg; altura média= 1.59 ± 0.1 m.) foi submetido a um programa combinado de igual duração onde para além das sessões de actividade física generalizada (2xsem.; 50 min.), foi contemplado um treino específico de força em máquinas de resistência variável (2xsem.; 40-50min).

A força máxima isocinética dos extensores e flexores do joelho foi avaliada em todos os sujeitos através de um dinamómetro isocinético (Biodex System 2, USA). As avaliações foram feitas em ambos os membros, em 4 períodos distintos: inicial ("baseline"), intermédio (3 meses após), final (6 meses após) e destreino (1 mês após paragem) em duas velocidades distintas: $60^\circ/\text{seg.}$ e $180^\circ/\text{seg.}$ Foram considerados os seguintes parâmetros: momento máximo (Nm) e razão antagonista/agonista (%).

Os principais resultados quanto ao efeito dos dois programas de actividade física na força muscular dos idosos foram os seguintes: (i) as sessões de "Ginástica de Manutenção" não induziram melhorias na força muscular; (ii) apenas o programa combinado de actividade física aumentou a força isocinética dos idosos; (iii) não foram observadas alterações na força muscular após 1 mês de destreino relativamente aos valores de pré-treino; (iv) os níveis de força do sexo masculino foram sempre significativamente mais elevados comparativamente ao sexo feminino, mas a percentagem de alteração após treino foi independente do género; (v) não foram encontradas variações significativas na razão antagonista/agonista, nem no primeiro, nem no segundo ano do protocolo experimental; (vi) os idosos menos fortes foram aqueles que apresentaram maiores aumentos da força muscular; (vii) os idosos menos activos apresentaram menores índices de força do que os mais activos; (viii) os aumentos da força muscular foram mais evidentes na avaliação pelo método de 1RM do que pela avaliação isocinética.

Conclui-se que apenas o treino combinado parece ser suficientemente intenso e específico para induzir melhorias na força muscular e que essas melhorias são independentes do género, mas influenciadas pelo nível inicial de força e pelo método de avaliação utilizado. O nível inicial de força parece estar, por seu lado, relacionado com a actividade física diária dos idosos. Um mês de destreino parece não ser suficiente para induzir alterações significativas na força muscular, sendo provavelmente justificado pelos elevados níveis de actividade diária de todos os sujeitos avaliados.



Abstract

This study was conducted in two different years. In the first year, 25 elderly subjects (mean age= 69.4 ± 4.1 years; mean weight= 69.9 ± 14.4 Kg; mean height= 1.57 ± 0.8 m.) participated in a 6-month general physical activity program that usually are offered to elderly people (Gymnastics – 50 min.), consisting of 2 session per week. In the second year, another group of 19 elderly subjects (mean age= 68.7 ± 4.2 years; mean weight = 66.8 ± 8.6 Kg; mean height= 1.59 ± 0.1 m.) were submitted to a 6-month combined physical activity program of gymnastics (2xweek; 50 min.) and strength training (2xweek; 40-50 min.).

Maximal isokinetic strength of the quadriceps and hamstrings were measured in all the subjects by using an isokinetic dynamometer (Biodex System 2, USA). The evaluations were made in both legs, in 4 different periods: initial ("baseline"), middle (after 3 months), final (after 6 months) and detraining (after 1 month of interruption) at $60^\circ/s$. and $180^\circ/s$. The following isokinetic strength variables were considered: maximal peak torque (Nm) and flexors/extensors of knee (%).

The results showed: (i) no significant improvements in the isokinetic strength following the gymnastics program ($p > 0.05$); (ii) only the combined physical activity program increased the isokinetic strength of the elderly; (iii) no significant changes were observed after 1 month of detraining; (iv) the strength of these two muscle groups at both testing speeds were significantly higher in men than in women, but the relative gain after training was gender independent; (v) only minor changes were observed in flexors/extensors of knee with both physical activity programs; (vi) the lower initial values of strength the higher increases in muscular strength; (vii) the lesser active elderly subjects the lower initial values of strength; (viii) the rise in strength was more pronounced in the one-repetition maximum (1RM) strength test than in the isokinetic evaluation.

It was concluded that only the combined physical activity program seems sufficient to induced marked changes in muscular strength, and that these alterations are independent of the gender but influenced by the initial strength level of the subjects and by the method of evaluation. The initial level of strength seems to be related to daily physical activity. One month of detraining seems to be insufficient to make significant changes in muscular strength, witch may be explained by the high level of daily activity of all the subjects studied.



Résumé

Ce travail s'est développé en deux années distinctes. La première année, un groupe de 25 personnes âgées (âge moyen= 69.4 ± 4.1 ans; poids moyen= 69.9 ± 14.4 Kg; hauteur moyenne= 1.57 ± 0.8 m.) a été soumis durant six mois à un programme d'activité physique généralisé, 2 fois par semaine (« Gymnastique de Manutention » - 50 min.) pour être celui qui leur est le plus souvent offer. La deuxième année, un autre groupe de 19 personnes âgées (âge moyen= 68.7 ± 4.2 ans; poids moyen= 66.8 ± 8.6 kg.; hauteur moyenne= 1.59 ± 0.1 m.) a été soumis à un programme combiné pendant six mois, 2xsem 50 min. de gymnastique et 2xsem. 40-50 min. d'entraînement spécifique de force musculaire.

La force maximum d'isocinétique des extenseurs et des flexeurs du genou a été évaluée sur tous les sujets à travers d'un dynamomètre isocinétique (Biodex System 2, USA). Ces évaluations ont été réalisés sur les deux membres inférieurs en quatre moments distinctes: initiale (« baseline »), intermédiaire (après 3 mois), final (après 6 mois) et non-entraînement (1 mois après l'arrêt) et 2 vitesses: $60^\circ/\text{seg.}$ et $180^\circ/\text{seg.}$ Nous avons pris en considération les paramètres suivants: moment maximum (Nm) et raison d'antagoniste/agoniste (%).

Les principaux résultats des deux programmes d'activité physique dans la force musculaire de ces personnes âgées ont été les suivants: (i) les sessions de Gymnastique n'ont conduit à aucune amélioration au niveau musculaire; (ii) seul le programme combiné de l'activité physique a augmenté la force musculaire; (iii) un mois sans entraînement n'a pas provoqué d'altération dans la force isocinétique; (iv) les niveaux de force des hommes ont été significativement plus élevés que ceux des femmes, néanmoins le gain de force après activité est égal pour les deux sexes; (v) aucune altération a été remarquée après l'activité sur la raison d'antagoniste/agoniste; (vi) les personnes moins les forts ont été celles qui ont présenté les plus grandes améliorations; (vii) les personnes les moins actives sont celles qui présentent moins de force; (viii) les changements des niveaux de force ont été plus évidents après l'évaluation pour le méthode de 1RM que par l'évaluation isocinétique.

On peut conclure que seul l'entraînement combiné paraît être suffisant pour améliorer la force des personnes âgées et que ces améliorations sont indépendantes du genre, mais elles sont influencées pour le niveau initial de la force et de la méthode utilisée pour l'évaluation. Le niveau initial de force paraît être associé à l'activité habituelle. Un mois sans entraînement n'est pas être suffisant pour induire des changements significatifs de la force musculaire de ces personnes âgées, probablement parce qu'ils ont un niveau d'activité quotidienne élevée.



Índice

1. Introdução	1
2. Revisão da Literatura	7
2.1. Envelhecimento muscular	9
2.1.1. Aspectos gerais	9
2.1.2. A força muscular na saúde e funcionalidade do idoso	10
2.1.3. Alterações na contractilidade	13
2.1.4. Alterações morfológicas	14
2.1.4.1. Área das fibras	14
2.1.4.2. Número de fibras	14
2.1.4.3. Tipo de fibras	18
2.1.5. Alterações neurais	18
2.1.6. Alterações bioquímicas	21
2.1.7. Alterações na capilarização	23
2.2. Treino da força muscular em idosos	24
2.2.1. Efeitos do treino de força no sistema muscular	24
2.2.2. Efeitos do treino de força no sistema cardiovascular	27
2.2.3. Treino de força vs. treino de resistência	28
2.2.4. Treino e desuso	29
3. Material e Métodos	31
3.1. Amostra	34
3.1.1. Grupo G ("Ginástica de Manutenção")	35
3.1.2. Grupo G+M ("Ginástica de Manutenção + Musculação")	36
3.2. Questionário	36
3.3. Protocolo de treino	37
3.3.1. "Ginástica de Manutenção" (G1)	37
3.3.2. "Ginástica de Manutenção + Musculação"	38
3.3.2.1. "Ginástica de Manutenção" (G2)	38
3.3.2.2. "Musculação"	39
3.4. Avaliação da força muscular	40
3.5. Procedimentos estatísticos	42
4. Resultados	43
4.1. Caracterização da actividade física diária	45
4.1.1. Questionário de Baecke Modificado	45
4.1.1.1. Grupo G	45
4.1.1.2. Grupo G+M	46
4.1.1.3. Grupo G vs. Grupo G+M	47
4.2. Caracterização da actividade física formal e organizada	47
4.2.1. "Ginástica de Manutenção" do grupo G (G1)	47
4.2.1.1. Filmagens em vídeo	47
4.2.1.2. Telemetria da frequência cardíaca	48
4.2.2. "Ginástica de Manutenção" do grupo G+M (G2)	49
4.2.2.1. Filmagens em vídeo	49
4.2.2.2. Telemetria da frequência cardíaca	50
4.2.3. "Ginástica de Manutenção 1" (G1) vs. "Ginástica de Manutenção 2" (G2)	51
4.2.3.1. Filmagens em vídeo	51
4.2.3.2. Telemetria da frequência cardíaca	52
4.2.4. "Musculação"	54

4.2.4.1. Telemetria da frequência cardíaca	54
4.2.4.2. Determinação da pressão arterial	54
4.3. Avaliação da força muscular	55
4.3.1. Avaliação isocinética da força	56
4.3.1.1. Grupo G	56
4.3.1.2. Grupo G+M	61
4.3.1.3. Grupo G vs. Grupo G+M	65
4.3.1.4. Grupo G + Grupo G+M	68
4.3.2. Avaliação de 1RM	69
4.3.3. Avaliação isocinética vs. avaliação de 1RM	70
5. Discussão	71
5.1. Amostra	73
5.2. Caracterização da actividade física diária	74
5.3. Caracterização da actividade física formal e organizada	78
5.3.1. Filmagens em vídeo	79
5.3.1.1. Sessões de "Ginástica de Manutenção"	79
5.3.1.2. Sessões de "Musculação"	86
5.3.2. Intensidade da actividade física formal e organizada	89
5.3.2.1. Sessões de "Ginástica de Manutenção"	89
5.3.2.2. Sessões de "Musculação"	93
5.3.2.2.1. Telemetria da frequência cardíaca	93
5.3.2.2.2. Determinação da pressão arterial	95
5.4. Avaliação da força muscular	98
5.4.1. Avaliação isocinética da força	101
5.4.1.1. Grupo G ("Ginástica de Manutenção")	108
5.4.1.2. Grupo G+M ("Ginástica de Manutenção + Musculação")	113
5.4.1.3. Grupo G vs. Grupo G+M	124
6. Conclusões	129
7. Referências Bibliográficas	137
8. Anexos	159



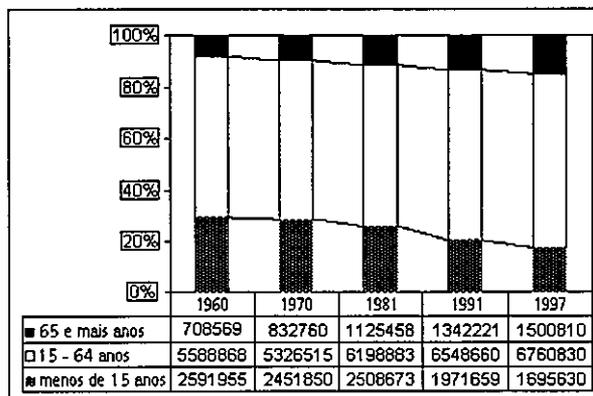
Introdução



1. Introdução

A população idosa é, actualmente, uma realidade demográfica cada vez mais significativa na população mundial. Enquanto que, no início do século, a população com idade superior a 60 anos não ultrapassava os 5%, actualmente um quinto desta população mundial e 20% da população dos países industrializados ultrapassa claramente este valor (WHO, 1998). Este rápido envelhecimento da população é um fenómeno particularmente evidente nos países mais desenvolvidos, entre os quais se inclui Portugal. Em Portugal constata-se que o grupo de idosos, que em 1960 representava 8% da população viu esse valor subir para 11.4% em 1981 e para 14% em 1991. Em 1997, e de acordo com a estimativa intercensitária da população portuguesa divulgada pelo INE (1997) para esse ano, este grupo de pessoas com idade superior a 65 anos passa a corresponder a 15% da população (Rosa, 1999).

Figura 1 – Evolução dos grupos de idade (sexos reunidos) 0-14, 15-64 e 65 e mais anos em Portugal, de 1960 a 1997 (adaptado de Rosa, 1999).



Fontes: X a XIII Recenseamento Geral da População e estimativas da população residente para 1997 (nº26), INE, Lisboa.

Os valores preditivos para o século XXI são ainda mais elevados, esperando-se inclusivamente que até ao 2º decénio do próximo século, este estrato etário passe, em Portugal, a ser mais numeroso que o grupo de pessoas jovens (idade inferior a 15 anos). De facto, Portugal, à semelhança de outros países industrializados, sofreu alterações na configuração geral da pirâmide das idades, traduzido por um aumento do número de indivíduos com mais de 65 anos e por uma diminuição do número de indivíduos com menos de 15 anos. A conjugação do decréscimo progressivo das taxas de natalidade com o aumento gradual da esperança média de vida tem-se traduzido no aumento populacional.

Deste modo, não é de estranhar o crescente interesse, particularmente nas últimas décadas, que se tem vindo a observar por parte de investigadores de diferentes ramos do conhecimento pelo bem-estar, saúde e qualidade de vida dos idosos.

O envelhecimento tem sido descrito como um processo, ou conjunto de processos, inerente a todos os seres vivos e que se expressa pela perda da capacidade de adaptação e pela diminuição da funcionalidade (Spirduso, 1995). O envelhecimento está, assim, associado a inúmeras alterações com repercussões na funcionalidade, mobilidade, autonomia e saúde desta população e, deste modo, na sua qualidade de vida.

Neste sentido, e em termos de saúde pública interessa, sobretudo, conhecer as formas de tentar atenuar esta degeneração progressiva. Ao aumento da longevidade deve corresponder a manutenção da qualidade de vida associada à melhor saúde, ao bem-estar e à capacidade de realizar autonomamente as tarefas quotidianas (Spirduso, 1995). Para além dos aspectos directamente relacionados com a saúde, é hoje entendido como tarefa prioritária o desenvolvimento de competências que permitam ao idoso realizar as suas tarefas básicas diárias independentemente do auxílio de terceiros (Katz et al., 1983; Andrews, 2001). Assim, e dado que a qualidade de vida está intimamente associada a um bom desempenho motor, a prática regular de actividade física torna-se fundamental para este escalão etário.

Para manter a qualidade de vida e lidar com as actividades quotidianas, é importante para o idoso permanecer com a melhor aptidão física 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 (Adams et al., 1999; Brill et al., 2000).

Ao longo dos anos, um número crescente de estudos tem tentado analisar a potencial influência da actividade física na idade biológica, capacidade funcional e saúde do idoso (para refs. ver Andrews, 2001). Por exemplo, diferentes estudos têm demonstrado que o declínio físico e funcional associado ao envelhecimento pode, mesmo em sujeitos com idade extrema, ser revertido através do exercício físico (Paffenbarger et al., 1986; Fiatarone et al., 1994). Para além disso, sabe-se também que a prática de actividades físicas está associada à redução da incidência de doenças cardiovasculares (Powell et al., 1987; Lakka et al., 1994; Katz et al., 1995), hipertensão (Paffenbarger et al., 1983; Hagberg, 1990), diabetes tipo II (Frisch et al., 1986; Ades e Grunvald, 1990; Kirwan et al., 1993), neoplasia do intestino (Kohl et al., 1988), bem como, a estados de ansiedade e depressão (King et al., 1993). Para além disso, a prática regular de actividade física tem sido relacionada com o aumento do conteúdo mineral ósseo e com a redução do risco de fracturas osteoporóticas (Nelson et al., 1994).

A capacidade de realizar diferentes actividades diárias, actividades laborais ou recreacionais é determinada, em grande parte, pela capacidade de desenvolver força muscular (Brill et al., 2000; Hughes et al., 2001). Diferentes autores têm referido que a atrofia e fraqueza musculares associadas ao envelhecimento são aspectos determinantes na morbilidade e mortalidade destes escalões etários mais velhos (Schultz, 1995; Brill et al., 2000; Carter et al., 2001). A perda da força e da massa muscular predispõe os idosos a uma limitação funcional, sendo este um factor predisponente para muitos dos processos patológicos associados ao aumento da morbilidade e mortalidade (Brill et al., 2000).

Assim, das várias alterações fisiológicas induzidas pelo envelhecimento e/ou inactividade física, as alterações sobre o sistema muscular esquelético revelam-se de especial importância. Para além da sua relação com a mobilidade, funcionalidade e autonomia, a força tem igualmente um papel preponderante na diminuição do risco de quedas e, consequentemente, de fracturas facilitadas pela maior desmineralização óssea típica do idoso (Carter et al., 2001).

Neste sentido, e porque a actividade física é hoje entendida como um meio determinante de prevenção de alguns fenómenos associados ao envelhecimento, nomeadamente no retardar e/ou inverter o declínio da força muscular, o objectivo principal deste trabalho foi o de avaliar o efeito de dois programas de actividade física na força muscular do idoso, como factor importante na sua independência e, consequentemente, na melhoria da sua qualidade de vida.

Apesar de numerosos os estudos acerca do efeito do treino sobre a força muscular, a maioria dos trabalhos baseia-se em protocolos de treino intensivo específico de funções isoladas (Fiatarone et al., 1994). Poucos estudos longitudinais têm examinado os efeitos fisiológicos das actividades que mais frequentemente são oferecidos aos idosos, tais como a "Ginástica de Manutenção" (Lord e Castell, 1994; Puggaard et al., 1994). Neste sentido, no nosso estudo, procurámos inicialmente avaliar o efeito de um programa generalizado de actividade física (i.e., "Ginástica de Manutenção") sobre a força muscular dos membros inferiores do idoso. No entanto, após verificar o "não-efeito" do programa anteriormente referido e considerando a força muscular como um elemento determinante para a mobilidade, funcionalidade, autonomia e qualidade de vida do idoso, analisámos, num segundo ano do protocolo experimental, o efeito de um programa combinado de actividade generalizada (i.e., "Ginástica de Manutenção") e de treino específico de força (i.e., "Musculação") sobre os mesmos parâmetros relativos à força isocinética.

Para além disso, dado saber-se que para além dos potenciais benefícios do exercício físico, existem também riscos associados a essa actividade, uma das preocupações evidentes do nosso estudo foi observar algumas variáveis técnicas de tempo-movimento, assim como avaliar a intensidade do esforço durante as sessões de actividade física por nós propostas.

De facto, é importante conhecer com rigor a quantidade e as características necessárias para que a actividade física seja benéfica para a saúde, pois, se por um lado, é necessário uma quantidade suficientemente elevada de exercício para promover efeitos biológicos positivos sobre a saúde (Astrand, 1992), por outro lado, tudo parece sugerir existir um limiar a partir do qual o exercício é também indutor do aumento de probabilidade de lesão (Powell e Paffenbarger, 1985). Quando a literatura se refere aos benefícios da actividade física, pressupõe uma prática racional, controlada e adaptada ao estado de saúde e de condição física de cada um, por forma a não sobrecarregar excessivamente os diferentes sistemas orgânicos.



Revisão da Literatura



2. Revisão da Literatura

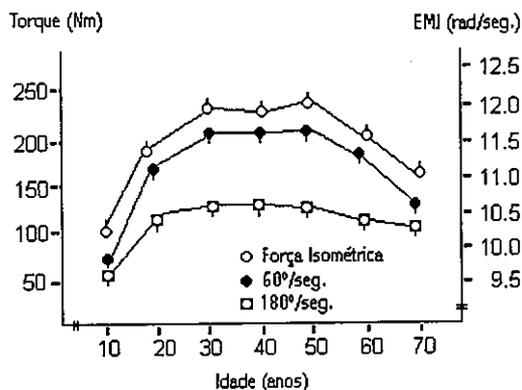
2.1. Envelhecimento muscular

2.1.1. Aspectos gerais

Há mais de 150 anos atrás, Quetelet (1835) descreveu originalmente a diminuição da função muscular com o envelhecimento. Desde essa data até à actualidade, vários estudos se têm ocupado com esta temática, sendo consensual que este decréscimo se torna mais evidente a partir dos 60 anos (Doherty et al., 1993) para além de ser mais pronunciado nas mulheres (Rook et al., 1992).

De acordo com vários autores, a força muscular máxima é alcançado por volta dos 30 anos, mantém-se mais ou menos estável até à 5ª década, idade a partir da qual inicia o seu declínio. Entre os 50 e os 70 anos existe uma perda de aproximadamente 15% por década, após o que a redução da força muscular aumenta para 30% em cada 10 anos (Fig. 2; Larsson et al., 1979; Vandervoort e McComas, 1986; Rogers e Evans, 1993).

Figura 2 – Força máxima isométrica (FMI, Nm) e velocidade máxima de extensão do joelho (EMJ, rad/seg) em sujeitos do sexo masculino de diferentes grupos etários (adaptado de Larsson et al., 1979).



A diminuição da força é não apenas específica de cada indivíduo, mas também de cada grupo muscular e ainda do tipo de contracção (Spirduso, 1995; Hughes et al., 2001). Por exemplo, diferentes estudos mostram que a diminuição da força dos membros inferiores com a idade é mais acentuada do que a observada nos membros superiores (Klitgaard et al., 1990b; Grimby et al., 1992; Lynch et al., 1999; Hughes et al., 2001; Izquierdo et al., 2001). Por outro lado, numerosos trabalhos têm mostrado que a magnitude com que as acções musculares são afectadas pelo envelhecimento é igualmente diferente. As diferenças na força muscular entre jovens e idosos são menos evidentes na acção excêntrica

comparativamente à acção isométrica e concêntrica (Vandervoort et al., 1990; Poulin et al., 1992; Phillips et al., 1993; Porter et al., 1994; Hortobágyi et al., 1995).

As diferenças entre sexos na força muscular podem variar entre 40 a 80%, dependendo do protocolo de avaliação, da amostra e do segmento corporal analisado (Bellew e Malone, 2000; Hughes et al., 2001). Apesar da produção da força estar relacionada com a área de secção transversal em ambos os sexos, vários estudos (Larsson et al., 1979; Rook et al., 1992) têm mostrado que as mulheres continuam a possuir níveis de força inferiores, mesmo quando relativizadas as áreas de secção transversal do músculo.

Por outro lado, enquanto que a diminuição mais acentuada da força nos homens ocorre por volta dos 60 anos, na mulher o declínio mais pronunciado dá-se por volta dos 50 anos, ou seja, geralmente coincidente com o início da menopausa (Rook et al., 1992). Nas mulheres submetidas a hormonoterapia pós-menopausa, o declínio da força é significativamente atenuado, o que sugere um papel determinante dos estrogénios na capacidade de desenvolver força muscular (Rook et al., 1992). Para além das diferenças hormonais, os níveis de força mais elevados nos homens têm sido igualmente justificados pelas diferenças no sistema muscular esquelético, distribuição e morfologia das fibras, respostas electromecânicas e activação neural, e ainda pelos padrões de actividade física (Bellew e Malone, 2000).

2.1.2. A força muscular na saúde e funcionalidade do idoso

Este declínio generalizado da força muscular tem implicações significativas na capacidade funcional do idoso (Brill et al., 2000). Vários estudos têm demonstrado uma correlação positiva entre a força muscular, particularmente a força dos extensores do joelho, com a velocidade de marcha (Avlund et al., 1994; Fiatarone et al., 1994; Kwon et al., 2001), com a subida de degraus (Avlund et al., 1994), com a capacidade de se levantar de uma cadeira (Hyatt et al., 1990) e com a capacidade de realizar diferentes actividades do dia a dia (Hyatt et al., 1990; Avlund et al., 1994).

No estudo de Avlund et al. (1994), os idosos (75 anos) que apresentavam reduzidos níveis de força nos músculos extensores do joelho, apresentaram também uma maior fadigabilidade, bem como uma maior necessidade de ajuda na realização de diferentes actividades diárias.

Para além deste facto, a literatura sugere que os baixos índices de força estão relacionados com a maior susceptibilidade de ocorrência de quedas e consequentes fracturas, facilitadas pela desmineralização óssea comum neste escalão etário (Shephard, 1997; Adams et al., 1999; Carter et al., 2001; Edberg, 2001). Embora ainda não tenha sido estabelecida uma relação de causa-efeito entre a força muscular e a incidência de quedas, diferentes estudos suportam esta hipótese (Whipple et al., 1987; Robbins et al., 1989; Lipsitz et al., 1991). Comparativamente ao grupo controlo da

mesma idade, os idosos com história de quedas frequentes apresentaram valores significativamente mais baixos na força e potência muscular dos quatro principais grupos musculares implicados no equilíbrio, i.e., flexores e extensores do joelho, extensores e flexores do pé (Whipple et al., 1987; Ringsberg et al., 1998).

As quedas são hoje consideradas um problema de saúde pública, pois para além dos custos sociais que lhes estão inerentes, implicam, na sua maioria, o recurso à situação de acamamento e, deste modo, a uma aceleração da senescência do idoso (Daley e Spinks, 2000).

Vários trabalhos mostram que 40 a 60 % dos indivíduos acima dos 65 anos já experimentaram pelo menos uma queda, sendo esta mais frequente nos utentes de lares e nas mulheres (Shephard, 1990a,b). Apesar de se estimar que apenas 10% das quedas resultam em fractura óssea grave, aproximadamente 20% das mulheres que sofrem uma fractura da anca, não sobrevivem para além do primeiro ano e outras 20% ficam com uma limitada mobilidade e dependentes de outros (Schultz, 1992).

O equilíbrio é outra capacidade determinante para a funcionalidade e saúde dos idosos que, para além de outros aspectos, também depende em grande escala da força dos membros inferiores (Whipple et al., 1987; Carter et al., 2001).

A manutenção do equilíbrio, quer estático, quer dinâmico relaciona-se com diferentes factores. A deterioração da visão, do sistema vestibular e somatosensorial que decorrem do próprio processo de envelhecimento, constituem-se como importantes causas para a afectação do equilíbrio (Spirduso, 1995).

O equilíbrio diminui com o envelhecimento, verificando-se um declínio mais acentuado 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 (para refs. ver Daley e Spinks, 2000).

Por outro lado, as alterações degenerativas da coluna, conjuntamente com a diminuição heterogénea da força e/ou com diminuição da flexibilidade a este nível, resultam numa maior curvatura cifótica, o que também desfavorece o equilíbrio. Com o envelhecimento, os discos intervertebrais tornam-se progressivamente mais achatados e menos elásticos e as vértebras adquirem gradualmente, por processos osteoporóticos, a forma de cunha originando o desalinhamento compensatório das vértebras dorsais e cervicais (Spirduso, 1995). Actividades como caminhar, subir degraus, levantar-se de uma cadeira, podem induzir um "stress" mecânico evidente sobre estas vértebras mal posicionadas, resultando na exacerbação da dor. Por seu lado, longos períodos de inactividade, particularmente na posição de sentado, aumentam a curvatura da zona cervical, ombros e zona

lombiar com aumento da degeneração da coluna vertebral, aumento da dor e diminuição da mobilidade (Spirduso, 1995).

Por outro lado, as diferentes patologias cardiovasculares e alterações neuromusculares, bem como a acção de fármacos, particularmente os que se referem à acção do sistema nervoso central, podem também contribuir para aumentar a instabilidade corporal (Carter et al., 2001).

A diminuição da força muscular, particularmente dos membros inferiores, relaciona-se não apenas com o declínio do equilíbrio mas igualmente com a qualidade da marcha (Shephard, 1997; Ringsberg et al., 1999; Kwon et al., 2001).

Assim, e dado que a locomoção é basicamente um processo de transferência do centro de gravidade de um pé para outro, numa série de sucessivas perdas de equilíbrio, é natural que seja influenciada pelo envelhecimento.

A característica mais evidente da marcha do idoso é a sua maior lentidão, ou seja, com a idade a marcha torna-se progressivamente mais lenta, sendo este aspecto mais pronunciado entre os 65 e os 85 anos e mais evidente nas mulheres (Judge et al., 1996; Daley e Spinks, 2000). Tanto os jovens como os idosos alteram o comprimento e a frequência de passada, de forma a modificar a velocidade da mesma. Contudo, enquanto os idosos tendem a favorecer o aumento da cadência, os jovens preferem aumentar o comprimento da passada (Ferrandez et al., 1990).

Provavelmente, os idosos não optam por aumentar o comprimento da passada, já que, para além de menos flexíveis, o seu equilíbrio está comprometido e, como tal, eles privilegiam uma maior permanência dos dois pés em contacto com o solo. Aumentar o comprimento da passada, implica uma diminuição do tempo em que ambos os pés se encontram apoiados no solo, acto que requer mais força e maior equilíbrio (Spirduso, 1995).

Outro factor importante para as alterações observadas na passada é a economia de movimentos. Possivelmente, os idosos adoptam a sua velocidade de marcha de forma a serem mais económicos, tendo por base a sua estrutura corporal, peso, força e resistência (Larish et al., 1988; Judge et al., 1996). Assim, o padrão de passada do idoso é mais lento e a sua passada é mais curta existindo uma menor relação entre o tempo de balanço e o tempo de apoio. Ou seja, existe um aumento da fase de duplo apoio e uma consequente diminuição da fase de balanço, com diminuição do comprimento do passo. Outra característica da marcha do idoso é a menor elevação do calcanhar relativamente ao solo (Vandervoort et al., 1992; Judge et al., 1996).

Dado que, tal como referido anteriormente, a fraqueza muscular contribui para alterações na mobilidade, autonomia, bem como, para o maior risco de quedas e fracturas nos idosos, um adequado programa de treino de força pode constituir-se como um meio importante para a vida diária do idoso.

Níveis moderados de força são necessários para a realização de inúmeras tarefas diárias, tais como, carregar pesos, subir escadas, levantar-se de cadeiras, etc. Neste sentido, a força adquire uma importância cada vez mais acentuada com o avançar da idade (Brill et al., 2000).

Fiatarone et al. (1990) demonstraram existir uma relação inversa entre a força dos músculos extensores do joelho e o tempo de marcha em 6 metros em idosos (86 e 96 anos) de ambos os sexos. De igual modo, Sipilä et al. (1996) encontraram uma velocidade máxima da marcha significativamente mais elevada, quer após 18 semanas de treino de força, quer após 18 semanas de treino de resistência em mulheres idosas entre os 76 e os 78 anos.

Mesmo em sujeitos mais debilitados, têm sido encontrados aumentos de força e da área muscular com conseqüente melhoria funcional. Fiatarone et al. (1994) observaram após treino de força de elevada intensidade, alterações positivas na mobilidade (velocidade de marcha e velocidade de subir/descer degraus) e na actividade física espontânea, em idosos residentes de lares entre os 72 e 98 anos. Todavia, decorridas as 10 semanas de treino, os aumentos em termos percentuais das alterações funcionais (8 a 51%) foram bastante menores do que os ganhos de força (26 a 215%). Ou seja, embora os ganhos de força sejam estatisticamente significativos, quando analisados sob o ponto de vista clínico a sua importância não se torna tão evidente.

No entanto, mais recentemente, Chandler et al. (1998) encontraram pequenos mas significativos aumentos na força muscular (~11%) associados a melhorias na funcionalidade e mobilidade, sugerindo que para aumentar a capacidade funcional diária não são necessários aumentos substanciais da força. Uma pequena activação muscular é provavelmente suficiente para reduzir a fragilidade muscular típica do idoso.

Para além dos ganhos de força, os programas de treino desta capacidade física aumentam a coordenação neuromuscular e a potência (Adams et al., 1999). A preservação da coordenação e da potência muscular em idades avançadas pode diminuir significativamente o risco de queda e aumentar a independência funcional (Evans, 2000). Campbell et al. (1999) encontraram, após a aplicação de um programa de actividade física englobando, fundamentalmente, exercícios de força para os membros inferiores e exercícios de equilíbrio e marcha (30 min/dia, 3xsem), uma redução significativa no número de quedas em sujeitos com média de idade de 80 anos comparativamente ao grupo controlo de idade semelhante. De igual modo, Buchner et al. (1997), descreveram um menor número de quedas em idosos submetidos a treino combinado de força, resistência e flexibilidade.

2.1.3. Alterações na contractilidade

Vários autores têm descrito alterações com a idade nas propriedades contrácteis (tempo para alcançar pico máximo - TPM, semi-tempo de relaxamento - $\frac{1}{2}$ TR, velocidade máxima de encurtamento

- Vmax, torque máximo) de diferentes grupos musculares não existindo contudo unanimidade entre os estudos (Taylor et al., 1992). Assim, enquanto alguns destes trabalhos apontam no sentido da não influência da idade no TPM (Walters et al., 1990), outros referem o aumento do TPM em animais mais velhos (Larsson e Edstrom, 1986; Thompson e Brown, 1999). De igual modo, enquanto que Brooks e Faulkner (1990) descreveram um aumento do $\frac{1}{2}$ TR no *m. soleus* de ratos velhos, outros autores (Larsson e Edstrom, 1986; Walters et al., 1990; McBride et al., 1995) não encontraram diferenças entre os animais jovens e velhos. O efeito da idade na Vmax em músculos homogêneos de animais, isto é, compostos exclusivamente por um tipo de fibras, é quase nulo (Walters et al., 1990). A relação força/velocidade (F/V) quando normalizada ao seu valor máximo, também não se altera com a idade (Brooks e Faulkner, 1988; Phillips et al., 1991). Esta estabilidade é consistente com as características histológicas e bioquímicas (Florini e Ewton, 1989) das fibras musculares em murganhos. Estes resultados suportam a hipótese de que, ao longo da vida destes animais, não ocorrem alterações na composição das isoformas das cadeias pesadas da miosina dos músculos compostos exclusivamente por um tipo de fibras. Todavia, quando se analisam músculos de características mais heterogêneas, são observadas alterações com a idade na relação F/V (Zhang e Kelsen, 1990), com diminuição da Vmax. Este facto pode indiciar que o envelhecimento induz alterações na composição da miosina em músculos heterogêneos, tal como o observado no músculo humano.

Reforçando esta sugestão, Vandervoort e McComas (1986) analisaram as propriedades contrácteis dos músculos dosiflexores e flexores plantares de 111 homens e mulheres entre os 20 e os 100 anos e encontraram um prolongamento do TC e do $\frac{1}{2}$ TR associados ao envelhecimento, em ambos os grupos musculares e também em ambos os sexos.

2.1.4. Alterações morfológicas

2.1.4.1. Área das fibras

Uma das maiores dificuldades técnicas na avaliação do músculo idoso prende-se com o facto da maioria dos estudos serem realizados utilizando apenas pequenas porções de músculo recolhidas por biópsia por agulha e que se sabem ser pouco representativas do músculo total (Lexell et al., 1988; Klitgaard et al., 1990b; Frontera et al., 1991; Overend et al., 1992; Frischknecht, 1998). Como opção, têm também vindo a ser publicados alguns trabalhos aproveitando material de cadáver ou, em alternativa, através de meios não invasivos, tais como a tomografia axial computadorizada (TAC) ou a ressonância magnética nuclear (RMN) (Roman et al., 1993; Reimers et al., 1998; Metter et al., 1999; Lee et al., 2001).

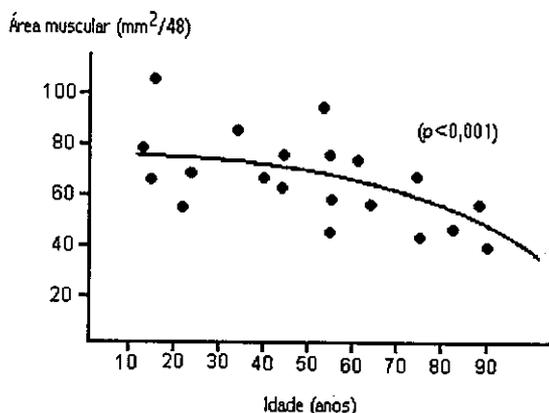
Excepto Imamura et al. (1983) que observaram um aumento do volume muscular com a idade no *m. sacroespinalis* nos idosos do sexo masculino, todos os outros autores, segundo o nosso conhecimento, descrevem a perda de tecido muscular com a idade (cf. Quadro 1).

Quadro 1 — Alterações da área de secção transversal muscular com a idade.

Autores	Sexo	Idades (anos)	Músculo(s)	Alterações da área
Imamura et al. (1983)	F	20-29 vs. 70-79	Psoas Major	- 29%
Imamura et al. (1983)	M	20-29 vs. 70-79	Psoas Major	- 47%
Imamura et al. (1983)	F	20-29 vs. 70-79	Sacrospinalis	- 29%
Imamura et al. (1983)	M	20-29 vs. 70-79	Sacrospinalis	+ 21%
Klitgaard et al. (1990a)	M	28 vs. 68	Extensores do joelho	- 24%
Klitgaard et al. (1990a)	M	28 vs. 68	Flexores cotovelo	- 20%
Lexell et al. (1983)	M	30 vs. 72	Vastus lateralis	- 18%
Lexell et al. (1988)	M	20 vs. 80	Vastus lateralis	- 40%
Overend et al. (1992)	M	25 vs. 71	Extensores do joelho	- 22%
Overend et al. (1992)	M	25 vs. 71	Flexores do joelho	- 18%
Rice et al. (1989)	M	31 vs. 75	Flexores cotovelo	- 31%
Rice et al. (1989)	M	31 vs. 75	Extensores cotovelo	- 25%
Rice et al. (1989)	M	31 vs. 75	Flexores plantares	- 22%
Young et al. (1984)	F	24 vs. 74	Extensores do joelho	- 33%
Young et al. (1985)	M	25 vs. 75	Extensores do joelho	- 25%

Lexell et al. (1988), utilizando material de autópsia, descreveram atrofia das fibras, que se inicia por volta dos 25 anos com uma diminuição progressiva da área em cerca de 10% até perto dos 50 anos. Após esta idade, ocorre uma atrofia mais pronunciada, de tal modo que aos 80 anos o idoso sofre uma perda de cerca de 50% na área de secção transversal do músculo (Fig. 3). Ainda de acordo com estes autores, a atrofia é preferencialmente observada nas fibras tipo II, com uma redução média de cerca de 26% entre os 20 e os 80 anos.

Figura 3 – Relação entre a idade e a área muscular do *m. vastus lateralis* completo (adaptado de Lexell et al., 1988).



Para além de uma atrofia preferencial das fibras II relativamente às fibras I, quando analisados os sub-tipos de fibras rápidas (IIa e IIb), esta atrofia é mais evidente nas fibras IIb comparativamente às IIa (Aniansson et al., 1986; Coogan et al., 1992b; Proctor et al., 1995).

A maioria destes estudos sobre morfologia dos músculos envelhecidos avalia o *m. vastus lateralis* sendo as conclusões consistentes: o tamanho das fibras tipo II é significativamente reduzido com a idade, enquanto que as fibras tipo I mantêm as suas dimensões mais estáveis (Lexell et al., 1998; Frischknecht, 1998).

A musculatura de outros membros tem sido muito menos estudada. Todavia, quando a morfologia muscular do *m. vastus lateralis* e *m. biceps brachii* de sujeitos entre 78 e 81 anos de idade foi avaliada, a área das fibras II sofreu uma maior atrofia na musculatura dos membros inferiores comparativamente à dos membros superiores, particularmente nas mulheres (Grimby et al., 1982; Reimers et al., 1998). Este fenómeno pode indicar diferenças no processo de envelhecimento ou diferentes padrões de actividade entre os membros superiores e os membros inferiores.

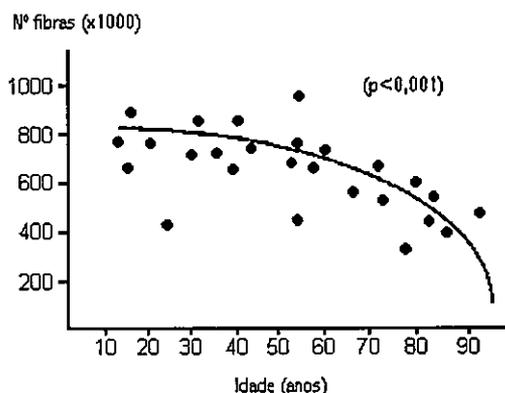
Para além da literatura descrever a atrofia muscular induzida pela idade em diferentes grupos musculares (para refs. ver Porter et al., 1995), alguns dados referem ainda um aumento de tecido não contráctil com influência directa no declínio da força observado com o envelhecimento (Imamura et al., 1983; Rice et al., 1989; Overend et al., 1992; Lexell et al., 1995).

2.1.4.2. Número de fibras

Dado que em alguns estudos, a redução da área das fibras foi menor comparativamente à redução do volume muscular e à redução esperada da força máxima, começou-se a questionar se a perda de massa muscular seria explicada apenas pela redução da área das fibras ou se a redução do número de fibras seria também um factor determinante neste processo (Young et al., 1985; Vandervoort e McComas, 1986; Frontera et al., 1991). De facto, quando a força máxima isométrica avaliada em músculos de ratos velhos é normalizada de acordo com a área de secção transversal das fibras, um défice de cerca de 20% na força isométrica específica permanece por explicar com a atrofia (Phillips et al., 1991; Brooks e Faulkner, 1994).

Estimativas do número de fibras têm sido calculadas, quer utilizando material cadavérico, quer recorrendo a avaliações indirectas da área de secção transversal por TAC, quer ainda, utilizando pequenas amostras musculares por biópsia (Grimby e Saltin, 1983; Heymsfield et al., 1995). De acordo com as avaliações indirectas, onde o número total de fibras é estimado ao dividir toda a área de secção transversal muscular pela média da área de cada fibra individualmente, o número total de fibras diminui ao longo da vida desde o nascimento (Schmalbruch, 1985). No entanto, pela análise de material de autópsia, o número total de fibras, também estimado de forma indirecta, atinge o seu máximo por volta dos 25 anos, diminuindo cerca de 40% por volta dos 80 anos (Fig. 4; Lexell et al., 1988). Esta redução do número de fibras tem sido confirmada em estudos mais recentes (Lexell et al., 1998).

Figura 4 -- Relação entre a idade e o número total de fibras no *m. vastus lateralis* completo (adaptado de Lexell et al., 1988).



2.1.4.3. Tipos de fibras

De acordo com o atrás exposto, a atrofia observada no músculo envelhecido, tem a sua origem não só na redução preferencial da área das fibras tipo II, mas também na redução do número de fibras I e II. No que se refere ao número de fibras musculares, embora exista consenso relativamente à hipoplasia muscular com o envelhecimento, o mesmo não acontece no que respeita ao tipo de fibras que são perdidas. Por exemplo, Larsson et al. (1979), através de biópsias por agulha em músculo humano, verificaram que a distribuição das fibras reflecte a menor percentagem de fibras II (declínio de 42%) com o correspondente aumento das fibras I (aumento de 23%). Pelo contrário, Lexell et al. (1983), no sentido de ultrapassarem as limitações técnicas induzidas por pequenas amostras musculares, efectuaram cortes transversais no *m. vastus lateralis* em cadáveres de jovens e idosos e verificaram não existir alterações significativas na proporção das fibras em função da idade. Assim, no grupo etário de 24 anos a percentagem de fibras tipo I foi de 49%, aos 52 anos foi de 52% e aos 77 anos de 51%.

Três hipóteses têm sido colocadas no sentido de explicar o efeito da idade na composição do músculo, mas nenhuma reúne consenso presentemente (Klitgaard et al., 1990a; Lexell et al., 1998). Uma das hipóteses é que a proporção dos tipos de fibras musculares se mantém relativamente constante ao longo da vida, com perda indiferenciada de todos os tipos de células musculares. Uma outra hipótese é a de que existe uma perda selectiva das fibras rápidas resultante da necrose progressiva e selectiva dos grandes motoneurónios que activam as unidades motoras (UM) rápidas. A terceira hipótese refere-se à possível transformação, pelo desuso, das UM rápidas em UM lentas com consequente alteração da relação fibras rápidas/lentas.

2.1.5. Alterações neurais

Para além da atrofia e da hipoplasia, vários trabalhos têm sugerido existir, com o avançar da idade, reduções da capacidade de recrutamento neural, mecanismo que poderá também contribuir de forma significativa para as alterações funcionais observadas nos idosos (Vandervoort e McComas, 1986; Hakkinen et al., 1996a,b; Urbanek et al., 2001).

Existem evidências directas e indirectas de alterações quantitativas e qualitativas das UM com a idade (para refs. ver Roos et al., 1997). Estudos relativos ao número de neurónios motores (Tomlinson e Irving, 1977) e às dimensões dos axónios nas placas motoras (Lennmarken et al., 1985; Narici et al., 1991; Galganski et al., 1993) têm relatado uma perda progressiva, que se inicia por volta dos 60 anos, dos α -motoneurónios com consequente degeneração dos seus axónios.

Kawamura et al. (1977) descreveram, para além da perda de neurónios motores, uma redução de placas motoras de maiores dimensões o que indicia uma perda de motoneurónios de contracção rápida. Uma perda preferencial de grandes motoneurónios que inervam as fibras rápidas, poderá estar relacionado com a diminuição da força máxima.

Estudos electromiográficos (EMG) têm mostrado alterações, quer na duração, quer na amplitude dos potenciais de acção dos motoneurónios (Howard et al., 1988), bem como, têm revelado um aumento do número de fibras musculares inervadas pelo mesmo motoneurónio (Howard et al., 1988; Larsson, 1995).

Nos músculos envelhecidos é comum encontrarem-se alterações neuropatológicas (Tomonaga, 1977). Lexell e Downham (1991), ao analisarem a disposição do tipo de fibras no *m. vastus lateralis* em diferentes grupos etários, observaram no grupo mais idoso, um aumento do agrupamento por tipo de fibras, o que se constitui como um sinal indirecto da ocorrência de ciclos de desnervação/reinervação. De facto, como resultado da perda de motoneurónios e de lesões irreversíveis dos axónios motores periféricos associados ao envelhecimento, as fibras musculares experimentam vários ciclos de desnervação seguidos de reinervação.

A inervação colateral ("colateral sprouting") ocorre como resposta à progressiva perda de motoneurónios (McComas et al., 1993; Larsson, 1995). Se estes fenómenos afectarem preferencialmente as fibras tipo II, como sugere a literatura (Larsson, 1995; Lexell et al., 1998), o controlo fino da contracção muscular (coordenação muscular) pode ficar comprometido, dado ser este tipo de fibras o mais directamente envolvido em movimentos finos e precisos (Patten, 2000).

Uma segunda consequência da reinervação muscular é a perda de distribuição tipo mosaico onde as fibras musculares inervadas por diferentes tipos de motoneurónios são interdigitadas de forma mais ou menos heterogénea (Booth et al., 1994). No músculo envelhecido é frequente encontrarem-se fibras encapsuladas, ou seja, fibras desnervadas que são envolvidas por fibras do mesmo tipo, fenómeno vulgarmente designado por "clumping" e que origina uma composição mais homogénea do músculo do idoso (Lexell, 1993). Assim, em cada ciclo de desnervação-reinervação, e porque a síntese proteica está negativamente afectada pela idade (Marks, 1992), os motoneurónios sobreviventes podem apresentar uma reduzida capacidade de reinervar as fibras desnervadas, formando uma região não contráctil intramuscular, onde pode ser visível a infiltração de tecido conjuntivo e/ou gordura, originando, assim, uma perda da função contráctil. De acordo com o estudo de Uranchek et al. (2001), 11.3% do défice específico de força encontrado entre os animais jovens e velhos é explicado pela existência de fibras desnervadas.

Paralelamente, a insuficiência vascular associada à arteriosclerose generalizada pode originar distúrbios na microcirculação neural e, desta forma, comprometer a capacidade de regeneração (Vandervoort et al., 1986).

Por outro lado, e porque as estruturas nervosas influenciam as propriedades contrácteis das fibras (Hakkinen et al., 2001), a possível reinervação de fibras II por motoneurónios tipo I, torna o músculo mais fraco, ou seja, com menos capacidade de gerar força (Kadhiresan et al., 1996).

Neste sentido, dois prováveis mecanismos têm sido descritos para explicar a hipoplasia muscular associada ao processo de envelhecimento: i) lesão celular sem regeneração e ii) desnervação permanente com perda de contacto entre o α -motoneurónio e a fibra muscular. Estes fenómenos poderão ser resultantes, quer de alterações musculares, quer nervosas. Todavia, a literatura aponta mais claramente para os distúrbios neurais como principais responsáveis pela diminuição no número de células musculares (Lexell et al., 1983).

Assim, torna-se evidente que o declínio da força com a idade é multifactorial não podendo ser explicado exclusivamente pela perda da massa muscular (Brown e Hasser, 1996; Hakkinen et al., 1996b). Para além dos mecanismos atrás referenciados, outra das possibilidades implicada neste processo, é o facto dos idosos terem uma reduzida capacidade de activar completamente os seus grupos musculares (Yue et al., 1999).

A contracção por interpolação tem sido largamente utilizada para testar a capacidade de activar ao máximo diferentes grupos musculares. Esta técnica envolve a contracção máxima voluntária sobre a qual estímulos eléctricos produzem uma extra-estimulação que levará à produção superior de força, para além da força máxima voluntária. Ou seja, quanto maior a activação durante a contracção máxima voluntária (CMV), menor será a força extra desenvolvida. Yue et al. (1999), utilizando esta técnica, verificaram que, nem os jovens (30.5 ± 4.3 anos), nem os idosos (71.4 ± 6.1 anos) foram capazes de estimular ao máximo o *m. biceps brachii*, sendo, no entanto, esta capacidade significativamente mais baixa (33%) nos idosos do que dos jovens.

Esta activação incompleta pode, de acordo com os autores, ocorrer como resultado de dois mecanismos ou da combinação de ambos. Assim, por um lado, parece que as UM activas durante a CMV são estimuladas a uma frequência mais baixa do que aquela necessária para desenvolver a força máxima necessária, sendo este aspecto mais evidente nos idosos comparativamente aos jovens (Kamen et al., 1995). O segundo potencial mecanismo relaciona-se com o facto de algumas UM não serem, em condições normais, activadas pelo esforço voluntário. No estudo de Adams et al. (1993) foi estimado, através de RMN em sujeitos sedentários, que apenas 75% da massa muscular total é

necessária para desenvolver a força envolvida na CMV. Ou seja, em sedentários saudáveis, 20% da massa muscular não é provavelmente utilizada nem activada durante a CMV.

A redução da actividade das UM durante a CMV nos idosos pode ser explicada por diferentes factores: i) pelas alterações degenerativas no córtex cerebral associadas ao envelhecimento, tais como a redução no número e no tamanho de neurónios (Terry et al., 1987; Brody, 1995), assim como, na mielinização dos axónios (Wickelgren, 1996) que pode afectar a capacidade dos idosos desenvolverem um comando motor voluntário forte; ii) pela diminuição com a idade da excitabilidade dos neurónios da medula espinal que controlam os diferentes grupos musculares. Koceja et al. (1995) verificaram que a amplitude do reflexo de Hoffmann (H reflex) do *m. soleus* nos idosos foi mais baixo do que nos jovens, o que sugere uma possível redução da excitabilidade dos motoneurónios. Esta redução da excitabilidade dos motoneurónios sugere que, para um dado estímulo, menos UM podem ser recrutadas e/ou as UM podem ser activadas com menor amplitude na CMV, resultando num mais baixo nível de activação; iii) a resposta de "feedback" sensorial excitatória periférica para os neurónios da medula espinal pode estar diminuída nos idosos induzindo um potencial efeito negativo na activação muscular. A reduzida capacidade de controlar a força (Cole e Beck, 1994; Lindle et al., 1997) dá suporte indirecto a esta hipótese, já que a capacidade de controlar a força depende deste reflexo de "feedback" sensorial periférico.

2.1.6. Alterações bioquímicas

No que se refere ao efeito da idade nas características bioquímicas das fibras musculares, sabe-se que a actividade das enzimas, tais como, hexoquinase (HK), lactato desidrogenase (LDH), β -hidroxilacetil CoA desidrogenase (HADH), citocromo oxidase e creatina fosfoquinase diminuem com a idade. A fosfofrutoquinase (PFK) aumenta, mantém ou diminui dependendo da idade e condição física do sujeito (Quadro 2 - para refs. ver Taylor et al., 1992).

Quadro 2 – Efeitos da idade e da actividade física na actividade de algumas enzimas do músculo esquelético mais directamente relacionadas com a bioenergética muscular (para refs. ver Taylor et al., 1992).

Enzima	Espécie	Efeito da idade	Efeito act. física
HK	rato	▼	▲
	homem	▼	▶
PFK	rato	▶▼	▶
	homem	▲▶▼	▶
LDH	rato	▼	▶▼
	homem	▼	▲
CS	rato	▼	▲
	homem		▶
	murganho	▶	▶
Citocromio oxidase	rato	▼	▲
Creatina fosfoquinase	murganho	▼	▲
	homem		▶▲
HADH	rato	▼	▲
SDH	rato	▼	▲
	homem		▶
Proteases ácidas	murganho	▲	▶▲
Fosfatase alcalina	murganho	▼	▲

HK=hexoquinase; PFK=fosfofrutoquinase; LDH=lactato desidrogenase; CS=citrato sintetase; HADH= β -hidroxilacetil CoA desidrogenase; SDH= succinato desidrogenase

Estudos em animais têm também demonstrado uma diminuição, com a idade, dos níveis de fosfocreatina (CP) e dos níveis de ATPase miosínica e miofibrilar (para refs. ver Marks, 1992). Todavia, apesar destas alterações bioquímicas musculares, Aniansson et al. (1981) não encontraram, no *m. vastus lateralis* de idosos, homens (66-79 anos) e mulheres (61-71 anos), correlações significativas entre o conteúdo muscular de fosfagénios e a actividade enzimática (Mg^{2+} -ATPase, mioquinase e LDH) com a força máxima isométrica e isocinética do músculo quadríceps. Assim, de acordo com os autores, outros factores, para além da bioquímica muscular, poderão contribuir para a diminuição da força com a idade.

Tal como ocorre com a distribuição do tipo de fibras, não existe consenso na literatura quanto ao efeito da idade na composição da miosina e ATPase miofibrilar. Enquanto, Florin e Ewton (1989) não encontraram alterações associadas ao envelhecimento, nem na composição das fibras musculares, nem na actividade da ATPase miofibrilar, Nakano et al. (1985), pelo contrário, observaram diminuições com a idade na actividade da ATPase miofibrilar para activação do cálcio no *m. minor pectoralis* humano.

Para além disto, Klitgaard et al. (1990b) descrevem um aumento da coexistência das diferentes isoformas das cadeias pesadas (MHC) e leves (MLC) da miosina, quer no *m. vastus lateralis*, quer no *m. biceps brachii* nos sujeitos idosos (68-70 anos) comparativamente com jovens (23-31 anos), sugerindo um possível processo de transição ou um "equilíbrio dinâmico" entre os diferentes tipos de fibras. De acordo com os autores, este aumento pode estar relacionado com o desuso, uma vez que a sua utilização regular parece manter a função, morfologia e expressão de MHC e MLC do músculo envelhecido (Klitgaard et al., 1990a). Assim, a alteração do padrão de actividade dos idosos pode, provavelmente, induzir a um processo de transição.

Todavia, o aumento da proporção das fibras com maior coexistência de fibras tipo I e II pode ser consequência de outros factores, tais como a desnervação das fibras de grandes dimensões (Grimby e Saltin, 1983; Larsson, 1995) que contém apenas MHC tipo IIa ou IIb e a reinervação por parte de pequenos motoneurónios. Outra hipótese refere-se às alterações da junção neuromuscular (Gutmann e Hanzlikova, 1972; Carlson, 1995) associadas à idade, com consequente modificação da condução de factores neurotróficos e/ou impulsos que alcançam as fibras, alterando, assim a expressão de MHC.

2.1.7. Alterações na capilarização

Embora não exista concordância na literatura, numerosos estudos descrevem uma diminuição da capilarização muscular com a idade. Por exemplo, foi observado, no *m. vastus lateralis*, um declínio na relação capilar/fibra em sujeitos idosos (70 anos) comparativamente a jovens (20 anos) (Grimby et al., 1982; Jakobsson et al., 1990). De igual modo, Coogan et al. (1992b) observaram uma diminuição na capilarização do *m. gastrocnemius* associado ao envelhecimento (25 vs. 65 anos).

A informação acerca dos efeitos do envelhecimento na capilarização muscular é escassa e incompleta. A não concordância dos estudos pode ser justificada, quer pela ausência, na maioria dos casos, de grupo controlo jovem, quer pelos diferentes níveis de actividade física e estado de saúde entre jovens e idosos. Ou seja, está ainda por determinar se esta diminuição aparente na capilarização é devida à inactividade, a algum tipo de patologia ou ao efeito da própria idade (Rogers e Evans, 1993).

Todavia, é de relevar o facto de que a atrofia das fibras musculares terá também consequências na capilarização, dado que as distâncias de difusão ao centro da célula são menores, possibilitando assim uma maior eficiência nas trocas metabólicas e na dissipação do calor.

2.2. Treino da força muscular em idosos

2.2.1. Efeitos do treino de força no sistema muscular

Numerosos estudos têm demonstrado que estímulos adequados de treino de força em homens e mulheres idosas, promovem ganhos da força similares ou até superiores aos encontrados em jovens (Frontera et al., 1988; Fiatarone et al., 1990; Pyka et al., 1994; Charette et al., 1991). Frontera et al. (1988) observaram um aumento de cerca de 100% da repetição máxima (1RM) na força dos extensores do joelho e acima dos 200% nos flexores, após 12 semanas de trabalho intenso de força dinâmica (80% de 1RM; 3 séries x 8 reps.; 3x/sem) em idosos homens entre os 60 e 72 anos. De igual modo, estudos mais recentes, observaram aumentos de 100% (1RM) após 2-3 meses de treino, quer em homens, quer em mulheres idosas (Charette et al., 1991; Fiatarone et al., 1994).

São vários os mecanismos que podem explicar os ganhos da força com treino intenso, incluindo alterações bioquímicas e morfológicas musculares, alterações na biomecânica do tecido muscular e conjuntivo, activação do sistema nervoso central, coordenação motora e aspectos psicológicos (Porter e Vandervoort, 1995).

Do ponto de vista morfológico, o músculo envelhecido apresenta uma plasticidade semelhante à encontrada no jovem (Rogers e Evans, 1993). Frontera et al. (1988) para além dos ganhos de força muscular, quer nos extensores (107%), quer nos flexores (227%) do joelho, encontraram, após 12 semanas de treino de força em sujeitos com idade média de 66 anos, um aumento significativo de cerca de 11% na área total muscular (avaliada por TAC) com aumento do "turnover" proteico (avaliado pela excreção urinária de 3-metil-histidina). Ainda neste estudo, biópsias do *m. vastus lateralis* revelaram aumentos da área das fibras I e II de, respectivamente 34% e 28%.

Outros estudos utilizando TAC, têm demonstrado que o treino de força intenso resulta numa significativa hipertrofia muscular mesmo em sujeitos mais velhos com idades compreendidas entre os 86 e os 98 anos (Brown et al., 1990; Fiatarone et al., 1990). Mais recentemente, a RMN tem também confirmado estes resultados (Roman et al., 1993).

Da análise do Quadro 3, é possível concluir que a maioria dos estudos aponta para o aumento da área dos dois principais tipos de fibras (I e II) após treino de força em idosos. Os estudos que referem alterações não significativas na área das fibras, encontraram também apenas reduzidos aumentos na força muscular (para refs. ver Porter e Vandervoort, 1995).

Quadro 3 - Alterações de área das fibras musculares após treino de força intenso (70% a 80% de 1RM) em idosos.

Estudo	Tipo I	Tipo II
Frontera et al. (1988)	▲ 33%	▲ 28%
Brown et al. (1990)	▲ 14%	▲ 30%
Charette et al. (1991)	▲ 7%, ns	▲ 20%
Grimby et al. (1992)	▼ 8%, ns	▼ 5%, ns
Roman et al. (1993)	▲ 24%, ns	▲ 37%
Pyka et al. (1994):		
15 semanas	▲ 25%	▲ 20%, ns
30 semanas	▲ 48%	▲ 62%

Assim, numerosos estudos confirmam a elevada plasticidade muscular no idoso em resposta ao treino da força. Por exemplo, Pyka et al. (1994) estudaram o efeito do treino da força em 8 homens e 17 mulheres com uma média de idade de 68 anos. Um aumento significativo na área de secção transversal das fibras musculares tipo I foi observado após um ano de treino de força (75% de 1RM; 3 séries; 8 reps.; 3xsem). No final do programa, a força aumentou cerca de 30% nos extensores e 97% nos flexores da anca. Este aumento da força foi mais evidente nos primeiros três meses, após o qual se manteve até ao final do programa. A área de secção transversal das fibras I aumentou em média 25% e 48% decorridas 15 e 30 semanas, respectivamente. A área das fibras II não se alterou significativamente após 15 semanas tendo, no entanto, aumentado cerca de 62% no final das 30 semanas. Os autores concluíram que o treino prolongado de força de moderada a elevada intensidade pode ser efectuado, com elevada tolerância, por sujeitos idosos com consequente adaptação funcional e morfológica.

Yarasheski et al. (1993) descrevem que a taxa de síntese proteica, como resposta ao treino de força, é idêntica no idoso e no jovem, ou seja, o principal pressuposto bioquímico para a hipertrofia muscular é independente da idade.

Os factores de crescimento muscular, particularmente os de tipo insulínico (IGF - somatomedina) têm sido igualmente associados à hipertrofia muscular induzida pelo treino de força em idosos (Singh et al., 1999).

Moritani (1991) e Sale (1991) demonstraram que os maiores ganhos iniciais de força, igualmente observados no estudo de Pyka et al. (1994), são fundamentalmente decorrentes de adaptações neurais, sendo a hipertrofia mais importante à medida que o treino decorre no tempo. Isto está de

acordo com os estudos de Larsson (1982), Frontera et al. (1988) e Klitgaard et al. (1989) que descrevem a influência dos factores hipertróficos nos ganhos de força em treinos mais prolongados.

Por outro lado, paralelamente às adaptações neurais e morfológicas musculares, as características intrínsecas musculares, tais como processos de excitação/contração, densidade de agrupamento de fibras musculares e a composição das fibras, podem alterar a produção de força (Blimkie, 1992).

Mesmo em sujeitos mais idosos, têm sido encontrados aumentos da força acompanhados por alterações electromiográficas importantes. Assim, Grimby et al. (1992) submeteram 9 idosos do sexo masculino (78-84 anos) a 25 sessões de treino de força (2-3x semana) com diferentes tipos de contração muscular (concêntrica, excêntrica e isométrica). No final do programa foi observado um significativo aumento da força muscular e elevações da actividade electromiográfica, permitindo inferir da elevada treinabilidade do músculo envelhecido, tanto em termos funcionais, como electrofisiológicos.

De igual modo, Rice et al. (1993) estudaram o efeito de 24 semanas de treino (80% de 1RM, 4 séries de 6-8 reps.) no *m. triceps brachii* em sujeitos com idades compreendidas entre os 65 e os 78 anos. No final do programa, a força máxima aumentou 20% e o TPM foi elevado em 11% sem, no entanto, se terem observado alterações nas restantes variáveis contrácteis (p.ex: ½TR). Estes resultados demonstram, tal como no trabalho de Grimby et al. (1992), que para além do aumento da capacidade funcional, o músculo envelhecido manifesta também profundas adaptações nas suas características eléctricas e contrácteis.

Klitgaard et al. (1990a) descreveram adaptações significativas na função, morfologia e na composição das cadeias leves e pesadas de miosina, bem como, na relação β/α da tropomiosina em idosos praticantes de halterofilia. Também, Trappe et al. (2000) ao estudarem o efeito 12 semanas de treino de força na função contráctil de fibras musculares isoladas do *m. vastus lateralis*, verificaram que, quer as cadeias pesadas de miosina tipo I, quer as tipo IIa se tornaram mais potentes, produzindo maiores picos de tensão e contraíndo-se mais rapidamente. Assim, o treino da força regular parece não apenas estimular a força e a hipertrofia muscular em idosos, como também induzir alterações nas suas propriedades contrácteis.

Embora os mecanismos responsáveis pelo aumento dos níveis de força com o treino não estejam completamente esclarecidos, parece que o aumento da frequência de disparo das UM e do seu recrutamento máximo, são também possíveis factores influenciadores para o aumento da força após curtos períodos de treino (para refs. ver Hurley e Roth, 2000). Paralelamente, o aumento da eficácia das UM parece ser um possível mecanismo para explicar o aumento da capacidade dos idosos em manterem contrações submáximas (Laidlaw et al., 1999).

Após treino de força em idosos, Brown et al. (1990) encontraram aumentos na taxa de desenvolvimento de força, mas paradoxalmente observaram também um incremento no tempo de relaxamento. Ou seja, se por um lado é possível encontrar aumentos na capacidade de gerar força, por outro, o músculo torna-se, de facto, mais lento. Este fenómeno parece estar relacionado com a alteração do sistema de transporte de sódio e potássio observado em idosos treinados (Klitgaard e Clausen, 1989). As alterações neste sistema de transporte, paralelamente às modificações da excitabilidade da membrana após treino (Hicks et al., 1992), poderão influenciar as propriedades contrácteis musculares e, deste modo, afectar a funcionalidade do idoso.

2.2.2. Efeitos do treino de força no sistema cardiovascular

Relativamente aos efeitos do treino de força sobre as adaptações cardiovasculares, a literatura, contrariamente aos efeitos do treino de resistência aeróbia, é relativamente escassa.

Por outro lado, mesmo os estudos que encontram aumentos significativos no consumo máximo de oxigénio (VO_2max) após treino de força (Frontera et al., 1990; Hagerman et al., 2000), a magnitude destes ganhos (~5%) não são apreciáveis quando comparados com os efeitos do treino de resistência aeróbia. Assim, a literatura indica que o treino da força, mesmo quando realizado com períodos curtos de repouso, não aumenta significativamente o VO_2max para além da normal variação biológica e metodológica (Hurley e Roth, 2000).

No entanto, apesar de não serem observadas melhorias substanciais na capacidade máxima aeróbia (determinada pelo VO_2max), o treino de força poderá induzir adaptações que beneficiarão o sistema cardiovascular dos idosos. Ades et al. (1996) observaram, em sujeitos entre os 65 e os 79 anos, aumentos da capacidade submáxima de execução do teste de marcha em tapete rolante a 80% do VO_2max após 12 semanas de treino de força, apesar da não alteração no VO_2max . Estas melhorias foram positivamente correlacionadas com os aumentos da força dos membros inferiores. Parker et al. (1996) descreveram após 16 semanas de treino de força, diminuições da frequência cardíaca e da pressão arterial no teste submáximo de marcha em tapete em sujeitos entre os 60 e os 77 anos. Assim, apesar das pequenas alterações no VO_2max , o treino de força pode aumentar a aptidão cardiovascular submáxima. Os possíveis mecanismos para estas adaptações na performance submáxima cardiovascular serão as alterações no recrutamento do tipo de fibras (i.e., maior recrutamento das fibras tipo I), a melhor redistribuição do fluxo sanguíneo e o aumento do limiar anaeróbio (Marcinik et al., 1991).

Apesar de ligeiras, as adaptações na aptidão cardiovascular submáxima induzidas pelo treino de força são importantes na medida em que diminuem o risco de acidente cardiovascular (Stone et al., 1991). De acordo com Stone et al. (1991), ao aumentar a força máxima com o treino, o idoso vai, perante

uma dada tarefa submáxima, requerer um menor esforço e, assim, induzir um menor "stress" cardiovascular.

Apesar dos dados da literatura não serem conclusivos quanto ao efeito do treino de força na redução dos valores da pressão arterial em idosos hipertensos, este facto é evidente em sujeitos normotensos (Parker et al., 1996).

Para além destes efeitos, apesar de controversos, parece que o treino da força, ao aumentar a massa magra e a actividade do sistema nervoso simpático (SNS), aumenta também a taxa de metabolismo basal podendo contribuir para a redução da massa gorda (Pratley et al., 1994).

Por fim, embora os efeitos do treino de força na alteração da tolerância à glicose não sejam unânimes, a maioria dos estudos demonstram, mediante a redução das respostas insulínicas dos testes orais de tolerância à glicose, que um programa de treino de força adequado pode melhorar a acção da insulina e, assim, favorecer os sujeitos portadores de diabetes tipo II (para refs. ver Hurley e Roth, 2000).

2.2.3. Treino de força vs. treino de resistência

A especificidade do treino está bem descrita na literatura. O treino de força com intensidade e duração suficientes induzem aumentos na força e massa muscular, enquanto que o treino de resistência induz primordialmente aumentos na capacidade aeróbia dos músculos envolvidos (Saltin e Gollnick, 1983; Hurley e Hagberg, 1998).

Quando se submetem animais velhos a treino de força, é possível observar um "contra-efeito" no declínio na massa e força muscular com a idade, sem todavia influenciar substancialmente o metabolismo oxidativo (Klitgaard et al., 1989). Pelo contrário, os murganhos submetidos a treino de resistência mostraram possuir menores áreas das fibras do que os submetidos a treino de força, possuindo, no entanto, maiores áreas de secção transversal quando comparados ao grupo controlo (Klitgaard et al., 1989).

Mais recentemente, Klitgaard et al. (1990a) ao estudarem a função, morfologia e expressão das cadeias de miosina em jovens e idosos com diferentes regimes de treino (sedentários, halterofilistas, fundistas e nadadores), verificaram que, quer os nadadores, quer os fundistas apresentavam valores no momento máximo isométrico, área de secção transversal e composição das isoformas das cadeias leves e pesadas de miosina do *m. vastus lateralis*, semelhantes ao grupo controlo com a mesma idade. Apenas os idosos halterofilistas apresentaram adaptações significativas relativamente aos sedentários, sendo os seus valores aproximados do grupo controlo jovem. De igual modo, somente os idosos halterofilistas apresentaram um perfil da tropomiosina (relação β/α) idêntico aos jovens sedentários. Estes resultados sugerem uma especificidade dos efeitos do treino de força na função muscular,

sugerindo que o treino de resistência cardiovascular, por natação ou corrida, não atenua os declínios funcionais, morfológicos e contrácteis associados ao envelhecimento.

Por outro lado, e em oposição ao treino de força, a literatura é unânime em considerar que um adequado treino de resistência cardiovascular pode induzir uma série de adaptações na capacidade oxidativa muscular, atenuando muito do declínio associado ao envelhecimento na capacidade aeróbia. Estas adaptações incluem aumento da densidade mitocondrial (Berton et al., 1995) e da actividade de diversas enzimas oxidativas (Coogan et al., 1992a), pequena diminuição da actividade de algumas enzimas glicolíticas, particularmente da LDH (Coogan et al., 1992a), possível aumento da capilarização, uma mais eficiente redistribuição sanguínea para a musculatura activa (Coogan et al., 1992a) e provável alteração na distribuição do tipo de fibras com conversão de fibras tipo IIb em IIa (Coogan et al., 1992a).

2.2.4. Treino e desuso

Em oposição à actividade física regular, o desuso característico deste escalão etário é um factor que acelera, de uma forma generalizada, todo o processo normal de envelhecimento. Isto é, para além da doença e da idade propriamente dita, o desuso contribui como um factor adicional de deterioração física e fisiológica.

Os efeitos da imobilização ou da redução da actividade física têm sido apontados como tendo impacto em diferentes sistemas orgânicos incluindo o sistema muscular, neural, respiratório e cardiovascular (Fiatarone et al., 1990).

O sistema muscular esquelético é, provavelmente, aquele com maior resposta em termos de adaptação crónica a diferentes padrões de uso (Daley e Spinks, 2000). Assim, o treino de força induz aumentos significativos nesta capacidade com aumentos evidentes na massa muscular (Klitgaard et al., 1990a). Pelo contrário, o destreino (desuso) induz uma perda de cerca de 32% na força com diminuição evidente na massa muscular (Fiatarone et al., 1990; Bloomfield, 1997; Deschenes et al., 2001).

Dadas as semelhanças entre os efeitos do desuso e da idade no músculo esquelético, foi colocada a hipótese de que muitas das alterações associadas ao envelhecimento estariam mais relacionadas com o desuso do que com a própria idade (Charette et al., 1991).

O simples facto de reduzir a actividade física habitual, aspecto característico nos idosos das sociedades industrializadas, pode representar o início das consequências do desuso. Outras formas mais evidentes da atrofia por desuso são encontradas após imobilização por acamamento resultante de patologia crónica ou aguda, imobilização com gesso, desnervação ou dependência por cadeira de rodas, tudo situações mais ou menos comuns em idosos.

Já em trabalhos publicados na década de 40 acerca dos efeitos do acamamento na estrutura muscular foi notório um variável, mas significativo, aumento da excreção urinária de nitrogénio por volta do 5º dia de acamamento, sugerindo o aumento da degradação proteica (Deitrick et al., 1948).

A diminuição da área das fibras I e II foi, após 35 dias de acamamento, mais notória nos extensores do joelho comparativamente aos flexores (LeBlanc et al., 1988). Dada a diminuição na massa e da área das fibras é de esperar uma diminuição da força das partes envolvidas. Trinta dias de acamamento induziram uma perda de cerca de 18-20% no momento máximo dos extensores do joelho e um não significativo decréscimo de 6% nos flexores, quer na contracção excêntrica, quer na concêntrica (Dudley et al., 1989). Todavia, parece que estes decréscimos induzidos pelo desuso podem ser recuperados num período relativamente curto de tempo. De acordo com os autores, 30 dias após finalizar o acamamento, a força recuperou em 92% dos níveis de pré-acamamento (Dudley et al., 1989).

Estudos têm demonstrado que a resistência de força também diminui após períodos de imobilização e que a recuperação é mais prolongada do que para a massa e força muscular (Tesch et al., 1991). Foram observadas diminuições da actividade das enzimas oxidativas (CS e HADH), quer no *m. vastus lateralis*, quer no *m. soleus* após 30 dias de acamamento (Tesch et al., 1991).

As sequelas fisiológicas do desuso incluem uma perda do peso muscular, redução do número de sarcómeros, aumento da gordura subcutânea, atrofia das fibras II e desintegração da arquitectura miofibrilar (para refs. ver Fiatarone e Evans, 1993). Paralelamente a estas alterações estruturais, a capacidade oxidativa muscular também diminui (para refs. ver Fiatarone e Evans, 1993).



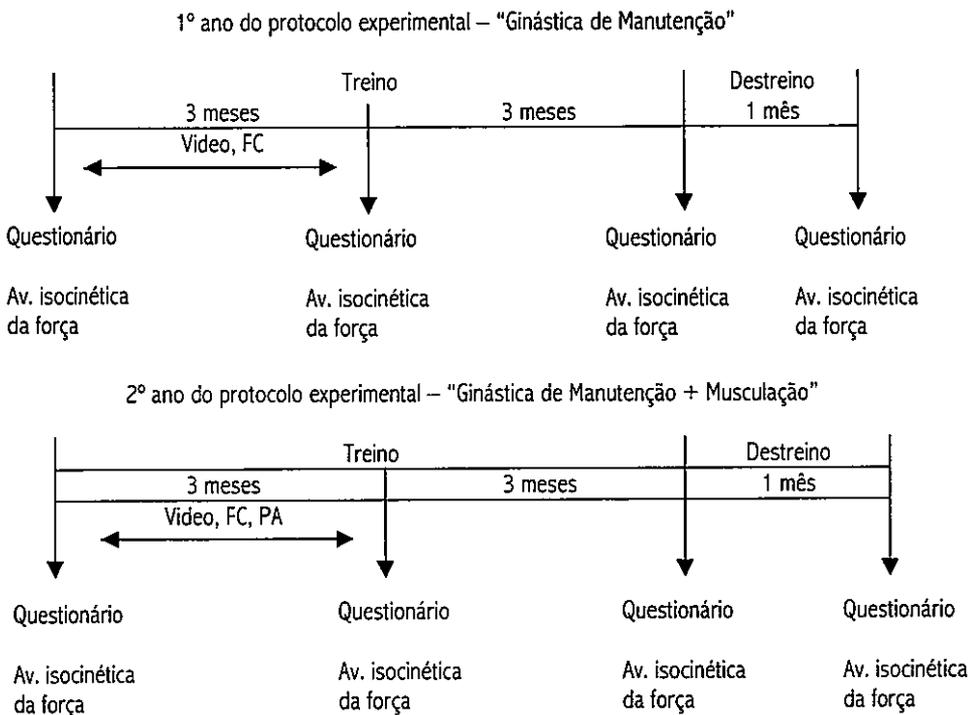
Material e Métodos

3. Material e Métodos

O desenho do estudo está descrito na Figura 5. Com o objectivo de estudar o efeito dos programas que mais frequentemente são aplicados a este escalão etário sobre a força dos membros inferiores submetemos, no primeiro ano do protocolo experimental, um grupo de idosos a um programa generalizado de actividade física do tipo “Ginástica de Manutenção” (grupo G). Posteriormente, tendo por base o “não-efeito” deste programa generalizado, bem como a importância da força na qualidade de vida do idoso, submetemos, num segundo ano do protocolo experimental, outro grupo de idosos, com características idênticas, a um programa combinado de “Ginástica de Manutenção” mais sessões de “Musculação” (grupo G+M). Deste modo, foram confrontados 2 programas-tipo de actividade física: (i) um programa baseado apenas em aulas de “Ginástica de Manutenção”, onde os objectivos se centravam numa melhoria geral de todos os componentes da condição física e (ii) outro programa em que, para além das referidas aulas, se adicionava um programa típico de reforço muscular baseado em aulas de “Musculação”. Cada programa teve a duração de 6 meses, sendo desenvolvidos em anos distintos.

Todos os testes foram realizados no início do estudo e repetidos após períodos de, respectivamente 3 e 6 meses, bem como, 1 mês após cessação de actividade.

Figura 5 – Representação esquemática do desenho experimental.



3.1. Amostra

Todos os sujeitos da amostra eram voluntários tendo sido informados sobre os objectivos, procedimentos e possíveis implicações do protocolo experimental, após o que deram o seu consentimento verbal para participarem no estudo.

Os sujeitos que constituíram a amostra viviam de forma independente, realizando autonomamente as tarefas básicas diárias. Estes sujeitos encontravam-se integrados no programa de actividade física para a 3ª idade ("No Porto a Vida é Longa") da Câmara Municipal do Porto em colaboração com o Gabinete de Recreação e Tempos Livres da Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto.

A presença de patologias crónicas e o uso de medicamentos foram determinados a partir de informação pessoal, assim como, por parte do respectivo médico assistente. À excepção de um sujeito do grupo G, nenhum dos restantes participantes apresentou quaisquer problemas de saúde que pudessem comprometer o protocolo experimental. De igual modo, depois de todos os fármacos terem sido analisados medicamente, foram considerados como não tendo influência significativa nos parâmetros avaliados.

Todos os indivíduos foram submetidos a uma observação onde foi avaliado o peso numa balança digital *SECA 708*, a altura mediante o estadiómetro *SECA 220/221* e a pressão arterial através de um esfigmomanómetro de mercúrio na posição de deitado. Foi ainda efectuado um exame electrocardiográfico (*SHILLER, SH-6340 DAAR*), posteriormente interpretado por um cardiologista. Todos os electrocardiogramas foram considerados normais.

Todos os elementos da amostra eram destros e não fumadores.

Pelas próprias características dos sujeitos, a amostra inicial foi, em ambos os grupos, alterada de forma a serem controladas todas as variáveis que poderiam influenciar nos resultados finais. Assim, foram excluídos os sujeitos que por razões de saúde ou de assiduidade não cumpriam os requisitos mínimos para o cumprimento do protocolo de avaliação (cf. 3.1.1 e 3.1.2.).

As principais características de ambos os grupos de idosos (G e G+M) estão descritas no Quadro 4.

Quadro 4 - Principais características dos grupos G e G+M (média± desvio padrão).

	Grupo G	Grupo G+M	p
Idade (anos)	69.4±4.1	68.7±4.2	ns
Peso (Kg)	69.9±14.4	66.8±8.6	ns
Altura (m)	1.57±0.8	1.59±0.1	ns
PAS (mmHg)	145.2±24.5	141.8±22.4	ns
PAD (mmHg)	82.7±11.5	81.9±10.9	ns
n	25	19	

Da observação do referido quadro, podemos observar que não existem diferenças estatisticamente significativas entre os grupos em nenhum dos itens observados.

Foi pedido aos sujeitos de ambas as amostras para continuarem as suas actividades de rotina do dia a dia e para não alterarem o seu nível de actividade física ao longo do programa de treino.

Em ambos os grupos, subdividimos os sujeitos em função do seu nível inicial de força, ou seja, de acordo com a mediana de cada parâmetro estudado dividimos os indivíduos de cada grupo em mais e menos fortes.

Para além disso, no momento inicial, a totalidade dos participantes deste estudo ("G"+"G+M") foi ainda, com base num questionário de Baecke et al. (1982) (cf. 3.2.), posteriormente dividida em dois subgrupos: mais activos (n=22) e menos activos (n=22).

3.1.1. Grupo G ("Ginástica de Manutenção")

Foram inicialmente estudados 32 idosos sedentários voluntários, de idades compreendidas entre os 65 e os 80 anos.

Foram considerados os seguintes critérios de exclusão: ausência de mais de 20% do total das sessões de actividade física (n=3), a não-presença a mais de 8 sessões consecutivas (n=3) e a existência de patologias significativas de foro ortopédico que obrigavam à utilização de qualquer meio auxiliar na locomoção (n=1).

Assim, a amostra final passou a ser constituída por 25 indivíduos com uma média de idade de 69.4 ± 4.1 anos, um peso médio correspondente a 69.9± ±14.4 Kg e uma altura média de 1.57±0.8 m., sendo o número de elementos do sexo feminino de 18.

3.1.2. Grupo G+M ("Ginástica de Manutenção + Musculação")

A amostra inicial foi constituída por 34 idosos sedentários voluntários, com idades compreendidas entre os 65 e os 81 anos.

Todavia, 8 destes sujeitos foram excluídos das avaliações pelo facto de terem abandonado as sessões de treino específico de força ("Musculação"), mantendo-se apenas nas sessões de "Ginástica de Manutenção", 3 foram retirados dada a não-presença a mais de 20% do total das sessões de actividade física e, por fim, 4 foram eliminados pelo facto de faltarem a mais de 8 sessões consecutivamente. Neste sentido, a amostra final passou a ser de 19 sujeitos (12 mulheres e 7 homens) com idade média de 68.7 ± 4.2 anos, um peso médio de 66.8 ± 8.6 Kg e altura média de 1.59 ± 0.1 m.

3.2. Questionário (caracterização da actividade física diária)

Com o objectivo de caracterizar a actividade física habitual dos idosos e de verificar possíveis alterações dessa actividade diária ao longo do programa de treino, foi aplicado à totalidade da amostra um inquérito baseado no questionário de Baecke et al. (1982) e validado para a população idosa por Voorrips et al. (1991) (cf. Anexos). O questionário foi preenchido de uma forma presencial, através de uma entrevista com o sujeito. Este questionário foi composto por 4 partes principais e referia-se às actividades habituais do último ano. A primeira parte constituía a identificação de cada indivíduo, a segunda parte inquiria os sujeitos acerca das suas actividades domésticas habituais. A terceira parte abordava questões relativas à prática de actividades desportivas e, por fim, a quarta parte incidia sobre as actividades de tempo livre.

Os itens das actividades domésticas são questões de 4 ou 5 possibilidades de resposta situadas entre o inactivo e o muito activo. As actividades desportivas e de tempos livres foram analisadas com base no tipo de actividade, horas despendidas nessa actividade e no período de tempo durante o ano em que essa actividade é desenvolvida. Todas as actividades foram classificadas de acordo com a postura e tipo de movimentos, tendo por base a tabela de códigos para o Questionário de Baecke Modificado (cf. Anexos).

O somatório dos diferentes índices forneceu a actividade total do idoso. Para além de permitir controlar a actividade física diária dos participantes deste estudo, estes valores foram também utilizados, no momento inicial, para dividir a amostra total (grupo G + grupo G+M) em 2 subgrupos distintos: os que tinham uma actividade física acima da mediana (6.1), foram considerados os mais activos ($n=22$; média= 8.0 ± 1.2), em oposição aos que se classificaram abaixo da mediana que, por esse facto, foram denominados de menos activos ($n=22$; média= 4.0 ± 1.3).

Para a determinação da fidelidade do teste, adoptámos, no momento inicial em ambos os grupos, a técnica de aplicação sucessiva do instrumento (teste e reteste) com espaçamento de 15 dias. Os coeficientes de correlação obtidos foram de $r=0.95$ e $r=0.92$ para, respectivamente o grupo G e G+M ($p<0.001$).

A replicabilidade das respostas deste questionário foi já anteriormente avaliada por nós, não tendo sido observadas diferenças estatisticamente significativas entre os 3 observadores que simultaneamente aplicaram o questionário (Carvalho, 1996).

3.3. Protocolo de treino

3.3.1. "Ginástica de Manutenção" (G1)

Todos os sujeitos da amostra foram submetidos a um programa bi-semanal de actividade física geral do tipo "Ginástica de Manutenção" durante 6 meses. As sessões foram supervisionadas por um monitor académica e profissionalmente qualificado, tendo a duração de 50 minutos.

No sentido de avaliar as características técnicas e funcionais das sessões de actividade física, foram filmadas em vídeo 5 aulas-tipo, sendo, para tal, utilizada uma câmara Hitachi modelo VW-2400E em sistema VHS. A câmara de vídeo foi fixada em locais que permitissem a visualização de, no mínimo, 2/3 do total de praticantes e, sempre que possível, englobando o professor no mesmo campo visual. A caracterização do tipo de movimentos foi efectuada através da análise da solicitação e objectivo preferencial dos movimentos, tendo sido observados os seguintes parâmetros:

Tempo total da aula;

Tempo total de aquecimento;

Tempo total da parte de trabalho muscular localizado (flexibilidade e força dos membros inferiores e superiores);

Tempo total da parte aeróbia;

Tempo total de exercícios de coordenação e equilíbrio;

Tempo total da parte de relaxamento /alongamento;

Tempo total de repouso.

As sessões foram, de um modo geral, constituídas por: (i) um período de aquecimento de aproximadamente 10 minutos onde se incluíram o caminhar, exercícios calisténicos e exercícios de flexibilidade; (ii) um trabalho muscular localizado de cerca de 15 minutos, onde no trabalho de força muscular sobre os membros inferiores se utilizou apenas o peso do corpo, ocorrendo, por vezes, estes exercícios em simultâneo com exercícios de força para os membros superiores; (iii) um trabalho aeróbio através de uma variedade de exercícios, tais como, "jogging", caminhar e dançar; (vi) alguns

exercícios de coordenação, jogos lúdicos e de equilíbrio; e, no final, um período de relaxamento/alongamento englobando, fundamentalmente, exercícios respiratórios e de flexibilidade.

Paralelamente à filmagem de vídeo, foram realizados registos da frequência cardíaca (FC) em 10 sujeitos em cada uma das sessões filmadas. Para tal, utilizámos um cardiofrequencímetro portátil Sport Tester Polar Vantage NV (Polar CIC, Port Washington, NY). Foram recolhidos os registos da FC de 15 em 15 segundos, tendo sido calculada a média e a distribuição dos intervalos de frequência para cada sujeito, e seguidamente, a média para o total da amostra em cada um dos momentos observados.

Foi, ainda, estimada a frequência cardíaca máxima teórica (FC_{max}) com base na formula definida por Astrand e Rodahl (1986), $FC_{max} = 220 - idade \pm 10$ bat/min., bem como, o respectivo valor percentual para cada um dos sujeitos observados.

3.3.2. "Ginástica de Manutenção + Musculação"

Os sujeitos da amostra 2 foram submetidos a um programa de treino combinado durante 6 meses, que envolveu um programa bi-semanal de "Ginástica de Manutenção" (quartas-feiras e sextas-feiras – 50 min.) e um programa bi-semanal de "Musculação" (terças-feiras e quintas-feiras – 40-50 min.). Todas as sessões foram supervisionadas por um monitor académica e profissionalmente qualificado. Passaremos a descrever mais detalhadamente as diferentes sessões de actividade física:

3.3.2.1. "Ginástica de Manutenção" (G2)

A análise, mediante a utilização das imagens de vídeo, de cinco destas sessões de "Ginástica de Manutenção", permitiu verificar que a estrutura da aula se assemelhou àquela desenvolvida no primeiro ano do protocolo experimental.

Ou seja, estas sessões foram, genericamente, compostas por: (i) um período de aquecimento de cerca de 10 minutos; (ii) um período de aproximadamente 15 minutos de trabalho muscular; (iii) uma parte aeróbia num total de cerca de 1/5 da aula; (iv) um período de cerca de 5 minutos com exercícios de coordenação, jogos e equilíbrio; e, por fim, um período de relaxamento/alongamento.

Para além destas observações, foram ainda monitorizados os registos da FC em 7 sujeitos durante cada uma das sessões filmadas.

Tal como para o grupo G, foi estimada a FC_{max} com base na formula definida por Astrand e Rodahl (1986), $FC_{max} = 220 - idade \pm 10$ bat/min., bem como, o respectivo valor percentual para cada um dos sujeitos observados.

3.3.2.2. "Musculação "

O treino específico de força foi realizado bi-semanalmente, em dias não-consecutivos, em máquinas comerciais de resistência variável por pesos (Nautilus Sports/ Medical Industries, Independence, USA). As sessões incluíram um período de aquecimento estandardizado de baixa intensidade em bicicleta ergométrica (Tectrix, Bike-Max, USA) e/ou remo ergométrico (Concept II, Morrisville, Vermont, USA) e alguns exercícios de alongamento muscular durante cerca de 8-10 minutos. Posteriormente, existiu um período de exercitação (20-30 minutos) onde os indivíduos foram submetidos ao treino específico de força e, por fim, efectuou-se um breve período de relaxamento (5-10 minutos) com retorno à calma (caminhar) e alongamento dos principais grupos musculares exercitados.

O protocolo de treino de força foi especificamente direccionado para aumentar a força e a massa muscular dos músculos extensores ("leg press" e "leg extension") e flexores do joelho ("seated leg curl"), dos músculos do tronco e membros superiores ("women's double chest", "lateral raise" e "overhead press") e músculos abdominais ("abdominal machine").

Os exercícios da parte superior e inferior do corpo foram efectuados alternadamente a fim de minimizar a fadiga, com um intervalo de repouso de, aproximadamente, 2 minutos. A ordem dos exercícios foi a seguinte: 1º "women's double chest"; 2º "leg extension"; 3º "overhead press"; 4º "seated leg curl"; 5º "lateral raise"; 6º "leg press" e 7º "abdominal machine".

Cada repetição durou 3-6 seg. (1-2 seg. fase concêntrica e 2-4 seg. na fase excêntrica), não existindo um período superior a 2 seg. entre as repetições e uma pausa de, pelo menos, 2 minutos entre as 2 séries de 10-12 repetições a 70% de 1RM. A máquina de "leg extension" foi usada com maior precaução dado o possível desconforto na região do joelho induzida em alguns dos sujeitos da amostra.

A intensidade do treino foi gradualmente aumentada ao longo das duas primeiras semanas de treino. Assim, o objectivo durante a primeira semana de treino de força foi, para além da determinação da repetição máxima individual (1RM), a familiarização com as máquinas e a consciencialização da correcta realização dos movimentos (técnica de execução e respiração). Nesta fase, o trabalho foi desenvolvido a 60% de 1RM. Na segunda semana, a carga foi elevada para 70% de 1RM, sendo esta a carga imposta até ao final do programa.

Os testes de aferição da carga (1RM) foram realizados de 15 em 15 dias até às primeiras quatro semanas e a cada 4 semanas até ao final do programa. Entre os testes de 1RM, a carga foi aumentada naqueles sujeitos que realizavam confortavelmente 12 ou mais repetições nas 2 séries.

Assim, após familiarização e aquecimento, a carga supostamente abaixo do valor de 1RM foi escolhida e os indivíduos realizaram uma repetição do movimento total em cada uma das máquinas envolvidas no programa de treino. Após aproximadamente 60 segundos de repouso, outra tentativa foi efectuada

com uma carga superior. Posteriormente, aumentos na carga de 10 Lb (4.55 Kg) nas máquinas "seated leg curl", "leg extension", "abdominal machine" e "women's double chest", de 25 Lb (11.38 Kg) nos exercícios de "leg press" e de 13.5 Lb (6.14 Kg) nas máquinas "lateral raise" e "overhead press", foram regulados de forma a minimizar o número de tentativas requeridas para obter um valor válido de 1RM e, assim, minimizar o factor fadiga. Entre cada exercício um mínimo de 2 minutos de repouso foi estabelecido.

O mesmo encorajamento verbal foi dado a todos os indivíduos e todos os testes foram aplicados pelo mesmo sujeito.

No sentido de avaliar a intensidade de esforço destas sessões, foi monitorizada, continuamente, ao longo de duas sessões, a FC de 10 sujeitos através do cardiofrequencímetro Polar Vantage NV (Polar CIC, Port Washington, NY).

Para além disso, nestas sessões de trabalho específico de força, determinámos, ao longo de 2 sessões, os valores médios da pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD), quer em diferentes partes da aula, quer em diferentes máquinas. Assim, para o estudo dos valores da PA em diferentes máquinas, utilizámos uma máquina para os membros inferiores ("leg extension") e outra para os membros superiores ("women's double chest"). No sentido de observar a variação da PA nos diferentes momentos da sessão de treino, utilizámos duas máquinas para os membros superiores (3ª e 5ª máquinas) e a última máquina de solicitação da musculatura abdominal (7ª máquina).

Nenhum dos sujeitos apresentou lesão ou dor muscular associada ao treino durante os 6 meses.

3.4. Avaliação da força muscular

A avaliação isocinética da força dos músculos extensores e flexores do joelho, foi realizada em ambos os membros inferiores mediante a utilização de um dinamómetro (Biodex System 2, USA) em 4 períodos distintos: inicial (valores de "baseline"), intermédio (3 meses após), final (6 meses após) e destreino (1 mês após paragem) em duas velocidades distintas: 60°/seg. (1.05 rad.seg.⁻¹) e 180°/seg (3.14 rad.seg.⁻¹).

O posicionamento do indivíduo e o alinhamento das articulações para a flexão/extensão do joelho foram efectuados de acordo com as instruções definidas para este equipamento pela Biodex Medical System, Inc (Wilk, 1991). Após os indivíduos estarem confortavelmente sentados, procedeu-se à colocação das bandas bem ajustadas ao nível do tronco, bacia e coxa de modo a estabilizar estes segmentos corporais e restringir o mais possível o movimento à flexão e extensão do joelho.

O eixo de rotação do dinamómetro foi alinhado com o epicôndilo femural e a carga de resistência foi colocada cerca de 2 cm 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 induzidos 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 máximo, os sujeitos realizaram um aquecimento estandardizado numa bicicleta ergométrica (Monark, Sweden) durante 5 minutos, a 60 rpm, utilizando, para tal, uma carga correspondente a 2% do peso corporal. Os sujeitos tiveram, ainda, um prévio período de habituação ao dinamómetro mediante a realização de dez repetições submáximas de extensão/flexão do joelho a 180°/seg. e cinco repetições a 60°/seg., após o qual se seguiu um período de repouso de 2 minutos.

Para o teste, os indivíduos efectuaram cinco repetições máximas a 180°/seg. e três a 60°/seg., havendo um período de repouso de 2 minutos entre os testes. Os sujeitos foram instruídos para exercerem o máximo de força possível, tanto na extensão, como na flexão do joelho.

Para a avaliação da força máxima, a totalidade do movimento do membro inferior foi requerida desde a posição de flectido (90°) até à máxima extensão possível. Durante o teste, os sujeitos foram verbalmente encorajados para desenvolverem a sua máxima força, não tendo, no entanto, quaisquer "feedbacks" visuais.

Foram considerados os seguintes parâmetros: i) momento máximo (peak torque - PT - Nm); (ii) razão flexores/extensores (isquio-tibiais/quadrícipites - IT/Q - %) que representa a razão entre o momento máximo da flexão e o momento máximo da extensão do joelho; (iii) comparação bilateral (défice bilateral -%) do PT que representa a diferença percentual entre o momento máximo do membro dominante e o momento máximo do membro não-dominante; (iv) comparação bilateral (défice bilateral -%) da IT/Q que representa a diferença percentual entre a IT/Q do membro dominante e a IT/Q do membro não-dominante.

Para determinação da fidelidade do teste, foi efectuada, em 8 sujeitos, a aplicação sucessiva do instrumento (teste e reteste) com espaçamento de 20 dias. O coeficiente de correlação obtido foi de $r = 0.93$ ($p < 0.001$).

De referir ainda que, o teste isocinético foi bem tolerado por todos os participantes, quer do grupo G, quer do grupo G+M, sem dificuldades por parte dos mesmos, não tendo nenhum deles descrito dores musculares ao longo de todo o protocolo experimental.

3.5. Procedimentos estatísticos

A descrição das variáveis em estudo foi efectuada a partir das medidas descritivas média e desvio-padrão. O valor da mediana foi também por nós utilizado para a subdivisão do grupo global, em mais e menos activo, bem como, para subdividir cada um dos grupos em função do nível inicial de força (mais e menos fortes).

Procedeu-se a uma análise exploratória dos dados com o objectivo de averiguar a normalidade da distribuição correspondente a cada uma das variáveis em estudo, assim como a presença de "outliers". A análise das diferenças entre os grupos foi efectuada a partir do *t*-teste de medidas independentes e do teste Mann-Whitney, de acordo com os critérios definidos por Vincent (1995). De igual modo, tendo por base estes critérios, a análise de variância de medidas repetidas (Anova) e o teste de Friedman's foram utilizados para testar as diferenças nos diferentes momentos de avaliação. Recorreu-se ao Coeficiente de Correlação de Pearson para estudar a fidelidade dos questionários e do teste de avaliação isocinética mediante a técnica de aplicação sucessiva do instrumento (teste e reteste) com espaçamento de, respectivamente 15 e 20 dias.

O nível de significância considerado foi de $p < 0.05$.

Os cálculos foram realizados no programa Excel versão para o Windows 98 e no programa de estatística SPSS.



Resultados

4. Resultados

Dado o volume e diversidade de dados, a sua apresentação será realizada de acordo com a especificidade das variáveis em estudo: i) caracterização da actividade física diária; ii) caracterização da actividade física formal e organizada; iii) avaliação da força muscular.

4.1. Caracterização da actividade física diária

4.1.1. Questionário de Baecke Modificado

Com o propósito de facilitar a leitura dos dados relativos à actividade física diária, determinada mediante a aplicação do questionário de Baecke Modificado, dividimos a nossa apresentação em três partes fundamentais: i) caracterização da actividade diária do grupo G ao longo do primeiro ano do protocolo de avaliação; ii) caracterização da actividade diária do grupo G+M ao longo do segundo ano do protocolo de avaliação e iii) comparação entre o grupo G e o grupo G+M no momento inicial.

Na caracterização da actividade física diária de ambos os grupos ao longo do tempo, avaliámos, por um lado, os valores totais resultantes do somatório dos diferentes índices do questionário (QAFT - actividades domésticas + actividades desportivas + actividades recreativas) e, por outro lado, no sentido de anular o efeito das actividades desportivas por nós impostas aos sujeitos ("Ginástica de Manutenção" e "Ginástica de Manutenção + Musculação"), estudámos os valores do questionário não englobando essas actividades desportivas referenciadas na terceira parte do questionário (QAFT-D).

4.1.1.1. Grupo G

O Quadro 5 apresenta os resultados do valor total (QAFT) e do valor compósito da actividade física com exclusão da actividade desportiva imposta (QAFT-D), nos diferentes momentos observados durante o primeiro ano do protocolo de avaliação.

Quadro 5 – Valores médios da actividade física diária do grupo G nos diferentes momentos observados (média± desvio padrão) (n=25).

	M0 - "Baseline"	M1 – 3 meses após	M2 – 6 meses após	M3 - após destreino
QAFT	5.21±2.3	8.24±2.1*	8.49±2.5 #	6.07±2.2\$&
QAFT-D	5.21±2.3	5.18±2.1	5.36±2.4	6.07±2.2

* M0 vs. M1; # M0 vs. M2; \$ M3 vs. M1; & M3 vs. M2 (p<0.05)

A análise do Quadro 5 sugere que, de acordo com o QAFT, os sujeitos da amostra aumentaram de forma significativa os seus níveis globais de actividade física diária ao longo dos 6 meses de treino. No entanto, não foram observadas diferenças significativas após análise do QAFT-D. Assim, as alterações

observadas no QAFT são resultantes do aumento (treino) e da diminuição (destreino) da actividade desportiva por nós imposta.

4.1.1.2. Grupo G+M

Estão representados no Quadro 6 os resultados do valor total (QAFT) e do valor compósito da actividade física com exclusão da actividade desportiva imposta (QAFT-D), nos diferentes momentos observados durante o segundo ano do protocolo de avaliação.

Quadro 6 – Valores médios da actividade física diária do grupo G+M nos diferentes momentos observados (média± desvio padrão) (n=19).

	MO - "Baseline"	M1 – 3 meses após	M2 – 6 meses após	M3 - após destreino
QAFT	6.39±2.1	12.38±2.3*	12.46±2.2#	7.38±2.2\$&
QAFT-D	6.39±2.1	6.49±2.3	6.56±2.3	7.38±2.2

* MO vs. M1; # MO vs. M2; \$ M3 vs. M1; & M3 vs. M2 (p<0.05)

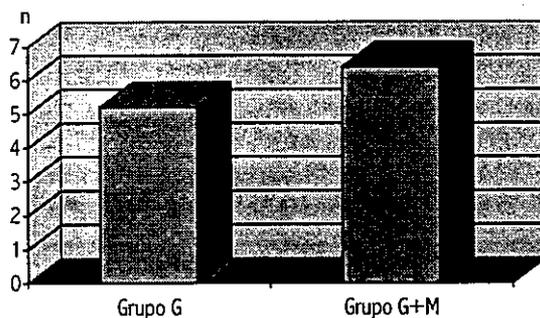
Da observação do referido quadro, podemos verificar existir um aumento significativo, assim como, uma significativa diminuição dos níveis globais de actividade física diária após, respectivamente o período de treino e destreino, ou seja, como resultado da alteração da actividade desportiva por nós imposta.

Para além disso, quando observamos os valores de QAFT-D, verificamos que, embora sem significado estatístico, após destreino existe um ligeiro aumento da actividade física diária.

4.1.1.3. Grupo G vs. Grupo G+M

A Fig. 6 mostra a análise conjunta dos valores médios do QAFT no momento inicial dos dois grupos estudados.

Figura 6 – Valores médios do QAFT no momento inicial dos grupos G e G+M.



	Grupo G (n=25)	Grupo G+M (n=19)	p
MO - "Baseline"	5.21±2.3	6.39±2.1	ns (0.092)

A Fig. 6 revela não existirem, no momento inicial do protocolo de avaliação, diferenças estatisticamente significativas entre os níveis totais de actividade física diária do grupo G e do grupo G+M.

4.2. Caracterização da actividade física formal e organizada

4.2.1. "Ginástica de Manutenção" do grupo G (G1)

4.2.1.1. Filmagens em vídeo

No Quadro 7 estão representados os valores médios dos principais constituintes das sessões de "Ginástica de Manutenção" no primeiro ano do protocolo de avaliação.

Quadro 7 - Principais constituintes das sessões de G1 (média± desvio padrão).

		Tempo (min)	Porcentagem do total (%)
Aquecimento		9'30"±1'23"	17.9
Trabalho Muscular Localizado	Ex's de flexibilidade	4'02"±1'02"	8.4
	Ex's de força MI	7'43"±1'31"	14.9
	Ex's de força MS	4'31"±1'15"	7.9
Trabalho aeróbio		9'15"±1'25"	18.4
Coordenação e equilíbrio		4'03"±1'01"	8.5
Relaxamento/alongamento		7'01"±2'19"	13.4
Repouso		6'16"±2'08"	12.4

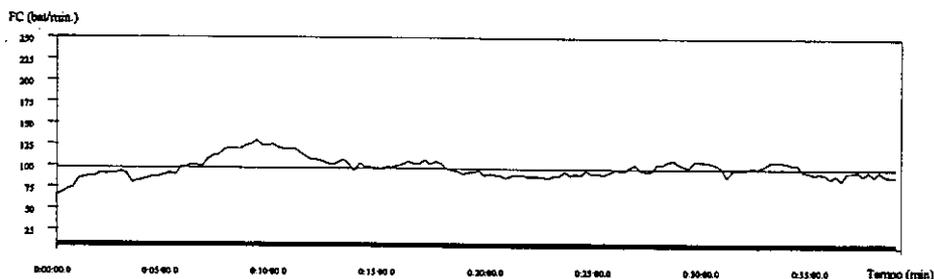
Ex's= exercícios; MI= membros inferiores; MS= membros superiores

A análise deste quadro permite verificar que as sessões se iniciam com um período de aquecimento médio de 9.30 ± 1.23 minutos, englobam no seu decorrer, um trabalho muscular localizado que envolve em média 4.02 ± 1.02 minutos de exercícios de flexibilidade, um trabalho de reforço muscular médio de 7.43 ± 1.31 minutos para os membros inferiores e de 4.31 ± 1.15 minutos para os membros superiores. O trabalho aeróbio ocupa uma percentagem relativamente elevada do tempo total da aula (18.4%). Pelo contrário, os exercícios de coordenação e equilíbrio são realizados, em termos totais, em 8.5% da aula. As sessões terminam com um período de relaxamento/alongamento médio de 7.01 ± 2.19 minutos. O tempo médio total de repouso equivale a 12.4% do total da aula.

4.2.1.2. Telemetria da frequência cardíaca

A título ilustrativo, na Fig. 7 apresenta-se graficamente um traçado da evolução da FC do sujeito "X" durante uma aula.

Figura 7 – Evolução da FC do sujeito "X" durante uma aula de "Ginástica de Manutenção".



No Quadro 8 estão descritos os valores médios, amplitudes e distribuição dos valores da FC durante as sessões de "Ginástica de Manutenção" do grupo G.

Quadro 8 – Valores médios, amplitude e distribuição dos valores da FC durante as sessões de G1 (média± desvio padrão) (n=50).

	Valores
Média (bat/min)	95.2±6.4
Máximo (bat/min)	129
Mínimo (bat/min)	70
60-70 bat/min (%)	2.2±2.3
70-80 bat/min (%)	8.8±6.5
80-90 bat/min (%)	22.6±15.2
90-100 bat/min (%)	34.1±7.2
100-110 bat/min (%)	24.6±11.3
110-120 bat/min (%)	13.1±9.4
120-130 bat/min (%)	4.1±4.0

De acordo com a análise do Quadro 8, a FC média destas sessões foi de 95.2 bat/min (± 6.4), com valor máximo de 129 bat/min e valor mínimo de 70 bat/min. O intervalo de 90 a 100 bat/min foi o mais elevado (34.1±7.2%) sendo, no entanto, observado uma distribuição equilibrada pelos intervalos de frequência mais próximos, tanto em termos de valores superiores (100-110 bat/min - 24.6±11.3%) como de valores inferiores (80-90 bat/min – 22.6±15.2%).

4.2.2. "Ginástica de Manutenção" do grupo G+M (G2)

4.2.2.1. Filmagens em vídeo

Os valores médios dos principais constituintes das sessões de "Ginástica de Manutenção" do segundo ano do protocolo experimental estão descritos sumariamente no Quadro 9.

Quadro 9 - Principais constituintes das sessões de G2 (média± desvio padrão).

		Tempo (min)	Percentagem do total (%)
Aquecimento		9'09"±1'39"	17.1
Trabalho	Ex's de flexibilidade	3'55"±1'08"	6.9
Muscular	Ex's de força MI	7'25" ±1'02"	14.1
Localizado	Ex's de Força MS	5'18"±0'57"	9.2
Parte aeróbia		9'26"±1'28"	18.0
Coordenação e equilíbrio		5'08"±1'06"	10.2
Relaxamento/alongamento		6'02"±1'05"	12.1
Repouso		6'33"±1'48"	12.7

Ex's= exercícios; MI= membros inferiores; MS= membros superiores

Da análise deste quadro, podemos referir que estas sessões de actividade foram, de um modo geral, semelhantes aquelas realizadas pelo grupo G. Ou seja, foram constituídas por um período de aquecimento de 9.09 minutos (± 1.39), um trabalho muscular localizado onde os exercícios de reforço muscular para os membros inferiores foram maioritários (14.1%) comparativamente aos exercícios de reforço muscular para os membros superiores (9.2%) e aos exercícios de flexibilidade (6.9%). A parte aeróbia ocupou, uma percentagem relativamente elevada do tempo total da aula (18.0%) e os exercícios de coordenação e equilíbrio tiveram a duração de cerca de 5 minutos (5.08 ± 1.06 min.). A parte final da aula foi dedicada ao relaxamento e alongamento sendo, para tal, dispendidos aproximadamente 6 minutos (6.02 ± 1.05 min.). Relativamente ao tempo total de repouso, este não ultrapassou os 13% do total da aula.

4.2.2.2. Telemetria da frequência cardíaca

Tendo por base o Quadro 10, podemos verificar que os valores médios da FC nestas sessões de actividade física foram de 89.9 bat/min (± 8.6), com um valor máximo de 130 bat/min e um valor mínimo de 68 bat/min. O intervalo de frequência mais elevado foi o de 90 a 100 bat/min ($40.7 \pm 9.5\%$), existindo uma distribuição equilibrada, quer nos intervalos superiores ($23.5 \pm 9.3\%$), quer nos inferiores ($27.8 \pm 6.7\%$).

Quadro 10 – Valores médios, amplitude e distribuição dos valores da FC nas sessões de “Ginástica de Manutenção” do grupo G+M (média± desvio padrão) (n=35).

	Valores
Média (bat/min)	89.9±8.6
Máximo (bat/min)	130
Mínimo (bat/min)	68
60-70 bat/min (%)	1.5±0
70-80 bat/min (%)	7.6±4.5
80-90 bat/min (%)	27.8±6.7
90-100 bat/min (%)	40.7±9.5
100-110 bat/min (%)	23.5±9.3
110-120 bat/min (%)	18.3±12.1
120-130 bat/min (%)	7.5±1.4

4.2.3. “Ginástica de Manutenção 1” (G1) vs. “Ginástica de Manutenção 2” (G2)

4.2.3.1. Filmagens em vídeo

No sentido de analisar possíveis diferenças nas sessões de “Ginástica de Manutenção” desenvolvidas pelo grupo G e G+M, apresentamos no Quadro 11 os valores percentuais observados em ambos os grupos.

Quadro 11 - Principais constituintes das sessões de G1 e G2 (média± desvio padrão).

		Percentagem do total da G1 (%)	Percentagem do total da G2 (%)	p
Aquecimento		17.9±3.2	17.1±1.7	ns
Trabalho Muscular Localizado	Ex's Flexibilidade	8.4±4.3	6.9±1.4	ns
	Ex's Força MI	14.9±2.6	14.1±0.5	ns
	Ex's Força MS	7.9±1.1	9.2±1.0	ns
Parte aeróbia		18.4±5.8	18.0±2.3	ns
Coordenação e equilíbrio		8.5±1.6	10.2±3.3	ns
Relaxamento/alongamento		13.4±1.2	12.1±2.3	ns
Repouso		12.4±1.5	12.7±2.9	ns

Ex's= exercícios; MI= membros inferiores; MS= membros superiores

Tal como se pode verificar da observação do referido quadro, não foram observadas diferenças significativas entre os constituintes das sessões de “Ginástica de Manutenção” realizadas pelo grupo G e aquelas desenvolvidas pelo grupo G+M.

4.2.3.2. Telemetria da frequência cardíaca

Com o objectivo de estimar possíveis diferenças na intensidade dos estímulos entre as sessões de “Ginástica de Manutenção” desenvolvidas pelo grupo G e G+M, apresentamos no Quadro 12 os valores médios e distribuições relativas dos valores da FC observados em ambos os grupos.

Quadro 12 – Valores médios, amplitude e distribuição dos valores da FC durante as sessões de G1 e G2 (média± desvio padrão) (G1 n=50; G2 n=35).

	G1	G2	p
Média (bat/min)	95.2±6.4	89.9±8.6	ns
Máximo (bat/min)	129	130	ns
Mínimo (bat/min)	70	68	ns
60-70 bat/min (%)	2.2±2.3	1.5±0.0	ns
70-80 bat/min (%)	8.8±6.5	7.6±4.5	ns
80-90 bat/min (%)	22.6±15.2	27.8±6.7	ns
90-100 bat/min (%)	34.1±7.2	40.7±9.5	ns
100-110 bat/min (%)	24.6±11.3	23.5±9.3	ns
110-120 bat/min (%)	13.1±9.4	18.3±12.1	ns
120-130 bat/min (%)	4.1±4.0	7.5±1.4	ns

Comparando os valores obtidos nestas sessões de actividade física entre o primeiro e o segundo ano do protocolo de avaliação, podemos constatar que não existem diferenças estatisticamente significativas, ou seja, a intensidade dos estímulos de ambas as sessões de “Ginástica de Manutenção” foi semelhante.

Na tentativa de melhor conhecer a intensidade dos exercícios propostos durante as sessões de “Ginástica de Manutenção” no grupo G e G+M, foi estimada a frequência cardíaca máxima teórica (FCmax), bem como, o respectivo valor percentual para cada um dos sujeitos observados e para a média de cada uma das sessões (cf. Quadro 13).

Quadro 13 – Idade, FC média, FCmax. teórica e percentagem de trabalho da FCmax para cada sujeito numa sessão de G1 e G2.

G1					G2				
Sujeito	Idade (anos)	FCmédia (bat/min)	FCmax (bat/min)	% da FCmax	Sujeito	Idade (anos)	FCmédia (bat/min)	FCmax (bat/min)	% da FCmax
1	68	94±3.5	152±10	62	1	71	107±4.6	149±10	72
2	68	85±4.2	152±10	56	2	75	82±5.3	145±10	57
3	68	106±5.3	152±10	70	3	70	85±4.9	150±10	57
4	70	101±3.6	150±10	67	4	67	95±5.4	153±10	62
5	72	93±4.0	148±10	63	5	69	88±3.8	151±10	58
6	70	101±4.5	150±10	67	6	69	84±4.2	151±10	56
7	67	99±5.1	153±10	65	7	66	88±5.7	154±10	57
8	70	90±4.5	150±10	60					
9	66	92±3.9	154±10	60					
10	72	91±3.7	148±10	62					

A análise deste quadro permite-nos verificar que apenas 1 sujeito do grupo G trabalhou com valores de intensidade relativa abaixo dos 60% da FCmax e no grupo G+M apenas 2 sujeitos trabalharam com valores de intensidade superiores a este valor.

4.2.4. "Musculação"

4.2.4.1. Telemetria da frequência cardíaca

No Quadro 14 estão descritos os valores médios, a amplitude média e a distribuição dos valores da FC nas sessões de "Musculação" realizadas pelo grupo G+M.

Quadro 14 – Valores médios, amplitude e distribuição dos valores da FC nas sessões de "Musculação" do grupo G+M (média± desvio padrão) (n=20).

	Valores
Média (bat/min)	94.8±3.6
Máximo (bat/min)	126
Mínimo (bat/min)	69
60-70 bat/min (%)	1.3±0.4
70-80 bat/min (%)	7.1±2.2
80-90 bat/min (%)	33.6±14.9
90-100 bat/min (%)	35.6±11.5
100-110 bat/min (%)	17.6±8.1
110-120 bat/min (%)	6.12±2.2
120-130 bat/min (%)	8.7±1.8
130-140 bat/min (%)	0

A partir da análise deste quadro, verificamos que a FC média das sessões de "Musculação" se situa entre os 69 e 126 bat/min, com valor médio de 94.8 bat/min (± 3.6). Aproximadamente 70% da sessão foi realizada entre os 80 e os 100 bat/min.

4.2.4.2. Determinação da pressão arterial

Nos Quadros 15 e 16, estão apresentados os resultados da determinação dos valores da PAS e PAD nos diferentes momentos das sessões, bem como, após a realização de exercícios envolvendo uma máquina para os membros inferiores ("leg extension") e outra para os membros superiores ("women's double chest").

Quadro 15 - Valores médios e amplitude da pressão arterial sistólica (PAS - mmHg) e diastólica (PAD - mmHg) em diferentes momentos das sessões de "Musculação" do grupo G+M (média± desvio padrão) (n=8).

	Antes		Aquecimento		3ª máquina		5ª máquina		7ª máquina	
	PAS	PAD	PAS	PAD	PAS	PAD	PAS	PAD	PAS	PAD
Média	136.8	80.6	143.6	81.9	142.8	80.5	146.3	79.9	139.1	81.5
±SD	±5.8	±2.1	±11.8	±1.9	±15.5	±2.7	±12.8	±0.9	±9.7	±1.6
Máximo	147	85	174	86	167	85	166	83	154	85
Mínimo	125	75	130	78	128	76	127	78	128	78

Quadro 16 - Valores médios e amplitude da pressão arterial sistólica (PAS - mmHg) e diastólica (PAD - mmHg) envolvendo diferentes máquinas nas sessões de "Musculação" do grupo G+M (média± desvio padrão) (n=8).

	Repouso		"Leg extension"		"Women's double chest"	
	PAS	PAD	PAS	PAD	PAS	PAD
Média	140.8	76.9	165.1	83.4	146.9	77.3
±SD	±2.9	±4.4	±6.1	±4.5	±3.9	±3.6
Máximo	150	85	173	90	155	85
Mínimo	127	71	150	74	140	72

Da análise dos referidos quadros, constata-se que após o aquecimento os valores aumentaram relativamente ao repouso, particularmente os da PAS (143.6±11.8 mmHg vs. 136.8±5.8 mmHg), após o qual se mantiveram mais ou menos constantes durante a sessão, retomando os valores basais no final da mesma. Os exercícios com os membros inferiores apresentaram valores mais elevados (165.1±6.1mmHg - PAS e 83.4±4.5 mmHg – PAD) do que os realizados com os membros superiores (146.9±3.9 mmHg – PAS e 77.3±3.6 mmHg – PAD).

4.3. Avaliação da força muscular

Dado o volume e diversidade de dados relativos à avaliação da força muscular, a sua apresentação será realizada do seguinte modo: i) caracterização dos diferentes índices relativos à força isocinética do grupo G ao longo do primeiro ano do protocolo experimental, analisando o grupo na sua totalidade, em função do nível inicial de força, e, ainda, de acordo com a variável sexo; ii) caracterização dos diferentes índices relativos à força isocinética do grupo G+M ao longo do segundo ano do protocolo experimental, analisando a totalidade do grupo e em função do nível inicial de força, bem como, de acordo com a variável sexo; iii) comparação do momento inicial e da percentagem de variação da força isocinética após programa de treino entre ambos os grupos (grupo G e G+M); iv) análise dos valores médios de força isocinética no momento inicial de todos os participantes do estudo em função do nível de actividade física; v) caracterização dos valores médios da força muscular avaliados pelo método de 1RM no grupo G+M total e subdividido em função do nível inicial de força; e, por fim, vi) comparação do ganho relativo de força após treino, de acordo com os diferentes métodos de avaliação utilizados.

4.3.1. Avaliação isocinética da força

4.3.1.1. Grupo G

No Quadro 17 é apresentada a caracterização do grupo G, ou seja, do grupo submetido exclusivamente a sessões bi-semanais de "Ginástica de Manutenção", relativamente às variáveis respeitantes ao momento máximo ("peak-torque" - PT) nos 4 momentos de avaliação (M0 – valores de "baseline"; M1 – 3 meses após; M2 – 6 meses após; M3 – após destreino).

Quadro 17 – PT (Nm) do grupo G nos diferentes momentos observados (média± desvio padrão) (n=25).

	180ED	180END	180FD	180FND	60ED	60END	60FD	60FND
M0	61.0 ± 17.6	57.3 ±12.5	31.0 ±9.1	33.3 ±10.2	95.6 ±25.2	92.4 ±24.6	41.9 15.1	43.7 ±12.8
M1	60.6 ±17.5	56.1 12.9	34.5 ±13.3	32.8 ±11.8	94.7 ±24.4	91.2 ±23.2	44.6 ±16.3	43.2 ±15.2
M2	59.7 ±15.6	57.4 ±13.8	33.3 ±10.6	30.8 ±9.7	92.1 ±22.0	89.4 ±23.7	43.8 ±15.6	41.5 ±13.1
M3	59.3 ±17.9	56.2 ±15.5	32.4 ±13.7	30.9 ±12.6	91.9 ±26.6	91.9 ±23.3	44.4 ±16.6	43.8 ±13.7

180= velocidade de 180°/seg.; 60= velocidade de 60°/seg.; E= extensão do joelho; F= flexão do joelho; D= membro dominante; ND= membro não-dominante

Da observação do referido quadro, podemos verificar que não existem diferenças estatisticamente significativas nas variáveis estudadas nos diferentes momentos observados, nem nas velocidades mais baixas, nem nas mais elevadas. Por outro lado, podemos constatar que em todas as variáveis nos diferentes momentos, os valores obtidos para o PT na velocidade de 60º/seg. são substancialmente mais elevados comparativamente aos valores obtidos na velocidade superior (180º/seg.).

Para além dos valores totais dos idosos do grupo G relativos ao momento máximo, analisámos igualmente as variáveis relativas ao mesmo parâmetro, nos diferentes momentos estudados, de acordo com os seus níveis iniciais de força (Quadros 18 e 19).

Quadro 18 - PT (Nm) do subgrupo mais forte do grupo G nos diferentes momentos observados (média± desvio padrão).

	180ED (n=13)	180END (n=12)	180FD (n=13)	180FND (n=13)	60ED (n=13)	60END (n=12)	60FD (n=12)	60FND (n=13)
M0	75.9 ±14.4	66.9 ±11.7	37.5 ±7.3	39.6 ±8.4	113.6 ±21.4	109.7 ±25.5	53.2 ±14.0	50.9 ±12.3
M1	72.9 ±17.1	63.5 ±15.6	43.0 ±12.3	38.8 ±11.6	107.8 ±25.6	104.5 ±25.3	53.5 ±16.0	50.8 ±16.1
M2	71.4 ±14.5	64.7 ±14.9	39.8 ±9.6	35.6 ±9.3	105.6 ±21.2	102.3 ±27.1	51.2 ±16.0	47.6 ±13.3
M3	72.4 ±19.0	65.8 ±18.6	41.1 ±13.6	37.0 ±11.8	108.1 ±26.9	103.2 ±27.2	52.6 ±18.2	51.6 ±14.0

180= velocidade de 180º/seg.; 60= velocidade de 60º/seg.; E= extensão do joelho; F= flexão do joelho; D= membro dominante; ND= membro não-dominante

Quadro 19 - PT (Nm) do subgrupo menos forte do grupo G nos diferentes momentos observados (média± desvio padrão).

	180ED (n=12)	180END (n=13)	180FD (n=12)	180FND (n=12)	60ED (n=12)	60END (n=13)	60FD (n=13)	60FND (n=12)
M0	49.5 ±9.0	47.1 ±7.6	24.0 ±4.8	25.8 ±4.1	79.1 ±15.0	75.9 ±8.6	33.2 ±6.6	34.9 ±6.3
M1	51.0 ±10.6	49.3 ±6.0	26.9 ±7.1	25.5 ±6.4	82.6 ±16.0	77.4 ±11.2	35.9 ±12.4	34.0 ±8.1
M2	50.7 ±9.1	49.5 ±7.6	27.3 ±7.5	25.0 ±5.9	79.6 ±14.3	75.5 ±9.5	36.7 ±12.9	33.1 ±4.8
M3	49.1 ±7.8	47.0 ±5.1	24.4 ±7.7	23.2 ±6.7	77.0 ±15.9	79.1 ±9.3	36.3 ±11.3	34.4 ±5.0

180= velocidade de 180º/seg.; 60= velocidade de 60º/seg.; E= extensão do joelho; F= flexão do joelho; D= membro dominante; ND= membro não-dominante

Da observação dos Quadros 18 e 19, podemos concluir que, nem os indivíduos mais fortes, nem os menos fortes apresentaram diferenças com significado estatístico nas diferentes variáveis estudadas ao longo do protocolo experimental.

Para além dos valores totais da amostra relativos ao momento máximo e relativos ao nível inicial de força, apresentamos no Quadro 20, a caracterização por sexos em relação às variáveis respeitantes ao momento máximo no momento inicial e final do treino, bem como, a sua alteração relativa após treino.

Quadro 20 – Caracterização por sexos do grupo G em relação às variáveis respeitantes ao PT nos momentos inicial e final do treino e da sua percentagem de alteração (média \pm desvio padrão) (Homens n= 7; Mulheres n= 18).

		180ED	180END	180FD	180FND	60ED	60END	60FD	60FND
MO (Nm)	Homens	90.5 ± 10.5	74.9 ± 16.4	38.8 ± 17.1	47.5 ± 13.6	130.4 ± 28.9	125.9 ± 37.9	62.5 ± 20.6	62.7 ± 16.4
	Mulheres	56.6* ± 13.7	53.5* ± 7.9	29.3 ± 7.4	30.4* ± 6.7	90.4* ± 20.7	85.8* ± 15.1	39.5* ± 9.4	39.4* ± 7.8
M2 (Nm)	Homens	87.5 ± 15.2	79.7 ± 13.6	46.7 ± 15.9	45.1 ± 9.3	126.2 ± 32.2	123.6 ± 29.7	61.5 ± 20.6	59.5 ± 8.6
	Mulheres	56.2* ± 10.8	52.7* ± 8.3	33.3* ± 7.3	28.7* ± 6.0	88.1* ± 15.1	83.5* ± 15.6	41.3* ± 11.7	37.9* ± 10.3
% Alteração	Homens	-7.1 ± 10.8	0.8 ± 15.8	28.1 ± 13.4	-1.7 ± 20.2	-10.9 ± 17.6	-7.1 ± 17.1	-0.7 ± 5.0	-4.1 ± 15.7
	Mulheres	1.8 ± 20.2	0.1 ± 15.1	6.9 ± 22.3	-8.3 ± 12.1	0.6 ± 19.7	-1.1 ± 13.1	4.6 ± 29.2	-5.1 ± 18.8

180= velocidade de 180°/seg.; 60= velocidade de 60°/seg.; E= extensão do joelho; F= flexão do joelho; D= membro dominante; ND= membro não-dominante;* homens vs. mulheres (p<0.05)

Da análise do referido quadro, podemos constatar que, à excepção da flexão do joelho do membro dominante a 180°/seg. no momento inicial, as mulheres apresentam, em todas as variáveis, valores significativamente inferiores aos dos homens. No entanto, não foram observadas diferenças com significado estatístico na percentagem de alteração após treino entre os dois sexos.

Quadro 21 – Comparação bilateral do PT (%) do grupo G nos diferentes momentos estudados (média± desvio padrão) (n=25).

	180E	180F	60E	60F
M0	5.1±11.6	-1.9±5.3	3.4±12.1	-1.4±11.3
M1	5.5±7.1	2.8±6.7\$	4.8±7.1	2.2±8.3
M2	3.5±8.1	3.4±4.9*	3.7±11.1	3.3±8.1
M3	4.1±9.5	2.6±6.5#	1.6±15.9	1.9±6.4

180= velocidade de 180°/seg.; 60= velocidade de 60°/seg.; E= extensão do joelho; F= flexão do joelho;

* M0 vs. M2; \$ M0 vs.M1; # M0 vs.M3 (p<0.05)

A análise do Quadro 21 permite constatar que, apesar de existirem diferenças no déficit bilateral entre os diferentes momentos, essas diferenças só apresentam significado estatístico no movimento de flexão do joelho, quando testado a velocidade angular de 180°/seg.

O Quadro 22 mostra a caracterização do grupo G em relação às variáveis respeitantes ao parâmetro razão flexores/extensores (IT/Q) nos diferentes momentos avaliados.

Quadro 22 - IT/Q (%) do grupo G nos diferentes momentos observados (média± desvio padrão) (n=25).

	180D	180ND	60D	60ND
M0	51.1±11.9	59.4±11.2	45.0±9.9	46.9±5.9
M1	56.6±10.1	59.7±12.0	46.0±8.9	46.4±9.6
M2	55.8±10.9	55.2±9.3	46.7±9.4	45.9±8.2
M3	53.8±13.0	56.2±12.4	47.7±9.8	47.2±8.3

180= velocidade de 180°/seg.; 60= velocidade de 60°/seg.; D= membro dominante; ND= membro não-dominante

Da análise deste quadro, podemos referir que não existiram diferenças com significado estatístico em nenhuma das variáveis estudadas nos diferentes momentos observados.

É, ainda, importante salientar que, nos diferentes momentos estudados, a velocidade mais lenta (60°/seg.) foi aquela que apresentou valores mais baixos, quer no membro inferior dominante, quer no membro não-dominante.

De seguida, apresentamos no Quadro 23 os valores médios dos diferentes parâmetros relativos à razão flexores/extensores em função da variável sexo no momento inicial e final, bem como, a sua percentagem de alteração após treino.

Quadro 23 - Caracterização por sexos do grupo G em relação às variáveis respeitantes à razão IT/Q no momentos inicial e final do treino e da sua percentagem de alteração (média± desvio padrão) (Homens n= 7; Mulheres n= 18).

		180D	180ND	60D	60ND
M0 (%)	Homens	40.6±11.2	63.4±15.1	51.4±7.5	50.6±7.6
	Mulheres	53.3±10.8	58.6±10.5	44.1±9.9	45.9±5.5
M2 (%)	Homens	54.7±8.8	56.6±5.4	51.7±5.4	49.4±8.5
	Mulheres	56.1±11.4	54.9±10.1	45.9±9.7	8.3±1.8
% de Alteração	Homens	40.5±29.8	-0.5±24.3	15.5±29.4	5.1±20.2
	Mulheres	6.2±17.5*	-6.1±18.1	6.1±22.7	-4.3±12.4

180= velocidade de 180º/seg.; 60= velocidade de 60º/seg.; D= membro dominante; ND= membro não-dominante; * homens vs. mulheres ($p<0.05$)

Tendo por base o Quadro 23, podemos verificar que não existiram diferenças com significado estatístico entre homens e mulheres, nem no momento inicial, nem no momento final. À excepção do membro dominante na velocidade angular de 180º/seg., a percentagem relativa de alteração entre o momento final e o inicial também não apresentou diferenças estatisticamente significativas.

Os resultados referentes à comparação das variáveis respeitantes à razão flexores/extensores entre o membro dominante e não-dominante estão apresentados no Quadro 24.

Quadro 24 – Comparação bilateral da IT/Q (%) do grupo G nos diferentes momentos estudados (média± desvio padrão) (n=25).

	180º/seg.	60º/seg.
M0	-6.5±13.2	-0.9±8.9
M1	-0.97±12.3	-0.1±8.1
M2	2.2±9.3	1.9±8.6
M3	0.3±10.7	1.4±7.6

Da análise do referido quadro, podemos verificar que as alterações do défice bilateral respeitantes à razão flexores/extensores, não apresentaram diferenças com significado estatístico nos diferentes momentos estudados.

4.3.1.2. Grupo G+M

Em relação aos efeitos do programa de treino combinado ("Ginástica de Manutenção + Musculação"), os resultados relativos ao momento máximo, nos diferentes parâmetros estudados, estão apresentados no Quadro 25.

Quadro 25 – PT (Nm) do grupo G+M nos diferentes momentos observados (média± desvio padrão) (n=19).

	180ED	180END	180FD	180FND	60ED	60END	60FD	60FND
M0	70.4 ±21.9	59.8 ±21.7	34.1 ±11.4	34.9 ±13.8	107.9 ±31.3	98.7 ±30.9	50.6 ±16.8	50.2 ±18.0
M1	69.8 ±19.6	64.1 ±20.6	36.9 ±10.8	38.5 ±12.2	109.3 ±31.1	102.7 ±31.6	51.5 ±18.0	55.9\$ ±18.4
M2	72.8 ±23.3	67.2* ±21.8	37.4 ±14.0	41.8* ±12.7	113.1 ±32.4	107.1* ±27.9	56.9 ±20.9	59.3* ±19.4
M3	71.1 ±21.8	66.2 ±20.1	38.2 ±12.9	41.6# ±13.9	112.2 ±34.7	108.1# ±30.8	56.3 ±18.3	59.1# ±18.9

180= velocidade de 180º/seg.; 60= velocidade de 60º/seg.; E= extensão do joelho; F= flexão do joelho; D= membro dominante; ND= membro não-dominante; * M0 vs. M2; \$ M0 vs. M1; # M0 vs. M3 (p<0.05)

Através da observação do Quadro 25 podemos constatar que, à exceção do membro dominante, quer no movimento de extensão, quer no de flexão em ambas as velocidades avaliadas, todas as outras variáveis apresentaram valores significativamente mais elevados no momento final do treino (M2). Para além disso, foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre o momento inicial (M0) e o destreino (M3) no membro não-dominante a 60º/seg., quer na flexão, quer na extensão do joelho, bem como, no movimento de flexão do joelho na velocidade angular de 180º/seg.

Os Quadros 26 e 27 representam os valores relativos ao momento máximo, nas diferentes fases estudadas, de acordo com o nível inicial de força.

Quadro 26 - PT (Nm) do subgrupo mais forte do grupo G+M nos diferentes momentos observados (média± desvio padrão).

	180ED (n=10)	180END (n=10)	180FD (n=9)	180FND (n=10)	60ED (n=9)	60END (n=9)	60FD (n=10)	60FND (n=10)
M0	82.5 ±21.1	77.6 ±18.3	46.6 ±11.3	42.9 ±10.2	130.8 ±32.6	122.9 ±28.9	64.6 ±13.5	65.8 ±13.2
M1	83.9 ±20.8	79.9 ±19.3	48.4 ±10.2	44.6 ±9.2	132.5 ±31.3	127.3 ±28.5	62.9 ±17.7	70.3 ±14.3
M2	89.7 ±23.3	83.9 ±19.9	52.1 ±11.2	45.3 ±16.8	135.4 ±34.9	126.8 ±29.6	71.5 ±22.1	74.3* ±17.3
M3	87.6 ±21.6	80.2 ±20.6	52.7 ±11.1	46.9 ±12.7	136.1 ±37.5	132.2 ±28.7	69.2 ±16.8	73.8# ±15.5

180= velocidade de 180°/seg.; 60= velocidade de 60°/seg.; E= extensão do joelho; F= flexão do joelho; D= membro dominante; ND= membro não-dominante; * M0 vs. M2; # M0 vs. M3 (p<0,05)

Da análise do quadro anterior podemos constatar que, à excepção da flexão joelho do membro não-dominante na velocidade de 60°/seg., nenhum outro parâmetro apresentou, neste subgrupo mais forte, alterações significativas ao longo do protocolo experimental.

Quadro 27 - PT (Nm) do subgrupo menos forte do grupo G+M nos diferentes momentos observados (média± desvio padrão).

	180ED (n=9)	180END (n=9)	180FD (n=10)	180FND (n=9)	60ED (n=10)	60END (n=10)	60FD (n=9)	60FND (n=9)
M0	55.1 ±4.3	43.9 ±6.9	26.2 ±4.5	24.7 ±3.5	87.5 ±6.7	77.2 ±8.9	38.1 ±5.4	36.4 ±6.3
M1	57.3 ±3.6	50.1 ±6.9	29.9 ±6.7	29.6 ±4.2	88.7 ±7.3	80.8 ±12.0	41.4 ±8.4	41.4 ±7.5
M2	57.7 ±7.7	52.4* ±8.9	30.4 ±5.1	32.8* ±4.1	93.3 ±9.9	89.6* ±7.7	43.9 ±6.7	45.9* ±8.1
M3	56.5 ±5.3	53.7# ±7.9	30.4 ±6.7	31.6# ±6.5	90.9 ±10.1	86.7# ±8.8	44.8 ±10.4	46.1# ±9.7

180= velocidade de 180°/seg.; 60= velocidade de 60°/seg.; E= extensão do joelho; F= flexão do joelho; D= membro dominante; ND= membro não-dominante; * M0 vs. M2; # M0 vs. M3; & M1 vs. M2 (p<0,05)

Da análise dos resultados do subgrupo mais fraco podemos constatar que, tal como ocorre para a totalidade do grupo G+M, à excepção do membro dominante, quer no movimento de extensão, quer no de flexão em ambas as velocidades avaliadas, todas as outras variáveis apresentaram valores significativamente mais elevados no momento final do treino (M2). Foram, também, observadas

diferenças significativas entre o momento inicial (M0) e após destreino (M3), nessas mesmas variáveis.

O Quadro 28 apresenta as diferenças entre homens e mulheres no momento inicial e final do treino, bem como, a percentagem de alteração entre estes dois momentos estudados.

Quadro 28 – Caracterização por sexos do grupo G+M em relação às variáveis respeitantes ao PT no momentos inicial e final do treino e da sua percentagem de alteração (média± desvio padrão) (Homens n= 7; Mulheres n= 12).

		180ED	180END	180FD	180FND	60ED	60END	60FD	60FND
M0 (Nm)	Homens	90.8 ±25.6	77.6 ±26.1	43.6 ±11.5	47.6 ±14.6	139.1 ±33.4	127.9 ±31.1	63.8 ±20.7	66.1 ±17.0
	Mulheres	59.2* ±7.6	50.1* ±10.8	28.0* ±7.6	28.1* ±7.1	90.9* ±10.4	82.8* ±16.2	46.4* ±8.7	4.6* ±11.2
M2 (Nm)	Homens	93.1 ±28.9	84.1 ±29.7	48.8 ±17.8	54.0 ±13.4	144.9 ±34.5	132.3 ±30.5	74.8 ±24.4	75.8 ±20.9
	Mulheres	61.7* ±7.9	58.0* ±7.5	31.2* ±6.0	35.2* ±5.7	95.8* ±12.3	93.3* ±13.8	47.2* ±10.3	50.3 ±11.4
% Alteração	Homens	4.5 ±9.5	18.0 ±12.9	11.7 ±27.2	29.3 ±26.8	5.5 ±8.1	13.9 ±10.5	9.7 ±19.6	23.7 ±20.7
	Mulheres	1.9 ±11.1	7.7 ±13.5	12.6 ±36.7	16.6 ±15.1	4.5 ±9.5	4.3 ±14.1	23.3 ±37.0	15.5 ±13.1

180= velocidade de 180°/seg.; 60= velocidade de 60°/seg.; E= extensão do joelho; F= flexão do joelho; D= membro dominante; ND= membro não-dominante; * homens vs. mulheres ($p<0.05$)

A análise do quadro sugere que, no seu conjunto, as mulheres apresentam valores inferiores nas diferentes variáveis relativas ao momento máximo, quer no momento inicial, quer no momento final do treino. No entanto, a percentagem de alteração após o período de treino não foi estatisticamente diferente entre os dois sexos.

Os valores relativos à comparação bilateral do PT nos diferentes momentos estudados estão apresentado no Quadro 29.

Quadro 29 – Comparação bilateral do PT (%) do grupo G+M nos diferentes momentos estudados (média± desvio padrão) (n=19).

	180E	180F	60E	60F
M0	10.6±5.9	-0.9±5.5	9.2±10.7	0.4±6.9
M1	5.7±10.2	-1.6±6.3	6.6±12.8	-3.5±9.7
M2	5.6±8.2*	-4.4±6.8	6.0±11.5	-2.4±8.3
M3	4.9±8.2#	-3.4±4.9	4.1±9.3	-2.8±5.9

180= velocidade de 180º/seg.; 60= velocidade de 60º/seg.; E= extensão do joelho; F= flexão do joelho; * M0 vs. M2; # M0 vs. M3 (p<0.05)

Da observação do referido quadro, podemos constatar que, embora tenham sido observadas alterações no défice bilateral ao longo do protocolo experimental, apenas se encontraram diferenças consideradas estatisticamente significativas naquela inicialmente mais elevada, ou seja, no movimento de extensão na velocidade de 180º/seg.

Como podemos verificar no Quadro 30, não existiram diferenças estatisticamente significativas entre as variáveis respeitantes à razão flexores/extensores nos diferentes momentos observados.

Quadro 30 – IT/Q (%) do grupo G+M nos diferentes momentos observados (média± desvio padrão) (n=19).

	180D	180ND	60D	60ND
M0	48.7±8.3	59.8±16.1	46.7±6.3	50.8±9.2
M1	53.5±11.9	61.0±11.4	46.9±9.1	53.3±10.2
M2	54.6±15.1	59.7±8.6	48.2±10.6	52.8±9.7
M3	54.3±12.0	62.6±9.1	50.3±8.4	54.4±6.5

180= velocidade de 180º/seg.; 60= velocidade de 60º/seg.; D= membro dominante; ND= membro não-dominante

De igual modo, ao caracterizarmos as variáveis respeitantes à razão IT/Q em função do sexo nos momentos inicial e final do treino, bem como a percentagem de alteração entre estes dois momentos, verificamos que não existem diferenças estatisticamente significativas (Quadro 31).

Quadro 31 - Caracterização por sexos do grupo G+M em relação às variáveis respeitantes à IT/Q no momentos inicial e final do treino e da sua percentagem de alteração (média± desvio padrão) (Homens n= 7; Mulheres n= 12).

		180D	180ND	60D	60ND
M0	Homens	49.2±9.6	64.7±21.3	45.2±8.2	50.4±10.0
(%)	Mulheres	48.4±8.1	57.2±12.9	47.5±5.2	51.7±8.2
M2	Homens	60.9±20.1	57.6±10.1	46.4±14.4	53.7±8.1
(%)	Mulheres	51.3±11.3	60.9±7.9	49.3±8.6	51.0±12.9
% de	Homens	8.0±30.9	10.6±24.8	4.1±16.7	9.2±20.1
Alteração	Mulheres	22.5±21.9	-4.6±25.4	6.9±40.3	-17.3±46.9

180= velocidade de 180º/seg.; 60= velocidade de 60º/seg.; D= membro dominante; ND= membro não-dominante

Os resultados relativos às diferenças entre o membro dominante e o não-dominante nas variáveis respeitantes à razão flexores/extensores nos diferentes momentos estudados estão referidas no Quadro 32.

Quadro 32 – Comparação bilateral da IT/Q (%) do grupo G+M nos diferentes momentos estudados (média± desvio padrão) (n=19).

	180º/seg.	60º/seg.
M0	-11.2±11.7	-4.2±7.5
M1	-7.6±11.1	-6.4±9.5
M2	-5.6±17.1	-4.5±9.1
M3	-8.3±11.7	-4.1±6.8

A observação do quadro indica que as alterações no défice bilateral nos diferentes momentos estudados não apresentaram diferenças com significado estatístico.

4.3.1.3. Grupo G vs. Grupo G+M

Em virtude da não alteração observada em termos de adaptação ao treino entre os sexos, a análise comparativa dos efeitos de ambos os programas de treino só foi efectuada para a totalidade da amostra de ambos os grupos.

Assim, no sentido de avaliar a evolução relativa de cada um dos programas de treino ("Ginástica" e "Ginástica + Musculação"), foi calculada a percentagem do ganho relativo do momento final (6 meses após - M2) em relação ao momento inicial (valores de "baseline" - M0) nos 2 grupos estudados,

quer para os valores do torque máximo (Quadro 33), quer para os valores da razão flexores/extensores (Quadro 35). Por outro lado, no sentido de estudar possíveis diferenças iniciais entre os níveis de força dos idosos dos dois grupos e assim, controlar a sua provável influência no ganho após treino, comparámos os seus valores nos diferentes parâmetros no momento inicial.

A análise comparativa das variáveis respeitantes ao torque máximo no momento inicial entre o grupo G e o grupo G+M está representada no Quadro 33.

Quadro 33 - PT (Nm) no momento inicial do grupo G (n=25) e G+M (n=19) (média± desvio padrão).

	180ED	180END	180FD	180FND	60ED	60END	60FD	60FND
Grupo G	61.0 ± 17.6	57.3 ±12.5	30.5 ±9.2	33.3 ±10.2	95.6 ±25.2	92.4 ±24.6	41.9 15.1	43.7 ±12.8
Grupo G+M	70.4 ±21.9	59.8 ±21.7	34.1 ±11.4	34.9 ±13.8	107.9 ±31.3	98.7 ±30.9	50.6 ±16.8	50.2 ±18.0

180= velocidade de 180º/seg.; 60= velocidade de 60º/seg.; E= extensão do joelho; F= flexão do joelho; D= membro dominante; ND= membro não-dominante

A análise do quadro anterior permite observar que, no momento inicial, o grupo G+M possui valores ligeiramente superiores aos do grupo G em todos os índices relativos ao torque máximo estudados. Contudo, as diferenças não são estatisticamente significativas ($p>0.05$).

No Quadro 34, estão apresentados os ganhos relativos em relação às variáveis respeitantes ao torque máximo após aplicação dos dois programas de treino, ou seja, as alterações percentuais decorrentes do grupo submetido exclusivamente a sessões de "Ginástica de Manutenção" e as adaptações em termos percentuais do outro grupo submetido a um programa combinado de "Ginástica de Manutenção + Musculação"

Quadro 34 – Percentagem de alteração do PT após programa de treino (%) do grupo G (n=25) e G+M (n=19) (média± desvio padrão).

	180ED	180END	180FD	180FND	60ED	60END	60FD	60FND
Grupo G	0.3 ±19.0	0.3 ±14.8	10.6 ±22.3	-6.9 ±13.9	-1.4 ±19.5	-2.3 ±13.8	9.2 ±37.4	-4.9 ±17.9
Grupo G+M	3.6 ±9.8	14.4* ±13.7	12.0 ±30.2	24.9* ±23.7	5.1* ±8.4	10.6* ±12.4	14.5 ±27.2	20.8* ±18.4

180= velocidade de 180º/seg.; 60= velocidade de 60º/seg.; E= extensão do joelho; F= flexão do joelho; D= membro dominante; ND= membro não-dominante;* grupo G vs. grupo G+M ($p<0.05$)

Após análise do Quadro 34, podemos constatar que, à excepção da flexão do joelho do membro dominante em ambas as velocidades e da extensão do mesmo membro quando testado a 180°/seg., em todos os outros parâmetros, o ganho relativo do grupo G+M após treino foi estatisticamente superior comparativamente ao grupo G.

O Quadro 35 refere-se às diferenças iniciais entre os dois grupos estudados, no que se refere às variáveis respeitantes à razão flexores/extensores.

Quadro 35 – IT/Q (%) no momento inicial do grupo G (n=25) e G+M (n=19) (média± desvio padrão).

	180D	180ND	60D	60ND
Grupo G	51.1±11.9	59.4±11.2	45.0±9.9	46.9±5.9
Grupo G+M	48.7±8.3	59.8±16.1	46.7±6.3	50.8±9.2

180= velocidade de 180°/seg.; 60= velocidade de 60°/seg.; D= membro dominante; ND= membro não-dominante

Da observação do referido quadro, podemos verificar que não existem diferenças estatisticamente significativas nos valores iniciais da IT/Q entre os dois grupos estudados.

No Quadro 36 está apresentada a percentagem de alteração entre o momento final de treino e o momento inicial no que respeita à razão flexores/extensores de ambos os grupos.

Quadro 36 - Percentagem de alteração da IT/Q após programa de treino (%) no grupo G (n=25) e G+M (n=19) (média±desvio padrão).

	180D	180ND	60D	60ND
Grupo G	12.2 ±23.4	-4.9 ±19.2	6.4 ±23.9	-2.3 ±14.4
Grupo G+M	13.1 ±28.3	5.2 ±2.35	5.1 ±26.2	-0.2 ±33.3

180= velocidade de 180°/seg.; 60= velocidade de 60°/seg.; D= membro dominante; ND= membro não-dominante

Tal como pode ser observado no quadro anterior, não houve diferenças estatisticamente significativas na alteração após treino da IT/Q entre os dois grupos estudados.

Por fim, no sentido de estudar a possível influência do nível inicial de força sobre as alterações desta capacidade após a aplicação de ambos os programas de actividade física, analisámos de acordo com o nível inicial de força, para a totalidade da amostra (grupo G + grupo G+M), para o grupo G e para o

grupo G+M, o ganho de força total relativo, ou seja, o somatório da percentagem de alteração de todas as variáveis estudadas entre o momento final e o momento inicial (Quadro 37).

Quadro 37 - Percentagem de alteração de força total após programa de treino (%) em função dos níveis iniciais de força (média± desvio padrão).

	Mais fortes	Menos fortes
Total ("G" + "G+M")	-0.3±16.9	10.6±24.1*
Grupo G	-4.6±14.5	5.1±22.6*
Grupo G+M	4.4±19.7#	17.1±23.1*#

* mais fortes vs. menos fortes; # grupo G vs. grupo G+M ($p<0.05$)

Tal como se pode constatar da observação do referido quadro, o ganho total de força foi sempre significativamente mais elevado nos indivíduos considerados menos fortes, quer no grupo G, quer no grupo G+M, quer, ainda, no conjunto dos dois grupos (Total). Para além disso, pode ser observado no mesmo quadro que o grupo G+M foi aquele que, comparativamente ao grupo G, apresentou maior ganho relativo, tanto nos indivíduos mais fortes, como nos menos fortes.

4.3.1.4. Grupo G + Grupo G+M

Os Quadros 38 e 39 mostram a análise conjunta dos valores médios iniciais das diferentes variáveis estudadas dos indivíduos considerados mais activos comparativamente àqueles considerados menos activos.

Quadro 38 – PT (Nm) da amostra global no momento inicial em função do nível de actividade física (média± desvio padrão) (Mais activos n=22; Menos activos n=22).

	180ED	180END	180FD	180FND	60ED	60END	60FD	60FND
Mais Activos	70.7 ±23.0	61.1 ±19.6	34.6 ±11.7	37.0 ±13.6	109.0 ±33.2	102.1 ±34.6	51.3 ±19.1	50.6 ±18.1
Menos Activos	59.2 ±14.4	56.0 ±13.8	29.4 ±7.7	30.0 ±7.4	92.6 ±19.7	87.6 ±15.6	40.9* ±9.6	40.9* ±10.2

180= velocidade de 180°/seg.; 60= velocidade de 60°/seg.; E= extensão do Joelho; F= flexão do Joelho; D= membro dominante; ND= membro não-dominante;* mais activos vs. menos activos ($p<0.05$)

Quadro 39 – IT/Q (%) da amostra global no momento inicial em função do nível de actividade física (média± desvio padrão) (Mais activos n=22; Menos activos n=22)..

	180D	180ND	60D	60ND
Mais Activos	49.6±9.8	62.3±10.0	46.5±6.8	49.7±7.3
Menos Activos	50.4±11.2	56.7±15.6	44.9±9.9	46.4±7.2

180= velocidade de 180º/seg.; 60= velocidade de 60º/seg.; D= membro dominante; ND= membro não-dominante

Da observação dos referidos quadros, podemos verificar que, apesar de apenas apresentarem diferenças com significado estatístico as variáveis relativas ao momento máximo no movimento de flexão na velocidade de 60º/seg., quer no membro dominante, quer no não-dominante, todos os índices apresentam valores inferiores no grupo dos menos activos comparativamente aos mais activos.

4.3.2. Avaliação de 1RM

Os valores observados para a avaliação da força pelo método de 1RM para os flexores (máquina de "seated leg curl") e para os extensores do joelho (máquina de "leg extension") nos diferentes momentos estudados, encontram-se expressos no Quadro 40.

Quadro 40 – Valores médios da força "isotónica" (Kg) dos flexores e extensores do joelho nos diferentes momentos estudados do grupo G+M (média±desvio padrão) (n=19).

	Flexores	Extensores
M0	32.6±9.2	48.8±14.2
M1	40.0±10.6\$	56.1±17.1\$
M2	43.9±14.0*	60.1±16.2*
M3	38.8±16.7#&	49.1±16.9&

*M0 vs. M2; \$ M0 vs. M1; # M0 vs. M3;& M2 vs. M3 (p<0.05)

Da análise do quadro anterior constata-se que, à excepção da variação do valores da força muscular de ambos os grupos musculares entre os dois momentos intermédios M1 (3 meses após) e M2 (6 meses após), bem como, dos músculos extensores entre o momento M3 (destreino) e o momento M0 ("baseline"), todos os outros índices apresentam diferenças significativas, apresentando-se sempre os valores do momento 2 superiores aos restantes.

4.3.3. Avaliação isocinética vs. avaliação de 1RM

De forma a estabelecer a comparação entre os ganhos relativos após programa de treino combinado nos movimentos de extensão e de flexão do joelho, no que se refere aos dois métodos de avaliação utilizados, analisámos o valor médio da força isocinética de ambos os membros estudados (dominante + não-dominante) a 60º/seg., quer para a flexão, quer para a extensão do joelho e, posteriormente, comparámos este valor com aquele obtido nos mesmos movimentos, realizados de forma simétrica por ambos os membros inferiores, pelo método de 1RM (Quadro 41).

Quadro 41 – Percentagem de alteração após programa de treino (%) do grupo G+M em função do método de avaliação (média±desvio padrão) (n=19).

		% Alteração			
		M0 vs. M1 (M01)	M1 vs. M2 (M12)	M0 vs. M2 (M02)	M2 vs. M3 (M23)
Avaliação 1RM	'Seated leg curl"	23.2 ±11.7	8.9& ±10.5	34.3 ±18.8	-19.9 ±22.3
	"Leg extension"	15.7 ±10.2	7.6& ±8.7	24.4 ±14.8	-18.8 ±10.9
Avaliação isocinética	Flexão 60º/seg.	7.5 ±18.7*	10.1 ±14.3*	4.4 ±27.2*	0.2 ±13.9*
	Extensão 60º/seg.	3.3 ±11.7#	5.1 ±10.6#	5.1 ±8.4#	-0.3 ±8.7#

* "seated leg curl" vs. flexão 60º/seg.; # "leg extension" vs. extensão 60º/seg.; & M01 vs. M12 (p<0.05)

Podemos constatar pela leitura do Quadro 41 que, quer no movimento de flexão, quer no de extensão, a variação da força muscular avaliada pelo método de 1RM foi sempre significativamente maior do que quando avaliada através do método isocinético. Para além disso, podemos constatar no referido quadro que, contrariamente à avaliação isocinética, quando a avaliação se faz pelo método de 1RM, a percentagem de alteração após os 3 primeiros meses (M01) foi significativamente superior comparativamente ao ganho dos últimos 3 meses (M12).



Discussão

5. Discussão

Dada a diversidade de dados e de parâmetros estudados, à semelhança do capítulo anterior, iremos efectuar a discussão dos resultados de acordo com a especificidade das variáveis em estudo: i) amostra; ii) caracterização da actividade física diária; iii) caracterização da actividade física formal e organizada e, por fim, iv) avaliação da força muscular.

5.1. Amostra

Tal como referido anteriormente, no nosso estudo foi aplicado, no primeiro ano do protocolo experimental, um programa generalizado de actividade física do tipo "Ginástica de Manutenção" (G1) com a duração de 6 meses a um grupo de idosos sedentários com média de idade de 69.4 ± 4.1 anos. No ano seguinte, e de acordo com os resultados anteriores, submetemos um outro grupo de idosos com idade média de 68.7 ± 4.2 anos a um programa combinado de "Ginástica de Manutenção" (G2) e sessões adicionais de "Musculação" (M) durante 6 meses.

A amostra de ambos os grupos foi constituída por sujeitos voluntários, autónomos na sua vida diária e sem problemas graves de saúde. Tendo por base a classificação do "Sixth Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure" (JNC VI, 1997) (Quadro 42), podemos verificar que, de um modo geral, os indivíduos de ambos os grupos eram normotensos ou com valores considerados "borderline". No entanto, o grupo G incluiu seis idosos com valores correspondentes ao estágio 2 e outros seis com valores referenciados ao estágio 1 de hipertensão. Relativamente ao grupo G+M, quatro dos indivíduos situaram-se no estágio 2 e cinco no estágio 1. Estes elementos de ambas as amostras poderão ter influenciado os valores médios da PAS e PAD (respectivamente, 145.2 ± 24.5 e 82.27 ± 11.5 mmHg para grupo G e 141.8 ± 22.4 e 81.9 ± 10.9 mmHg para o grupo G+M) situando-se estes, em média, no estágio 1 de hipertensão.

Quadro 42— Classificação da pressão arterial em adultos (JNC VI, 1997)

Categoria	Pressão arterial (mmHg)	
	Sistólica	Diastólica
Ótima	<120	<80
Normal	<130	<85
Ligeiramente elevada*	130-139	85-89
Estádio 1 de hipertensão*	140-159	90-99
Estádio 2 de hipertensão*	160-179	100-109
Estádio 3 de hipertensão*	>180	>110

*A elevação da PAS ou PAD só por si é suficiente para incluir no critério de classificação

Para além de não existirem diferenças estatisticamente significativas entre os valores da PAS e PAD nos dois grupos estudados, não foram igualmente observadas diferenças com significado estatístico na idade e nas medidas antropométricas.

Relativamente aos critérios de exclusão, apenas considerámos aquelas patologias e fármacos que pudessem ter uma influência significativa nos procedimentos de avaliação. Embora uma percentagem relativamente elevada dos estudos com idosos exclua os sujeitos com patologias, bem como com medicação, pensamos que este tipo de trabalhos, restringe a investigação a uma sub-população excepcionalmente saudável de idosos. Ou seja, estas investigações com pequenas proporções de idosos que não ingerem qualquer medicação e não são portadores de patologias crónicas não representa a generalidade da população idosa. Por outro lado, considerando o objectivo principal da actividade física para esta população, a manutenção da sua independência e saúde, julgamos que aqueles com maiores riscos de perderem a funcionalidade devem ser o "focus" da intervenção.

A assiduidade foi também por nós considerado um critério de exclusão. A não-presença a mais de 8 sessões consecutivas justificou-se pelo possível efeito do destreino após cessação da actividade. Numerosos estudos referem que para que o efeito do treino se mantenha, a actividade física deve ser realizada de forma contínua e regular (para refs. ver ACSM, 1998b). Por exemplo, uma redução significativa na aptidão cardiorespiratória aparece após 2 semanas de destreino, com os sujeitos a voltarem aos seus níveis iniciais de pré-treino após um espaço de tempo que vai das 10 semanas aos 8 meses de destreino (para refs. ver ACSM, 1998b). De igual modo, Fiatarone et al. (1990), observaram uma redução de 32% na força máxima de idosos debilitados após 4 semanas de destreino na sequência de 8 semanas de treino.

5.2. Caracterização da actividade física diária

Com o objectivo de caracterizar a actividade física habitual dos idosos e de verificar possíveis alterações dessa actividade diária ao longo do programa de treino, foi aplicado à totalidade da amostra (grupo G e grupo G+M), um questionário baseado no questionário de Baecke et al. (1982) e validado para a população idosa por Voorrips et al. (1991) (cf. Anexos).

Os resultados obtidos através do questionário de Baecke Modificado, possibilitam a análise da variação dos índices da actividade física total, bem como, das suas componentes doméstica, desportiva e de tempos livres. Assim, como forma de caracterizar a actividade física diária de ambos os grupos estudados, considerámos os valores totais resultantes do somatório dos diferentes índices do questionário (actividades domésticas + actividades desportivas + actividades recreativas). Por outro lado, no sentido de anular o efeito das actividades desportivas em estudo ("Ginástica de

Manutenção” e “Ginástica de Manutenção + Musculação”), avaliámos os valores do questionário não englobando esta informação acerca das actividades desportivas.

A actividade física deverá ser entendida, não apenas como exercício realizado de forma codificada (p. ex. ginástica de manutenção, musculação, etc.), mas acima de tudo como actividade física espontânea diária. Por exemplo, um gasto semanal de 2000 Kcal está associado a uma redução de 25-30% na mortalidade (Paffenberger e Lee, 1996). Este aumento do dispêndio energético, segundo os mesmos autores, tem também efeitos positivos em várias doenças, tais como a hipertensão (redução de 50% na mortalidade em hipertensos activos), assim como, na modificação de alguns hábitos de vida.

A literatura refere que este tipo de actividade espontânea diária tem reflexos determinantes na diminuição dos efeitos deletérios do envelhecimento. Assim, de acordo com numerosos autores (Astrand, 1994; Pate, 1995; Vuori, 1995; Paffenbarger e Lee, 1996) a melhor terapia passa pela alteração dos estilos de vida. Um estilo de vida mais activo, permite ao idoso manter ou melhorar as suas capacidades funcionais, independência e qualidade de vida (Vuori, 1995).

Para além destes factores, alguns autores têm descrito a influência da actividade física formal e organizada na alteração dos estilos de vida (Pollock et al., 1991). Todavia, esta influência pode ter duas consequências de sentidos opostos. Assim, por um lado, a participação em actividades físicas organizadas ao induzir melhorias na aptidão física, na funcionalidade e na saúde do idoso, poderá levar a uma maior mobilidade diária com reflexo no maior dispêndio energético quotidiano, mas, por outro lado, esta maior prática de actividades físicas formais poderá também, paradoxalmente por questões motivacionais, contribuir para a diminuição da actividade física espontânea diária (Astrand, 1992).

Assim, no sentido de controlar, o mais fidedignamente possível, os efeitos dos programas de actividade física formal por nós propostos, pedimos aos sujeitos da amostra que mantivessem as suas actividades diárias, ou seja, que não alterassem os seus comportamentos quotidianos.

A relação entre a actividade física, a saúde e aptidão física é complexa. Juntamente com uma dieta equilibrada, a abstenção de hábitos tabágicos, a abstenção no consumo de álcool e drogas e, hábitos de sono adequados, a actividade física é frequentemente apontada como um dos comportamentos determinantes para a promoção da saúde (Astrand, 1992).

A literatura é cada vez mais consensual quanto à possível relação entre estilos de vida menos activos e o incremento de determinadas patologias características das sociedades mais industrializadas (Sallis et al., 1985; Montoye et al., 1996).

Neste sentido, parece ser importante existir um instrumento válido para avaliar e quantificar a actividade física dos escalões etários mais velhos.

Uma grande variedade de instrumentos tem sido utilizada em diferentes estudos acerca do efeito da actividade física, formal e não-formal, sobre a saúde e aptidão física de diferentes tipos de populações (cf. Quadro 43).

Quadro 43 - Métodos de avaliação dos níveis de actividade física (Paffenberger et al., 1993).

Directos

Questionários

Registo diário

Monitorização mecânica e eléctrica

Indirectos

Avaliação do dispêndio energético

Avaliação da composição corporal

Avaliação da condição física

Participação desportiva e de lazer

Classificação ocupacional

Todos os métodos anteriormente referidos têm sido utilizados com níveis de fiabilidade aceitáveis. O questionário, tal como o utilizado neste estudo, é o mais frequentemente aplicado já que apresenta vantagens evidentes relativamente aos outros métodos (Paffenberger et al., 1993): é económico, não necessita de qualquer tipo de equipamento, é rápida a sua aplicação, é confortável, quer para o inquirido, quer para o observador, e não implica grandes exigências logísticas, permitindo a classificação de indivíduos em função do seu nível de actividade (Washburn et al., 1993).

A maioria dos questionários utilizados e validados exclusivamente para a população idosa, para além de escassos, são adaptações quase lineares dos aplicados para a população mais jovem (Washburn et al., 1990). Quando nos referimos a métodos de avaliação especialmente destinados à população idosa, alguns aspectos que lhes são característicos devem ser tomados em consideração. Assim, a desocupação profissional, a perda de memória, particularmente a de curto prazo, a falta de acuidade visual e as dificuldades na escrita são, entre outros, factores relevantes e que, por isso, devem ser considerados (Shephard, 1987; Shephard, 1990a).

Assim, dada a fragilidade em termos de memória a curto-prazo, o período de tempo referenciado no questionário por nós utilizado, reporta-se, às actividades realizadas no último ano. Por outro lado, este questionário não engloba as actividades laborais, mas apenas as actividades domésticas,

desportivas e recreativas. Por forma a ultrapassar possíveis impedimentos, quer visuais, quer de coordenação fina comuns neste escalão etário, o questionário foi efectuado oralmente, de forma presencial, por um único entrevistador.

Para além destes aspectos, este questionário exige um curto tempo de aplicação (cerca de 20 minutos), aspecto determinante para este grupo etário (LaPorte et al., 1985).

O tempo de administração dos questionários está intimamente associado à sua complexidade, ou seja, ao detalhe com que são elaborados (Washburn e Montoye, 1986). De acordo com Washburn e Montoye (1986), os questionários devem ser curtos, dado que a sua demasiada extensão, não só dificulta a sua operacionalidade, como também influencia negativamente a validade e fiabilidade dos resultados.

O questionário de Baecke Modificado, foi considerado por diferentes autores (Voorrips et al., 1991; van den Homberg, 1995; Bonnefoy et al., 1996; Pols et al., 1996) como sendo um instrumento fidedigno e válido para classificar a actividade física de idosos saudáveis e autónomos no seu quotidiano.

Por exemplo, Pols et al. (1996) analisaram, em 33 mulheres com uma média de idade de 61.2 ± 6.7 anos, a repetibilidade e a validade de dois questionários de actividade física, nomeadamente o questionário de Baecke Modificado e o "pre-EPIC Questionnaire". No sentido de analisar a fiabilidade, ou seja, a estabilidade das respostas, os questionários foram aplicados em 3 momentos distintos (5 e 11 meses após a primeira aplicação). Enquanto que a fiabilidade do questionário de Baecke Modificado foi boa (0.82 e 0.73 após 5 e 11 meses, respectivamente), a do "pre-EPIC Questionnaire" foi considerada fraca a moderada (0.42 e 0.60, respectivamente).

Por outro lado, para testar a validade dos questionários, estes autores (Pols et al., 1996) pediram aos sujeitos da amostra para utilizarem durante um dia um acelerómetro Caltrac, bem como, para efectuarem um registo diário de actividade durante 12 dias. Ambos os questionários se correlacionaram razoavelmente com o registo diário (0.51 e 0.63 para, respectivamente Baecke e pré-EPIC), mas não com o Caltrac. De acordo com os autores, este último resultado pode ser justificado pela insuficiente capacidade de avaliação do Caltrac em apenas 1 dia.

Assim, os autores (Pols et al., 1996) sugerem que os dois questionários podem ser utilizados para categorizar mulheres idosas em muito activas e pouco activas, sendo o questionário de Baecke Modificado de mais fácil e mais rápida aplicação do que o "pre-EPIC Questionnaire".

Tal como no nosso estudo, também, no estudo de Voorrips et al. (1991), a estimativa da fiabilidade após aplicação sucessiva do instrumento (teste/reteste - 20 dias após) foi elevada ($r=0.89$). Assim,

também estes autores, evidenciam a potencialidade que este questionário apresenta para classificar a actividade física de idosos.

A média dos itens de actividade física total observada no estudo destes autores foi superior à encontrada por nós em ambos os grupos (11.0 ± 4.6 vs. 5.2 ± 2.3 -G e 6.4 ± 2.1 -G+M). Mesmo quando consideramos os dois grupos (G e G+M) como um único e sobre este classificamos os idosos em mais e menos activos, verificamos que mesmo o subgrupo mais activo apresentou uma média dos índices de actividade física total inferior àquela encontrada por estes autores (8.0 ± 1.2 vs. 11.0 ± 4.6) (cf. capítulo material e métodos). Estas diferenças entre os resultados podem justificar-se pelas diferentes características da amostra. Os idosos recrutados para o estudo de Voorrips et al. (1991), para além de autónomos e saudáveis, eram pertencentes a clubes desportivos. De facto, quando os idosos do nosso estudo se iniciaram com práticas desportivas, as diferenças entre os dois trabalhos foram atenuadas (11.0 ± 4.6 vs. 8.3 ± 2.1 -G e 12.4 ± 2.3 -G+M). Este aspecto sugere que os valores compósitos de actividade mais elevados encontrados no estudo de Voorrips et al. (1991), são, comparativamente aos nossos valores iniciais, muito provavelmente, motivados por índices superiores de actividade desportiva.

Van den Hombergh et al. (1995), apresentaram, no seu estudo com idosos sedentários, valores médios compósitos de actividade física semelhantes (7 ± 5) aos encontrados por nós, em ambos os grupos, no momento inicial de avaliação (5.2 ± 2.3 - G e 6.4 ± 2.1 - G+M).

De igual modo, Pols et al. (1996) analisaram, mediante a aplicação do questionário de Baecke Modificado, os padrões de actividade física de 5948 sujeitos sedentários do sexo feminino com idades compreendidas entre os 49 e os 70 anos, tendo obtido os seguintes resultados nos escalões etários mais velhos (>64 anos): (1) actividades domésticas= 2.3 ± 0.4 ; (2) actividades desportivas= 1.8 ± 3.1 ; (3) actividades de tempos livres= 1.9 ± 3.3 . O valor total resultante do somatório destas actividades foi de 6.03 ± 4.6 , ou seja, valores aproximados aos obtidos por nós no momento inicial (cf. Quadros 5 e 6).

De referir ainda, que não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os valores iniciais de actividade física nos dois grupos estudados. Neste sentido, dadas as semelhanças entre as condições iniciais do estudo, já anteriormente verificadas em relação à idade, medidas antropométricas e valores da pressão arterial, é possível a comparação entre os 2 grupos avaliados.

5.3. Caracterização da actividade física formal e organizada

Uma das dificuldades na interpretação dos estudos com actividade física, do tipo daquela por nós utilizada, refere-se à insuficiente descrição e caracterização dessas actividades. No sentido de

minimizar esta condicionante, tentamos descrever e determinar com precisão as características da nossa actividade física, quer em relação ao tipo de movimentos preferencialmente solicitados, quer em relação à intensidade dos exercícios propostos no protocolo de treino.

Deste modo, na discussão deste sub-capítulo iremos, inicialmente, abordar os principais constituintes das aulas de "Ginástica de Manutenção" de ambos os grupos, bem como, caracterizar as principais determinantes técnicas das sessões de "Musculação". Posteriormente, serão referidas as intensidades das aulas de ambos os programas em estudo, quer relacionadas com a segurança, quer em termos dos possíveis efeitos sobre a aptidão física e saúde dos nossos idosos.

Todos os sujeitos da amostra foram submetidos a um programa de actividade física com a duração de 6 meses. Os estudos de curta duração, com apenas poucas semanas de treino, apresentam algumas limitações. De um modo geral, os idosos necessitam de várias semanas para se adaptarem aos regimes rigorosos do treino. Como tal, para otimizar os benefícios do treino é importante considerar a existência de um maior período de adaptação. Por exemplo, Seals et al. (1984b) submetem idosos com idades compreendidas entre os 60 e os 69 anos a treino aeróbio durante 12 meses. Os resultados deste estudo mostraram que após 6 meses de treino com intensidade moderada (caminhar), os idosos apresentaram uma melhoria no $VO_2\text{max}$ em cerca de 12%. Um aumento adicional de 18% foi encontrado nos 6 meses seguintes com a introdução de "jogging".

5.3.1. Filmagens em vídeo

5.3.1.1. Sessões de "Ginástica de Manutenção"

Com o objectivo de estudar as características técnicas e funcionais das aulas de "Ginástica de Manutenção", foram filmadas em vídeo algumas sessões-tipo.

A utilização do vídeo na caracterização do esforço e das exigências técnicas e funcionais de diferentes modalidades, é um meio largamente referido na literatura (para refs. ver Rebelo, 1993). Este procedimento tem inúmeras vantagens, das quais se salientam a reduzida exigência de material, o rigor de observação e a análise detalhada das actividades em termos de tempo e movimento ("time-motion analysis").

A observação das filmagens permitiu distinguir as diferentes partes constituintes das aulas, bem como, o tipo de movimentos efectuados em termos da solicitação preferencial das capacidades físicas.

No nosso estudo, tal como no de Puggaard et al. (1994), foi, inicialmente, contemplado um programa generalizado de actividade física bi-semanal, não desenhado para o desenvolvimento específico de determinada capacidade, mas direccionado para a saúde, função física e qualidade de vida do idoso.

Os programas de actividade direccionados para a saúde e funcionalidade dos idosos, devem incluir, predominantemente, segundo a maioria dos autores (p.ex. Pollock et al., 1998), exercícios aeróbios,

exercícios de reforço muscular e de flexibilidade, realçando a importância do aquecimento inicial e do relaxamento no final da aula. Reforçando esta ideia, Evans (1999) refere que os programas devem incluir no mínimo 2 a 3 sessões de cerca de 45 a 60 minutos, contendo uma fase de aquecimento apropriado onde sejam incluídos exercícios de alongamento, uma fase principal que englobe os diferentes componentes da aptidão física e um período de retorno à calma com exercícios respiratórios e de relaxamento.

No nosso estudo não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os diferentes constituintes das aulas de "Ginástica de Manutenção" realizadas por ambos os grupos (G e G+M – cf. Quadro 11). Este facto é determinante para a interpretação dos resultados quanto à comparação dos dois programas de exercício por nós utilizados, na medida em que, ao serem semelhantes as características técnicas e funcionais de ambas as sessões de "Ginástica de Manutenção", qualquer provável ganho adicional do programa de treino do segundo ano do protocolo experimental deverá, muito provavelmente, ser resultante das sessões adicionais de "Musculação" ou, eventualmente, da maior frequência de sessões imposta.

Assim, podemos constatar que, tal como evidenciam os autores anteriormente citados (Pollock et al., 1998; Evans, 1999), ambas as sessões bi-semanais de "Ginástica de Manutenção" tiveram a duração de cerca de 50 minutos, envolvendo um período de, aproximadamente, 10 minutos para o aquecimento e 6 a 8 minutos para o relaxamento. Na parte fundamental, para além de uma percentagem relativamente elevada de exercícios aeróbios (cerca de 18%), bem como, de exercícios de reforço muscular, que na sua globalidade totalizaram cerca de 22%, as sessões contemplaram, igualmente, exercícios de flexibilidade, coordenação e equilíbrio. No entanto, os exercícios específicos de flexibilidade, para além daqueles realizados durante o aquecimento e relaxamento, ocuparam, apenas, entre 7 a 8% das aulas. O mesmo foi observado em relação aos exercícios de coordenação e equilíbrio, cujo tempo total da aula não ultrapassou os 6 minutos.

A predominância do trabalho aeróbio e de reforço muscular justificou-se na extrema importância que estas capacidades assumem para a saúde e funcionalidade do idoso.

O treino de resistência pode ajudar a manter ou mesmo melhorar diversos aspectos da função cardiovascular (Astrand, 1992). Vários estudos têm referido a relação entre as actividades aeróbias e a redução dos valores da pressão arterial (Gutman et al., 1977; Hagberg, 1990), a melhoria do perfil lipoproteico (Seals et al., 1984a; Katznel et al., 1995), a diminuição dos níveis plasmáticos de glicose, bem como, a melhoria da tolerância à glicose e da sensibilidade da insulina (Ades e Grunvald, 1990; Kirwan et al., 1993).

No que se refere à força, vários estudos (Frontera et al., 1988; Fiatarone et al., 1990; Grimby et al., 1992; Rogers e Evans, 1993; Tracy et al., 1999; O'Neill et al., 2000; Hakkinen et al., 2001) têm

demonstrado que estímulos adequados de treino de força em idosos, independentemente do sexo, retardam a diminuição da força e da massa muscular normalmente associada ao envelhecimento.

O treino de força é de extrema importância para este escalão etário uma vez que assume um papel fundamental, não só na manutenção e promoção da saúde, mas também na independência do idoso para a realização das suas tarefas diárias e, conseqüentemente, na melhoria da sua qualidade de vida. Alguns estudos têm vindo a demonstrar melhorias na velocidade da marcha, no equilíbrio, na capacidade aeróbia e noutros testes relativos à independência funcional com os ganhos na força e na massa muscular decorrentes do treino de força (Fiatarone et al., 1990; Avlund et al., 1994; Morey et al., 1998; Brandon et al., 2000; Meuleman et al., 2000; Westhoff et al., 2000).

Para além dos factores mais relacionados com a funcionalidade, o treino de força parece ajudar a manter ou até melhorar a densidade mineral óssea (Nelson et al., 1994), a taxa metabólica basal (Campbell et al., 1994), a sensibilidade da insulina (Miller et al., 1994; Eriksson et al., 1998), o tempo de trânsito intestinal e a diminuir a dor e a incapacidade induzidas pela degeneração articular (para refs. ver Kell et al., 2001).

Finalmente, para além de uma dieta equilibrada, ambos os tipos de treino (aeróbio e de força) induzem melhorias na composição corporal com aumentos da massa magra e redução da massa gorda e adiposidade abdominal, diminuindo assim, os factores de risco de acidente cardiovascular (para refs. ver Mazzeo e Tanaka, 2001).

Para a manutenção e desenvolvimento da aptidão cardiorespiratória e composição corporal em adultos idosos saudáveis, o ACSM (1998b) recomenda actividades de baixo impacto articular, que envolvam grandes grupos musculares e que sejam, fundamentalmente, de natureza aeróbia. A duração do treino deve ser entre 20 a 60 minutos, dependendo da intensidade e da frequência (2 a 5 vezes por semana), podendo ser realizado, quer de forma contínua, quer intermitente. Neste último caso, os períodos superiores a 10 minutos são acumuláveis ao longo do dia.

Apesar das sessões de "Ginástica de Manutenção" englobarem apenas, em média, 10 minutos de exercícios especificamente aeróbios, este tipo de trabalho, à excepção dos exercícios de força, esteve quase sempre presente ao longo da aula. Entre outras actividades, o caminhar, a dança e o "jogging" fizeram parte do programa de exercícios propostos nas nossas sessões de "Ginástica de Manutenção".

Por outro lado, é importante relevar o facto do programa de actividade física por nós idealizado não ser prescrito para o desenvolvimento específico da capacidade aeróbia, mas antes, direccionado para a saúde e qualidade de vida do idoso. Neste sentido, é importante distinguir, a actividade física vocacionada para a melhoria da aptidão física e aquela direccionada para a melhoria da saúde (ACSM, 1990). Ou seja, a quantidade e a qualidade de exercício necessário para obter benefícios em termos

de saúde pode diferir daquela recomendada para induzir benefícios na aptidão. Assim, níveis de actividade física mais baixos do que aquele recomendado pelo ACSM (1998b) podem reduzir o risco de doenças crónicas degenerativas e melhorar a aptidão metabólica, não sendo, no entanto, suficientes, quer em termos de quantidade, quer de qualidade, para induzir alterações significativas no consumo máximo de oxigénio (VO_{2max}) (Després, 1994).

O termo aptidão metabólica foi introduzido por Deprés et al. (1990) para descrever o estado dos sistemas metabólicos e de variáveis preditivas de risco de diabetes e doenças cardiovasculares que podem ser favoravelmente alterados com a actividade física sem, necessariamente, se alterar o VO_{2max} . A melhoria da função cardiovascular é um dos efeitos do exercício de baixa a moderada intensidade e média duração mais referido na literatura (Astrand, 1992).

Um dos aspectos mais interessantes no estudo sobre os efeitos do exercício, diz respeito à quantidade e às características que uma actividade deve ter para influenciar positivamente a saúde. Alguns estudos têm tentado descrever um limiar de exercício a partir do qual, por exemplo, o sistema cardiovascular melhora a sua funcionalidade. Os trabalhos com utilização da corrida ou da marcha, têm sido os tipos de actividade mais estudados (Astrand e Rodahl, 1986). No entanto, e de um ponto de vista geral, recomenda-se como exercício para a melhoria da saúde, segundo Astrand (1992), uma actividade diária de 60 minutos, que inclui um gasto de 300 Kcal/dia. Estas actividades são, portanto, exercícios da vida diária, não codificados. Em relação às actividades codificadas, tal como nestas sessões de "Ginástica de Manutenção", deve fazer-se actividade física 45 a 50 minutos, no mínimo 2 a 3 vezes por semana, consumindo mais de 750 Kcal por semana. Alguns benefícios em termos de saúde são obtidos pelo simples facto de passar de sedentário para um nível mínimo de actividade física, sendo que os programas envolvendo maiores volumes de treino induzem benefícios adicionais (Williams, 1997).

Assim, enquanto que o exercício de baixa a moderada intensidade é o recomendado para otimizar a saúde, particularmente a actividade diária, intensidades moderadas a elevadas são as requeridas para induzir adaptações significativas no sistema cardiovascular (Ogawa et al., 1992). Neste sentido, estas sessões de "Ginástica de Manutenção", parecem poder induzir alguma influência sobre a saúde dos idosos.

Apesar do exercício aeróbio ser aquele que, tradicionalmente, é o mais recomendado para aumentar a aptidão física, o treino de força é também, hoje, considerado um componente fundamental do programa geral de actividade física. O ACSM (1998b) refere-se à inclusão do treino de força como parte integrante do programa de actividade física do idoso. Este treino, deverá ser progressivo, individualizado, induzindo estímulos para os principais grupos musculares envolvidos nas actividades do dia a dia. Apesar de serem contemplados, nas nossas sessões de "Ginástica de Manutenção",

exercícios de força englobando os principais grupos musculares envolvidos nas actividades quotidianas, pelo facto dessas sessões serem generalizadas, parece-nos que o período de tempo dedicado especificamente ao desenvolvimento desta capacidade poderá não ter sido suficiente (cf. Quadro 11).

É geralmente assumido que um treino de força apropriado, ou seja, com realização da amplitude total de movimento e exercitando, quer os músculos agonistas, quer os antagonistas melhora a flexibilidade (Stone et al., 1991; Adams et al., 1999; Adams et al., 2001). Todavia, esta opinião não é partilhada por outros investigadores que, ou não encontraram diferenças nos valores da flexibilidade entre o grupo treinado com força e o grupo controlo (Girouard e Hurley, 1995), ou descrevem a sua diminuição após treino de força (Massey e Chauder, 1956). Neste sentido, dada a importância da flexibilidade no dia a dia do idoso, para além dos habituais exercícios de alongamento durante o aquecimento e o relaxamento, devem ser incluídos no programa de actividade física exercícios específicos de flexibilidade (Massey e Chauder, 1956; Girouard e Hurley, 1995). De acordo com vários autores (Morey et al., 1991; Hubley-Kozey et al., 1995), a inclusão de exercícios de flexibilidade num programa de actividade física justifica-se nos seus múltiplos efeitos tais como, a alteração das propriedades do tecido muscular e conjuntivo com aumento da função e da amplitude de movimento necessários para a realização eficaz de diferentes tarefas quotidianas, a provável diminuição de dores de origem articular e a melhoria da performance muscular (Worrell et al., 1994; Kell et al., 2001).

A perda da flexibilidade é específica de cada articulação e movimento, sendo as menos afectadas aquelas que efectuam diferentes movimentos dos membros superiores. Assim, para além das alterações degenerativas articulares e musculares próprias da idade, a diminuição da actividade física parece ser das principais causas da perda de flexibilidade (Brown e Holloszy, 1991).

A importância da flexibilidade do idoso é inegável, não apenas em termos funcionais, como também, está relacionada com parâmetros da saúde. Os baixos valores de flexibilidade têm sido associados à maior prevalência de lesões, particularmente da coluna vertebral (Stone et al., 1991; ACSM, 2001), bem como, à maior dificuldade em caminhar e em realizar autonomamente as tarefas diárias (Stone et al., 1991; Adams et al., 1999; ACSM, 2001).

No nosso estudo, o tempo dedicado exclusivamente aos exercícios de flexibilidade nas sessões de "Ginástica de Manutenção" foi de cerca de 7-8% do total da aula. A questão é saber se este será um tempo suficientemente prolongado para induzir alterações importantes nesta capacidade.

Não existe unanimidade quanto aos possíveis efeitos positivos de um programa de actividade física nos valores da flexibilidade dos sujeitos. Dependendo da duração do programa, da dimensão da amostra e da técnica de avaliação, existem estudos que descrevem efeitos positivos do treino nos valores da flexibilidade (Morey et al., 1991; Hubley-Kozey et al., 1995) e outros que referem o seu

não-efeito (Gutman et al., 1977; Walker et al., 1994). Por outro lado, não existe uma “dose-resposta” evidente quanto aos efeitos do exercício na flexibilidade do idoso. Dada a possível desmotivação e a elevada taxa de abandono, a maioria dos estudos não utiliza programas exclusivos de exercícios de flexibilidade, envolvendo, pelo contrário, programas generalizados de exercício físico que, paralelamente a outras actividades, incluem exercícios específicos de alongamento.

Os exercícios de flexibilidade, tal como observado no nosso estudo, devem ser realizados no mínimo 2 a 3 dias por semana, devendo incidir sobre os músculos utilitários, ou seja, utilizando os movimentos naturais do dia a dia (ACSM, 1998a,b). A amplitude articular deve ser respeitada evitando o sobre-estiramento articular por forma a não afectar a estabilidade da articulação. Alguns estudos (Brandy e Irion, 1994) têm demonstrado que a permanência do estiramento durante 10 a 30 segundos após ter alcançado a amplitude máxima (sem dor), aumenta significativamente os níveis de flexibilidade, não existindo benefícios adicionais com uma duração mais prolongada. Recomenda-se um mínimo de 3 a 4 repetições por grupo muscular, incluindo, quer exercícios estáticos, quer dinâmicos (ACSM, 1998b). Todas estas recomendações foram tomadas em consideração durante todas as sessões de “Ginástica de Manutenção”.

Num programa de exercício cujo objectivo é maximizar a capacidade funcional dos idosos, devem igualmente ser contemplados as diferentes habilidades motoras, ou seja, o equilíbrio, a coordenação (velocidade de reacção e de movimento) e agilidade (Morey et al., 1998). Estes exercícios de coordenação e equilíbrio, devem ser incluídos, quer como parte integrante do treino de força, quer de forma independente (ACSM, 1998a,b).

Estas habilidades motoras desempenham um papel primordial na etiologia e morbilidade associada às quedas (Morey et al., 1998). Por outro lado, vários são os estudos que referem a influência destas habilidades, particularmente o equilíbrio e a coordenação, no declínio funcional (Wolfson et al., 1993; Baloh et al., 1995).

O equilíbrio é uma capacidade essencial para o dia a dia do idoso. Mudar objectos do local, abrir portas, caminhar, subir e descer escadas, fazem com que os sujeitos alterem a posição do seu centro de gravidade, solicitando constantemente ao equilíbrio (Spirduso, 1995).

Para além disso, as estratégias para melhorar a estabilidade postural são importantes na medida em que terão um influência directa na redução do risco de quedas e fracturas (Nelson et al., 1994; Evans, 2000). As quedas são provocadas por uma perturbação no controlo postural e incapacidade de reagir a essa perturbação (Cunningham et al., 1993). Estudos têm demonstrado que 40 a 60% dos indivíduos acima dos 65 anos já experimentaram pelo menos uma queda, sendo esta mais frequente nos utentes dos lares e nas mulheres (Shephard, 1990b). Apesar de se estimar que apenas 10% das quedas resultam em fractura óssea grave, em 20 a 30% dessas, a morte ocorre um ano após fractura,

normalmente devido a pneumonia, trombose ou embolia (Shephard, 1990b; Lindsay, 1992). E mesmo aqueles que sobrevivem ficam, na generalidade dos casos, com uma limitada mobilidade ou dependentes de outrém (Shephard, 1990b). Cerca de 80% dos sujeitos que sofreram uma fractura da anca não recuperam a sua funcionalidade de pré-fractura (Lindsay, 1992).

Apesar de vários autores terem encontrado associações entre o equilíbrio e as quedas (Overstall et al., 1977; Ory et al., 1993), outros descrevem que o risco de quedas é multifactorial e que a estabilidade corporal é apenas um dos componentes deste perfil de risco de queda (Tinetti et al., 1995a,b; Carter et al., 2001). Factores como a diminuição da força muscular dos membros inferiores, a deterioração dos sistemas sensoriais, as alterações degenerativas da coluna vertebral com acentuação da cifose dorsal, as polipatologias e a polimedicção (particularmente os sedativos), os factores cognitivos, a hipotensão postural e os elementos ambientais são, entre outros, factores predisponentes às quedas (Jonsson e Lipsitz, 1990; Carter et al., 2001; Edelberg, 2001).

Apesar de alguma controvérsia, numerosos estudos têm associado a fraca estabilidade com o maior risco de quedas (Lord et al., 1994). Isto significa que, as estratégias que induzam melhorias a este nível são fundamentais para a prevenção de quedas. Em termos de medidas preventivas, o treino de equilíbrio, coordenação, força, resistência e flexibilidade são recomendados.

Apesar de, nas sessões de "Ginástica de Manutenção", o tempo dedicado exclusivamente aos exercícios de coordenação e equilíbrio ser relativamente reduzido (9-10% do total da aula), estas capacidades foram igualmente trabalhadas em outras partes da aula, nomeadamente durante a realização de exercícios de força muscular.

Tal como para a flexibilidade, também não existe uma "dose-resposta", quer em termos de frequência, quer de intensidade. Todavia, enquanto que a frequência e a intensidade do exercício permanecem por esclarecer, vários estudos, envolvendo uma variedade de intervenções, têm encontrado efeitos positivos na estabilidade corporal. A maioria destes estudos acerca dos efeitos de programas de treino na estabilidade corporal, incluem exercícios de equilíbrio/coordenação, exercícios aeróbios e exercícios de força, sendo, deste modo, difícil de estabelecer qual dos componentes do programa de actividade física é que mais significativamente induziu alterações na estabilidade corporal (Lord e Castell, 1994; Lord et al., 1995; Lord et al., 1996; Wolf et al., 1996).

Assim, de acordo com o atrás exposto, embora seja difícil de identificar os mecanismos específicos através dos quais os programas generalizados de actividade física induzem benefícios na estabilidade corporal, a literatura é suficientemente evidente (Lord e Castell, 1994; Tinetti et al., 1994) para recomendar um programa alargado de exercícios que inclua exercícios de equilíbrio/coordenação, exercícios de reforço muscular, exercícios aeróbios e exercícios de transferência de peso.

Finalmente, da observação das videograções podemos constatar que em cerca de 12-13% do total da aula, os idosos de ambos os grupos, se encontravam parados, sugerindo que os tempos de recuperação terão sido ajustados às necessidades fisiológicas deste escalão etário. A recuperação neste grupo de sujeitos é de extrema importância, pois para além da influência das frequentes patologias cardiovasculares, o sistema cardiovascular é menos eficaz. Ou seja, apesar das alterações da função cardiovascular, num adulto saudável, com excepção do aumento da pressão arterial, serem, em repouso, adequadas às necessidades funcionais deste sistema (Lakatta, 1990), em termos de realização de esforços físicos, particularmente os máximos, existem alterações fisiológicas atribuíveis à idade que são importantes e que podem condicionar a necessidade de uma recuperação mais prolongada (Lakatta, 1990; Shephard, 1997).

Assim, embora a frequência cardíaca (FC) de repouso não seja significativamente alterada com a idade (Lipsitz, 1989), a frequência cardíaca máxima (FCmax) diminui significativamente. De igual modo, observa-se uma diminuição importante do volume sistólico máximo com o envelhecimento. Estas duas alterações mecânicas do coração, resultam numa menor capacidade de bombear sangue condicionando o débito cardíaco máximo (Astrand e Rodahl, 1986).

Por outro lado, o envelhecimento está associado a uma diminuição da massa muscular que conjuntamente com a diminuição do fluxo sanguíneo para a musculatura activa vai afectar a capacidade de transporte e utilização de O₂ e, assim, condicionar a diferença arterio-venosa (Imamura et al., 1983).

Neste sentido, para além das patologias comuns neste escalão etário, a idade só por si é um factor modificador importante que devemos considerar na prescrição dos exercícios e nos tempos de recuperação.

5.3.1.2. Sessões de "Musculação"

Actualmente, sabe-se que a força representa um papel determinante em diferentes aspectos relacionados com a saúde, particularmente nestes escalões etários mais velhos (para refs. ver Hurley e Hagberg, 1998). A força muscular, para além de se constituir como elemento importante na integridade do sistema muscular-esquelético, serve também de suporte para outras capacidades físicas, como por exemplo, a resistência aeróbia.

Assim, no segundo ano do protocolo de avaliação, para além das sessões de "Ginástica de Manutenção", os idosos do grupo G+M foram submetidos a sessões adicionais de "Musculação".

Tal como referido anteriormente, o treino de força deverá ser progressivo, individualizado, induzindo estímulos para os principais grupos musculares dos membros inferiores e superiores envolvidos nas actividades do dia a dia, bem como, deverá contemplar o desenvolvimento dos músculos posturais que

são determinantes para a estabilidade corporal (ACSM, 1998b). Vários autores recomendam uma frequência de 2 a 3 dias por semana, 8 a 10 exercícios, 2 a 3 séries de 8 a 12 repetições cada (para refs. ver Mazzeo e Tanaka, 2001). Estas recomendações são baseadas em 3 factores: 1) o tempo que demora a completar um programa abrangente de exercícios de força. Programas acima dos 60 minutos por sessão parecem estar associados a elevadas taxas de abandono (Pollock, 1988; Feigenbaum e Pollock, 1997). Merssier e Dill (1985) referem que o tempo médio requerido para completar três séries (8 a 10 reps.) é de cerca de 50 minutos comparativamente a apenas 20 minutos para uma série; 2) apesar das maiores frequências e do maior número de séries ou combinação de séries e repetições poderem induzir maiores ganhos de força (Fleck e Kraemer, 1997), as diferenças nas melhorias na aptidão geral do idoso são, geralmente, reduzidas; 3) apesar de com cargas elevadas (1-6RM), poucas repetições e múltiplas séries se obterem maiores ganhos na força e na massa muscular, esta abordagem pode não ser a melhor para os sujeitos com objectivos diferentes dos atletas. Para além disso, do ponto de vista da segurança, este tipo de programas pode aumentar o risco de lesão ortopédica e precipitar algum problema cardíaco nos sujeitos idosos (Pollock e Wilmore, 1990).

De acordo com estas recomendações, as nossas sessões de "Musculação" foram realizadas bi-semanalmente, sendo essencialmente direccionadas para o desenvolvimento da massa, força e resistência muscular dos músculos utilitários.

Para induzir melhorias na força e resistência muscular, a maioria dos autores sugere 8 a 12 repetições por série (ACSM, 1998b). No entanto, e porque a lesão ortopédica pode ocorrer nos mais velhos e mais debilitados, o ideal é utilizar cargas baixas a moderadas com 10 a 15 repetições (ACSM, 1998b; Evans, 1999; Mazzeo e Tanaka, 2001).

Porque os idosos da nossa amostra, embora razoavelmente activos e aparentemente saudáveis, não tinham história de prática desportiva intensa anterior, particularmente no que se refere a este tipo de trabalho específico de força, optámos por uma situação intermédia onde, em cada sessão, foram realizadas 2 séries de 10 a 12 repetições a 70 % de 1RM.

Por outro lado, os exercícios de força devem ser realizados na sua amplitude máxima, de forma lenta e controlada, e acompanhada por uma respiração ritmada, evitando sempre o bloqueio respiratório dada a sua influência na elevação dos valores da pressão arterial (Evans, 1999). Todos estes cuidados foram tomados em consideração na realização dos exercícios de força, quer durante as aulas de "Ginástica de Manutenção", quer durante as sessões de "Musculação".

A especificidade do treino quanto à área corporal e amplitude de movimento envolvida está bem descrita na literatura (Astrand e Rodahl, 1986; Graves et al., 1989; Fleck e Kraemer, 1997). Por exemplo, Graves et al. (1989) no sentido de estudarem o efeito da amplitude do movimento sobre a

força dos músculos extensores do joelho, dividiram a sua amostra em 4 grupos distintos: o grupo 1 que realizou apenas a primeira metade da amplitude do movimento; o grupo 2 que efectuou apenas a segunda metade da amplitude do movimento; o grupo 3 que trabalhou o movimento na sua amplitude total e finalmente, o grupo controlo que se absteve de treinar. De acordo com os resultados deste estudo, o treino induz melhorias significativas sobre a força dos músculos dos membros inferiores, sendo, no entanto, este aumento específico do ângulo articular treinado, com o grupo 3 a obter o melhor resultado na amplitude total do movimento. Estes resultados sugerem que o treino de força deve ser realizado na amplitude máxima individual para obter os máximos benefícios (Graves et al., 1989).

Tal como proposto no segundo ano do protocolo experimental, o trabalho em máquinas de resistência variável é considerado como sendo o ideal, uma vez que permite, não apenas a realização controlada do movimento mantendo uma correcta postura, como também, permite ajustar a carga mais apropriada para o grupo muscular e indivíduo em causa, obedecendo, assim, ao princípio da sobrecarga (Gettman et al., 1978; Mazzeo e Tannaka, 2001).

A inclusão de um período de familiarização no nosso estudo justificou-se por diferentes factores. Muitos dos aumentos iniciais na força que ocorrem com treino são devidos a alterações neuromusculares que resultam numa melhoria no recrutamento das fibras musculares (Sale, 1988; Lexell et al., 1995). Por outro lado, a maioria das lesões registadas nos estudos com este tipo de trabalho ocorrem nas primeiras duas semanas por falta de técnica de treino (Shaw et al., 1995) e, finalmente, a introdução de novas habilidades implica uma aprendizagem que, geralmente, é mais lenta neste escalões etários mais velhos. Para além disso, permitiu-nos dispor de um período de tempo para efectuar correcções posturais e de execução enquanto o estímulo era menos intenso.

Por outro lado, e de acordo com Hill e Piper (2000), o uso de treino em circuito por nós utilizado, não apenas permite uma melhor organização da sessão, como também facilita o entendimento dos idosos quanto à execução dos diferentes exercícios, a maioria dos quais nunca tinha efectuado este tipo de treino anteriormente. Para além disso, o trabalho em circuito facilita o controlo dos tempos de recuperação, aspecto determinante neste escalão etário.

Por fim, outra recomendação importante, que foi considerada, quer na "Ginástica de Manutenção", quer na "Musculação", refere-se ao equilíbrio entre os músculos flexores e os extensores. De facto, a maioria das actividades exige uma maior solicitação dos músculos extensores em detrimento dos flexores resultando, daí, desequilíbrios marcados que se traduzem por fadiga generalizada, sensação de astenia e maior probabilidade de lesão (Avlund et al., 1994).

5.3.2. Intensidade da actividade física formal e organizada

5.3.2.1. Sessões de "Ginástica de Manutenção"

A actividade física deve ser dimensionada em função do modo, da frequência, da duração e da intensidade. Assim, para além das filmagens de vídeo e no sentido de melhor caracterizar a intensidade do esforço durante as nossas sessões de actividade física, procedemos simultaneamente à monitorização da FC.

A monitorização da FC como indicador da intensidade do exercício é um procedimento estandardizado comum na literatura (Pollock e Wilmore, 1990; ACSM, 2001). Estes instrumentos apresentam um comportamento fiável na expressão da variação da FC dum determinado período de tempo, possibilitando o conhecimento continuado da intensidade e duração da actividade física avaliada. Ou seja, através desta metodologia, são registados os momentos de alta e baixa intensidade, assim como, a sua sucessão e duração.

Todavia, para além desta vantagem, existem também algumas limitações, tais como a designada "labilidade da FC" (Soares, 1988). Este parâmetro fisiológico é influenciado por outros factores para além da intensidade da actividade física (Soares, 1988; Montoye et al., 1996), dos quais podemos destacar, a idade, o sexo, o nível de condição física e o estado emocional do sujeito, a temperatura, a humidade, o grau de hidratação, etc. No entanto, depois de controladas estas variáveis, podemos utilizar a FC como um indicador de fácil aplicação para a avaliação da intensidade de um exercício.

Apesar da variação biológica e fisiológica humana, a intensidade do esforço pode ser prescrita em função da percentagem a atingir da FC_{max}.

Dada a limitação prática de testes laboratoriais de esforço é, frequentemente, aplicada a seguinte fórmula para determinação da FC_{max}. $FC_{max} = 220 - idade \pm 10$ (Astrand e Rodahl, 1986). No entanto, esta fórmula deve ser aplicada com algumas precauções. Por exemplo, observando o Quadro 13, podemos verificar que se considerarmos a diferença estimada de -10 bat/min, embora nenhum dos sujeitos da nossa amostra ultrapasse os valores considerados de risco, alguns desses valores passam a estar mais próximos desse limiar. Por outro lado, se considerarmos a diferença estimada de +10 bat/min, a intensidade em termos de limites inferiores, pode passar daquela considerada ideal para intensidade reduzida e inferior à recomendada pelo ACSM (1998a,b).

De acordo com o ACSM (1998a) a diferença estimada para a percentagem da FC_{max} aumenta de 10 para 15% para as categorias de baixa a moderada intensidade. Este facto é baseado na pesquisa de Londeree e Ames (1976) e de outros investigadores (Swain et al., 1994; Swain e Leutholtz, 1997) que demonstram que o método de FC_{max} actual subestima o método do VO₂max de reserva em

aproximadamente 15%. De acordo com os autores, a subestimação pode ser maior ou menor de acordo com a idade e intensidade do exercício.

A intensidade mínima recomendada pelo ACSM (55% da FC_{max}) reconhece uma grande variabilidade das respostas em termos de eficácia na melhoria da aptidão e da saúde nestes limites inferiores de intensidade de exercício. Por exemplo, o nível inicial influencia grandemente os efeitos neste limite mínimo (Crews e Roberts, 1976). Ou seja, enquanto um indivíduo com muito baixo nível de aptidão pode obter um efeito significativo do treino com uma FC de treino a 40-50% da FC de reserva, aqueles que possuem níveis iniciais mais elevados necessitarão, provavelmente, de um estímulo de treino mais intenso para induzir adaptações significativas (DeVries, 1971).

No nosso estudo, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas na intensidade das aulas, avaliada pela determinação da FC, entre as duas sessões de "Ginástica de Manutenção" (G1 e G2), tornando, assim, possível uma interpretação e comparação mais correctas dos resultados relativos aos efeitos dos dois programas de treino.

Segundo as recomendações estabelecidas pelo ACSM (1998b) para se atingirem alguns efeitos importantes na capacidade cardiorespiratória, é necessário que a actividade se realize entre os 65% e os 90% da FC_{max}. Todavia, são contempladas intensidades menores (55-65% FC_{max}) para os sujeitos mais velhos e fisicamente mais debilitados. Assim, a intensidade da actividade deve ser suficientemente elevada (mínimo de 55% da FC_{max}) para induzir alterações fisiológicas significativas sem, no entanto, induzir risco de lesão sobre o sistema cardiovascular e locomotor (ACSM, 1998a,b).

No que se refere aos nossos resultados, apesar de alguma heterogeneidade em termos de idade (65 - 81 anos) e assumindo a idade média de ambos os grupos de 69 anos, o que daria uma FC_{max} teórica de 151 ± 10 bat/min, 55-65 a 90% desse valor equivaleria a cerca de 83-98 a 136 ± 10 bat/min. O intervalo de 90 a 100 bat/min, foi o mais frequente em ambos os grupos, o que sugere uma intensidade suficientemente elevada para se adequar às exigências anteriores. Por outro lado, para além de não existirem grandes oscilações nestas aulas, pode também constatar-se que, em ambas as sessões de "Ginástica de Manutenção", apenas uma pequena percentagem das aulas foi realizada com uma FC abaixo dos 55% da FC_{max}, cerca de 8-9% entre os 70 e 80 bat/min e 2% entre os 60 e os 70 bat/min.

Para além dos benefícios do exercício físico, existem também alguns factores de risco associados à exercitação. Ou seja, se por um lado, é necessário uma quantidade suficientemente elevada de exercício para promover efeitos biológicos positivos sobre a saúde (Astrand, 1992), por outro lado, tudo parece sugerir existir um limiar a partir do qual o exercício é também indutor do aumento da probabilidade de lesão (Powell e Paffenbarger, 1985). As crises cardiovasculares encontram-se entre

os acidentes mais referidos na literatura como aqueles directamente relacionados com a morte súbita no desporto (Costa, 1986). Este risco aumenta de forma mais ou menos paralela ao aumento da intensidade e duração da actividade (Costa, 1986). Em princípio, um exercício intenso é um exercício com uma elevada estimulação simpática e, portanto, com um maior factor de risco (Costa, 1986). Em termos agudos, o aumento da FC durante a realização de um esforço intenso parece relacionar-se com o aumento da actividade do sistema nervoso simpático, aumento das catecolaminas plasmáticas e diminuição da estimulação vagal (McCartney et al., 1993).

Normalmente, a intensidade das aulas é avaliada em função da FC média. No entanto, este valor médio não assegura, por si só, que alguns dos praticantes possam, em certos momentos, realizar exercícios de intensidade excessiva. Neste sentido, para além dos valores médios, importa efectuar uma análise mais individualizada.

Assim, no que se refere aos riscos de acidente cardiovascular por alta intensidade, as aulas do nosso estudo pareceram-nos bastante seguras, dado que nenhum dos sujeitos ultrapassou FC acima de 130 bat/min. Ou seja, não apenas em termos médios o factor de risco parece ser reduzido, como também, após análise mais individualizada, as aulas parecem realizar-se dentro de valores considerados seguros (cf. Quadros 12 e 13).

Tal facto, sugere que todas estas aulas de ambos os grupos, foram realizadas com uma intensidade suficientemente elevada para induzir possíveis alterações relevantes, sem, no entanto, se constituírem como "stress" excessivo para o sistema cardiovascular. Para além disso, as aulas foram bastante equilibradas nos intervalos de frequência, não existindo grandes oscilações na intensidade do esforço. Aulas de intensidade elevada, em nenhum momento observado no nosso estudo, estão associadas com um maior risco de ocorrência de acidente cardiovascular (Siscovick et al., 1984), lesão ortopédica (Pollock, 1988; Pollock e Wilmore, 1990) e a uma mais baixa aderência ao treino comparativamente à baixa intensidade (Pollock, 1988; Deprés, 1994). Neste sentido, e porque a intensidade e o volume do treino são factores interrelacionados onde o dispêndio metabólico das actividades realizadas é o factor chave neste processo (para refs. ver ACSM, 1998b), os programas que enfatizem o treino de intensidade baixa a moderada com maior duração, são aqueles recomendados para a maioria dos idosos (ACSM, 1998b). Estes aspectos tornam-se ainda mais relevantes quando ao factor idade, se associam factores como o sedentarismo e alguns factores de risco de doença cardiovascular característicos deste escalão etário.

Por outro lado, tal como referido anteriormente, para induzir benefícios em termos de condição física e saúde, a intensidade do exercício não necessita de ser muito elevada. Por exemplo, num estudo com idosos hipertensos, foram observadas reduções semelhantes nos valores da pressão arterial com treino a 40% e 70% do VO_{2max} (Hagberg et al., 1989). Todavia, num outro estudo (Seals e Reiling,

1991), embora os idosos hipertensos submetidos a treino com 40-50% do VO_{2max} tivessem diminuído os valores da PA, o treino a 50-60% do VO_{2max} obteve reduções adicionais. Assim, parece que baixa a moderada intensidade em treino aeróbio é suficiente para diminuir a PA em idosos hipertensos. De igual modo, Hughes et al. (1993), ao compararem os efeitos de treino aeróbio de intensidade moderada e de intensidade elevada em idosos diabéticos (50% vs. 75% FC_{max} , 55 min/dia, 4 dias/sem, durante 12 semanas), não encontraram diferenças na tolerância à glicose, sensibilidade da insulina e níveis musculares do transportador intracelular de glicose (GLUT-4), mostrando que, provavelmente, os exercícios de intensidade moderada devem ser aqueles mais recomendados aos idosos diabéticos.

Para além disso, as actividades de baixa intensidade como caminhar e pedalar em bicicleta ergométrica a 60% da FC_{max} , em idosos sedentários e mais debilitados, têm sido associadas com melhorias na eficácia cardiovascular e em diferentes tarefas relativas à mobilidade sem, no entanto, induzirem alterações significativas na capacidade aeróbia máxima (para refs. ver ACSM, 1998a). Ou seja, embora a intensidade do treino seja um factor determinante para as elevadas alterações verificadas no VO_{2max} , as melhorias na capacidade submáxima, que é aquela mais solicitada no dia a dia do idoso, não são tão dependentes da intensidade (Seals et al., 1984b). Este aspecto é de grande importância funcional para os idosos uma vez que, dadas as suas limitações de ordem física e patológica, apresentam maior disponibilidade para participar em actividades de baixa a moderada intensidade, como contemplado no nosso estudo.

O início e a manutenção de uma actividade física regular de baixa a moderada intensidade durante longos períodos de tempo em idosos, pode reduzir a taxa de declínio associada ao envelhecimento em numerosas funções fisiológicas, mesmo que não resultem em aumentos absolutos destas avaliações (ACSM, 1998a).

Resumindo, as sessões de “Ginástica de Manutenção” realizadas por ambos os grupos apresentaram uma estrutura bastante equilibrada, sem grandes variações na intensidade dos exercícios, apresentando, no entanto, uma duração e uma quantidade relativamente reduzida de exercícios de força que, provavelmente, serão incapazes de induzir alterações substanciais no sistema muscular-esquelético.

Por outro lado, e após todas as considerações de âmbito mais fisiológico, importa salientar que um programa de actividade física formal deve ser prescrito de acordo com as características, necessidades, objectivos, nível inicial, estado de saúde e de condição física dos idosos (Pollock et al., 1998). Nesta perspectiva, o ênfase deve ser, pelo menos numa fase inicial, colocado em factores motivacionais capazes de provocar alterações no estilo de vida, tornando a actividade física como

parte integrante dos seus hábitos de vida. Estudos com intervenções comportamentais no sentido de aumentar a actividade física de idosos sedentários, têm referido uma maior aderência dos sujeitos aos programas de exercício físico quando a intensidade se situa nos 50% - 60% da FCmax., ou até, com intensidades inferiores (Dishman e Buckworth, 1996).

5.3.2.2. Sessões de "Musculação"

5.3.2.2.1. Telemetria da frequência cardíaca

No sentido de estudar a resposta cardiovascular aguda das sessões de "Musculação" procedemos à monitorização da FC ao longo de duas sessões de treino e à determinação dos valores da PAS e PAD, quer em diferentes máquinas, quer em diferentes partes da sessão.

Este tipo de avaliações tem sido desenvolvido noutros estudos com vista a estudar a resposta cardiovascular do exercício de força (Thompson et al., 1999; Bermon et al, 2000; Overend et al., 2000). Por exemplo, Overend et al. (2000) avaliaram o comportamento da FC, PAS e PAD após exercícios isocinéticos de força dos membros inferiores entre jovens (23.4 ± 1.7 anos) e idosos (75.2 ± 4.6 anos), não tendo encontrado diferenças com significado estatístico em nenhuma das variáveis. Assim, de acordo com os autores, do ponto de vista cardiovascular, os exercícios de força são bem tolerados pelos idosos, podendo ser utilizados para a sua avaliação, treino e reabilitação.

Os valores da FC, PAS e PAD evidenciados pelos idosos, no estudo destes investigadores, particularmente durante a fase concêntrica do exercício, são maiores do que aqueles encontrados por nós em qualquer uma das fases ou máquinas avaliadas. O tipo de exercício, a intensidade e a duração e, particularmente, a quantidade de massa muscular activa, factores habitualmente relacionados com a magnitude do aumento da FC e da PA (Overend et al., 2000; Kell et al., 2001), poderão estar na base das diferenças entre os dois estudos.

Relativamente aos valores da FC durante as nossas sessões de "Musculação", a amplitude situou-se entre os 69 e os 126 bat/min, com valor médio de 94.8 ± 3.6 bat/min (cf. Quadro 14). Assim, sendo a FCmax teórica destes idosos com idade média de 68.7 ± 4.2 anos, de cerca 151 ± 10 bat/min, podemos verificar que durante estas sessões, os sujeitos trabalharam aproximadamente a 62% da FCmax.

Analisando o potencial risco de sobrecarga cardiovascular, as sessões parecem-nos ser seguras dado que o seu valor máximo não ultrapassou os 126 bat/min e, aproximadamente, 70% da sessão se situou entre os 80 e 100 bat/min. Ou seja, os exercícios de força por nós propostos não induziram mais do que um ligeiro aumento da FC.

De facto, durante estas sessões de "Musculação", e com o propósito de minimizar a fadiga sem sobrecarregar o sistema muscular e cardiovascular, não apenas foi trabalhado de forma alternada a

parte inferior e superior do corpo, como também, os intervalos entre as séries foram realizados de forma a permitir a recuperação completa.

Por outro lado, considerando as recomendações propostas pelo ACSM (1998b) para a manutenção e desenvolvimento da aptidão cardiorespiratória, verificamos que, apesar de em média, os idosos realizarem estas sessões dentro da intensidade mínima recomendada (55-65% FC_{max}), se atendermos para os intervalos de frequência, verificamos que existe uma percentagem relativamente elevada de batimentos abaixo do limiar recomendado. Esta ocorrência parece justificar-se pelo facto do objectivo principal destas sessões ser o reforço muscular e não tanto as adaptações cardiovasculares.

Para além disso, estes valores médios da FC foram, provavelmente, influenciados pelos valores iniciais durante a fase de aquecimento que, quer na bicicleta, quer no remo ergométrico, pressupõem um esforço aeróbio com maior massa muscular activa.

Apesar dos valores médios da FC poderem ser relativamente elevados durante o treino de força, este tipo de trabalho é, tradicionalmente, considerado como não influenciador do sistema cardiovascular. O treino de força não deve ser considerado como uma forma eficiente de melhorar o VO₂max, mas sim como um meio de promover aumentos da força e da resistência muscular, bem como, da massa magra (Feigenbaum e Pollock, 1997).

Contrariamente ao treino aeróbio, a informação acerca dos efeitos do treino de força nas adaptações cardiovasculares, é controversa. Apesar de alguns estudos (Gettman et al., 1978; Frontera et al., 1990; Hagerman et al., 2000) encontrarem efeitos positivos no VO₂max com o treino da força, a magnitude destes ganhos (~5%) não são apreciáveis quando comparados com os efeitos do treino de resistência aeróbia. Assim, a literatura indica que o treino da força, mesmo quando realizado com períodos curtos de repouso, não aumenta significativamente o VO₂max para além da normal variação biológica e metodológica (para refs. ver Hurley e Roth, 2000). Assim, mesmo quando mantida a FC com o mesmo nível elevado do exercício aeróbio, o treino de força não induz melhorias substanciais na capacidade aeróbia. Uma possível explicação para este fenómeno, prende-se com o facto do treino de força poder estar associado a, por exemplo, uma maior libertação de catecolaminas do que o exercício aeróbio para a mesma intensidade de esforço. Isto vai resultar numa elevação da FC que é desproporcional às exigências aeróbias do músculo durante o exercício (para refs. ver Hurley e Roth, 2000).

Apesar de ambos os tipos de treino contribuírem, de uma ou de outra forma, para a melhoria da saúde e da capacidade funcional do idosos, a especificidade do treino está bem descrita na literatura. Assim, se o objectivo é melhorar a aptidão cardiovascular, diminuir os valores elevados da pressão arterial, alterar favoravelmente o perfil lipoproteico plasmático ou melhorar a hipertrofia ventricular cardíaca

com vista a melhorar o estado de saúde, o trabalho aeróbio parece ser o tipo de treino mais aconselhado. Por outro lado, se o idoso pretende aumentar a massa e força musculares e, provavelmente, a sua qualidade de vida, o treino de força parece ser mais ajustado, ainda que acompanhado de outro tipo de actividades (Hurley e Hagberg, 1998).

5.3.2.2.2. Determinação da pressão arterial

No sentido de melhor caracterizar a intensidade das sessões de trabalho específico de força, para além da telemetria da FC foram, no segundo ano do protocolo de avaliação, determinados, através de um esfigmomanómetro, os valores da pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD).

Sabendo que nos países industrializados cerca de 50% dos sujeitos entre os 60 e os 70 anos sofrem de hipertensão (Hurley e Hagberg, 1998), e que o exercício, particularmente o de força, induz, por si só, aumentos da pressão arterial (Astrand, 1992; Kell et al., 2001), a avaliação dos valores da PA nestas sessões de actividade física para a 3ª idade é fundamental para a segurança das mesmas. As respostas mais exuberantes, quer da FC, quer da PA ao exercício de força, podem, juntamente com as patologias cardiovasculares características deste escalão etário, aumentar significativamente o "stress" cardiovascular e, conseqüentemente, aumentar o factor de risco associado à exercitação (Miles et al., 1987; Smolander et al., 1998; Overend et al., 2000).

Embora a avaliação intra-arterial seja a única forma de avaliar directamente a pressão arterial, o método por nós utilizado é um método indirecto que fornece uma estimativa fiável sobre os valores da pressão arterial (Punzi, 1998), com a vantagem de ser uma técnica não invasiva. Todavia, apesar destas avaliações serem, geralmente, bem aceites quando em repouso, durante o exercício, particularmente nos exercícios de força, existem algumas condicionantes que é importante considerar. Um dos potenciais problemas da auscultação durante os exercícios de força é a provável ocorrência de uma potente resposta de pressão durante as acções musculares desenvolvidas por este tipo de exercícios. Esta resposta tensional é, em grande parte, resultante do aumento do débito cardíaco e de uma menor vasoconstrição reflexa nos músculos não exercitados (Guyton et al., 1962; MacDougall et al., 1992). O objectivo é manter a perfusão nos músculos em exercício, cujos vasos podem permanecer parcialmente obstruídos com o aumento da pressão intramuscular que ocorre durante o exercício de força. Estas elevações repentinas da pressão arterial, podem não ser detectadas em avaliações pós-exercício ou avaliações descontínuas, através de métodos indirectos como a auscultação (Franklin et al., 1990; Wiecek et al., 1990).

Por outro lado, à medida que ocorre a vasodilatação e a perfusão dos vasos que permanecerão fechados durante o exercício, pode ocorrer, imediatamente após a realização do mesmo, uma queda repentina da PA, também dificilmente detectada por métodos indirectos e não contínuos.

Assim, o facto de determinar os valores da pressão arterial, por um método indirecto e não contínuo, logo após o exercício, pode constituir-se como um problema de avaliação, na medida em que, para além de poder não acusar o pico máximo da pressão arterial durante o exercício, a pressão arterial pode diminuir de forma substancial imediatamente após a realização do mesmo (Scharf et al., 1994).

No nosso estudo, procedemos à determinação dos valores da pressão arterial, tanto ao longo da sessão, para avaliarmos a variável tempo, como após a realização de exercícios em diferentes máquinas envolvendo, quer esforços de solicitação dos membros inferiores, quer dos membros superiores, para assim obtermos a resposta em relação ao tipo de exercício. Fleck et al. (1989) verificaram que a resposta cardiovascular variava, não apenas de acordo com as alterações efectuadas no protocolo de exercício (carga, número de repetições, etc.), mas igualmente entre diferentes exercícios.

Muito da "não-recomendação" tradicional do treino de força em idosos baseou-se no facto deste tipo de exercícios poder aumentar exageradamente os valores da pressão arterial. Ou seja, apesar do treino de força ser recomendado para este escalão etário, dadas as suas repercussões na funcionalidade, saúde e qualidade de vida do idoso (Rogers e Evans, 1993; Chandler e Hadley, 1996; Evans, 2000), existe alguma preocupação quanto à segurança deste tipo de exercícios uma vez que a sua componente isométrica pode potenciar arritmias (Atkins et al., 1976) e elevar os valores da pressão arterial (Sagiv et al., 1985). Para além disso, muitos dos idosos que se iniciam neste tipo de treino são sedentários e, eventualmente, poderão sofrer de conhecidas ou imperceptíveis patologias cardiovasculares (Faigenbaum et al., 1990).

Actualmente, a literatura defende, no entanto, que quando efectuada com técnicas apropriadas, a elevação dos valores da pressão arterial durante os exercícios de força é apenas ligeira (Evans, 1999). Hoje em dia, dado considerar-se uma capacidade determinante para a realização de inúmeras actividades diárias (Evans, 1999), o treino de força, paralelamente às actividades aeróbias, faz cada vez mais parte integrante dos programas de reabilitação cardíaca. Ao contrário do que tradicionalmente era descrito, estudos recentes (Evans, 1999), referem que a elevação dos valores da pressão arterial, particularmente os da PAS, durante esforço aeróbio é, geralmente, maior comparativamente ao treino de força.

No nosso estudo, em nenhum momento da aula os valores da pressão arterial foram considerados de risco, sendo o valor máximo encontrado para a PAS de 174 mmHg e para a PAD de 90 mmHg (cf. Quadros 15 e 16).

Apesar de aleatoriamente escolhidos, os valores de repouso da pressão arterial dos sujeitos estudados foram, de acordo com a classificação do "Sixth Report of the Joint National Committee on

Prevention, Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure" (JNC VI, 1997) (cf. Quadro 42) considerados como dentro dos limites fisiologicamente seguros.

Bermon et al. (2000), ao avaliarem a tolerância de idosos saudáveis ao treino de força, verificaram que mesmo quando os valores mais elevados da FC, PAS e PAD foram alcançados durante a realização dos exercícios bilaterais máximos, em nenhum caso, o treino de força aumentou significativamente os valores da troponina cardíaca sérica (cTnI). Assim, de acordo com estes autores a tolerância cardiovascular ao treino de força é boa desde que sejam cumpridos os critérios de selecção e forem realizadas as técnicas correctas de respiração, evitando sempre a manobra de Valsalva. Fleck et al. (1989), mostraram existir uma relação directa entre a pressão intratorácica provocada pela manobra de Valsalva e os valores da PAS, PAD, débito cardíaco e volume sistólico durante a realização de exercícios de força.

Assim, de acordo com as recomendações estabelecidas por diferentes autores (Hortobágyi et al., 1995; Porter et al., 1997; Bermon et al., 2000), cujas linhas gerais para o trabalho de força defendem a manutenção de uma respiração normal durante todo o exercício e a existência de um período de aquecimento e de relaxamento, os valores da FC e da PA deverão, tal como observado no nosso estudo, aumentar apenas ligeiramente acima dos valores de repouso.

Com o objectivo de observar a evolução dos valores da pressão arterial ao longo da sessão, estudámos os seus diferentes momentos, nomeadamente, antes da sessão (repouso), após o aquecimento, após duas máquinas de solicitação dos membros superiores ("overhead press" e "lateral raise") e após o último exercício ("abdominal machine"). Não foram, em nenhum destes casos, observadas variações importantes do ponto de vista fisiológico. Após ligeira elevação dos valores da pressão, particularmente da PAS, a seguir ao aquecimento, os valores mantiveram-se relativamente estáveis até ao final da sessão, após a qual, foram restabelecidos os valores basais.

O "stress" cardiovascular mais elevado induzido pela maior massa muscular activa (Smolander et al., 1998; Overend et al., 2000), pode explicar o aumento inicial da pressão arterial após o aquecimento, particularmente após remo ergométrico, onde se trabalha simultaneamente a musculatura dos membros inferiores e superiores. A literatura refere que a elevação dos valores da pressão arterial, particularmente os da PAS, durante esforço aeróbio é, geralmente, maior do que o verificado com treino de força (Evans, 1999).

De igual modo, podemos verificar que o exercício de força com os membros inferiores ("leg extension"), pelo facto de envolver uma maior massa muscular comparativamente ao exercício dos membros superiores ("women's double chest"), apresentou valores mais elevados da PAS e PAD. Estes resultados estão de acordo com Bermon et al. (2000) que encontraram aumentos mais significativos da PAS e da PAD no exercício de "leg press" do que no "chest press". A amplitude das

respostas da PAS, PAD e da FC, tal como referem Smolander et al. (1998), relaciona-se com a quantidade de massa muscular envolvida durante os exercícios de força e com o número de artérias oclusas pela compressão mecânica intramuscular.

Assim, a magnitude do aumento da PA e da FC está, não apenas relacionada com a intensidade e duração do exercício, mas também, com a massa muscular activa (Lewis et al., 1985; Kell et al., 2001).

Resumindo, as sessões de "Musculação" do nosso estudo não apresentaram variações, quer na FC, quer na PA importantes do ponto de vista fisiológico, não tendo sido encontrados valores considerados de risco. Os resultados do nosso estudo sugerem que, desde que acompanhado por técnicas apropriadas, idosos saudáveis podem participar em programas de treino de força mediante a utilização de máquinas de resistência variável sem risco evidente de lesão, sendo também mínimo o "stress" cardiovascular.

5.4. Avaliação da força muscular

Tal como referido já anteriormente, o objectivo principal deste trabalho foi o de avaliar o efeito de dois programas de treino na força muscular do idoso. Este parâmetro funcional foi por nós utilizado dada a sua reconhecida relevância na vida diária das pessoas habitualmente consideradas como de terceira idade. A força muscular constitui-se como um componente básico para a funcionalidade e independência do idoso e, conseqüentemente, para a sua qualidade de vida (Spirduso, 1995).

O reconhecimento cada vez maior da importância da integridade e da função do sistema muscular esquelético nos idosos, justifica o crescente interesse pelo estudo dos efeitos da actividade física a este nível.

Está bem descrito na literatura que, quer a massa, quer a força musculares diminuem com a idade, sendo este declínio específico de cada sujeito e de cada grupo muscular (Larsson et al., 1979; Rogers e Evans, 1993; Lynch et al., 1999; Hughes et al., 2001). Neste sentido, para além da osteoporose e das suas conseqüências, a sarcopenia que ocorre com o envelhecimento é também um factor importante na saúde do sistema muscular esquelético.

A redução da força muscular é um dos aspectos mais frequentemente referidos no envelhecimento. No estudo de Framingham (Lette e Branch, 1981), 45% das mulheres entre os 65 e os 74 anos e 65% entre os 75 e os 84 anos eram incapazes de levantar pesos superiores a 4.5 Kg.

Tem sido descrito que a força isométrica e dinâmica do músculo quadrícipite aumenta até cerca dos 30 anos, mantém-se até à 5ª década e diminui a partir dos 50 anos (Larsson et al., 1979). Uma redução da força de, aproximadamente, 30% é observável entre os 50 e os 70 anos, idade após a qual esta diminuição se torna mais evidente. Quer os estudos transversais, quer os longitudinais indicam que a

força muscular diminui cerca de 15% por década entre os 60 e os 70 anos e cerca de 30% por década após os 70 anos (Larsson et al., 1979; Harries e Bassey, 1990). Apesar de existirem alguns estudos que se referem à diminuição da função muscular com o envelhecimento, a diminuição da força é atribuída maioritariamente à perda de massa muscular, particularmente à atrofia selectiva das fibras tipo II, independentemente da sua localização anatómica e função (Frontera et al., 1991).

De facto, a perda da massa muscular com a idade está bem descrita na literatura. Por exemplo, a excreção urinária de creatinina diminui em cerca de 50% entre os 20 e os 90 anos (Tzankoff e Norris, 1978). De igual modo, a TAC de músculos isolados mostra que, após os 30 anos de idade, existe uma diminuição na área de secção transversal dos músculos da coxa, uma diminuição da densidade muscular e aumento da gordura intramuscular, sendo estas alterações mais pronunciadas nas mulheres (Imamura et al., 1983; Rice et al., 1989; Overend et al., 1992).

A fraqueza e a atrofia musculares são, provavelmente, os parâmetros funcionais mais relevantes nesta população idosa que importa reverter através do exercício físico, particularmente nos sujeitos mais debilitados.

A diminuição da massa e da força muscular dos membros inferiores, está associada ao maior risco de quedas (Lord et al., 1995), à baixa densidade mineral óssea (DMO) e à maior probabilidade de fracturas (Aniansson et al., 1984; Campbell et al., 1999). Por outro lado, este declínio está igualmente associado a outras alterações fisiológicas adversas, tais como, intolerância à glicose (Bloesch et al., 1988; Miller et al., 1994) e alterações no metabolismo energético e capacidade aeróbia (Fleg e Lakatta, 1988; Fiatarone et al., 1994). Estas alterações podem, por sua vez, predispor os idosos à osteoporose, arteriosclerose e diabetes, bem como, a limitações funcionais nas actividades diárias (Hyatt et al., 1990).

Numerosos estudos têm mostrado que indivíduos activos submetidos a treino de força apresentam valores significativamente mais elevados na DMO do que os sujeitos controlo sedentários (Haapasalo et al., 1994; Nelson et al., 1994; Karlsson et al., 1995). Todavia, a magnitude destas alterações na DMO, não reduz, na maioria dos casos, de forma substancial o risco de um idoso sofrer uma fractura após ocorrência de queda (Courtney et al., 1994). Estes autores consideram que aumentos superiores a 20% na DMO, são aqueles necessários para fornecer uma adequada protecção às fracturas após queda (Courtney et al., 1994). Assim, e porque a maioria dos estudos, independentemente da modalidade, apontam para melhorias na DMO na ordem dos 5%, ou até inferiores (Drinkwater, 1994), mais importante do que prevenir a fractura, o importante é prevenir a queda.

Apesar de não existirem estudos conclusivos quanto à redução do número de quedas com o treino de força, existe uma boa concordância na literatura quanto aos seus efeitos na redução de factores de risco, tais como, a melhoria da biomecânica da marcha e do equilíbrio dinâmico (Fiatarone et al.,

1994; Nelson et al., 1994; Messier et al., 1997). Por exemplo, num estudo recente (Schlicht et al., 2001), o treino de força dos membros inferiores resultou num aumento significativo da velocidade da marcha, considerado por vários autores (Luukinen et al., 1995; Carter et al., 2001), como factor importante para o menor risco de quedas.

Por outro lado, a perda de massa magra com o envelhecimento está associada a uma redução da taxa metabólica basal (TMB) o que, conjuntamente com a diminuição da actividade física, habitualmente observada neste escalão etário, poderá contribuir para a obesidade (Roberts et al., 1992).

Deste modo, a preservação da massa muscular e a prevenção da sarcopenia podem prevenir o declínio na taxa de metabolismo basal. Apesar de alguma controvérsia, aumentos na TMB com treino de força têm sido apontados, quer em diferentes estudos longitudinais (Campbell et al., 1994), quer transversais (Poehlman et al., 1992). Neste sentido, o treino de força parece ser um meio eficaz para aumentar as necessidades energéticas, diminuir a massa gorda e manter os tecidos metabolicamente activos e, como tal, constituir-se como um meio auxiliar importante para os idosos perderem peso e melhorarem a sua composição corporal.

Para além disso, a força muscular, ao influenciar significativamente a capacidade funcional do idoso, é essencial para a sua independência e qualidade de vida (Brill et al., 2000). Numerosos trabalhos têm descrito maiores reduções da força com a idade nos músculos dos membros inferiores comparativamente aos dos membros superiores (Aniansson et al., 1983; Bohannon, 1997; Lynch et al., 1999). Esta redução da força dos membros inferiores pode comprometer a funcionalidade e a mobilidade dos idosos. Correlações positivas têm sido encontradas, em idosos de ambos os sexos, entre a força dos músculos extensores do joelho e a velocidade da marcha, o equilíbrio e a subida de degraus (Fiatarone et al., 1990; Bassey et al., 1992; Fiatarone et al., 1994; Sipilä et al., 1996; Morey et al., 1998; Ringsberg et al., 1999; Brandon et al., 2000; Meuleman et al., 2000; Westhoff et al., 2000).

No estudo de Fiatarone et al. (1994), para além do aumento na velocidade de marcha e no equilíbrio relacionados com o aumento da massa e força musculares dos extensores do joelho após treino de força, foi também observado um aumento da actividade física espontânea diária, contrariamente ao encontrado no grupo controlo sedentário. De acordo com estes e outros autores (Morey et al., 1998; Brill et al., 2000), é provável que aumentos, ainda que ligeiros, na força muscular possam ser um factor determinante para permitir e até estimular o aumento da actividade física diária.

Neste sentido, porque os músculos extensores e flexores do joelho, são grupos musculares determinantes para a mobilidade e para a realização de inúmeras tarefas diárias (Ringsberg et al., 1999; Brandon et al., 2000; Westhoff et al., 2000), a nossa escolha recaiu sobre a avaliação destes grupos musculares. A avaliação da força dos membros inferiores pode ser um preditor importante da

capacidade funcional dos idosos. Por exemplo, Bassey et al. (1992) verificaram que os idosos que necessitam de meios auxiliares para caminhar, possuem cerca de metade da força dos músculos extensores do joelho comparativamente àqueles que não necessitam desse apoio.

Assim, tendo por base a configuração de todos os argumentos anteriormente referidos, o desenvolvimento de estratégias de preservação e/ou aumento da massa e força musculares de idosos sedentários, constitui-se como um meio importante de aumentar a independência funcional e diminuir a prevalência de algumas doenças crônicas comuns neste escalão etário.

Numerosos estudos têm demonstrado que, com estímulos adequados de força, idosos de ambos os sexos apresentam ganhos na força muscular semelhantes ou até relativamente superiores àqueles encontrados nos jovens. Aumentos na força muscular entre 60 a 100% de 1RM têm sido observados como resposta ao treino de força (MacDougall, 1986; Adams et al., 2001).

Para além dos efeitos na função, o treino de força parece ter efeitos anabólicos notórios em idosos. Vários graus de hipertrofia de ambos os tipos de fibras I e II têm sido observados após curtos e prolongados programas de treino de força nos idosos (Frontera et al., 1988; Brown et al., 1990; Charette et al., 1991; Pyka et al., 1994), de tal modo, que quando as alterações na área são menores, os ganhos de força são apenas modestos (Grimby et al., 1992).

5.4.1. Avaliação isocinética da força

Apesar da abundância da informação quanto aos efeitos do treino no organismo humano, existe uma falha na estandardização de protocolos e procedimentos de avaliação, na metodologia relativa ao protocolo de treino e desenho experimental o que, por vezes, torna difícil a interpretação dos resultados (Pollock e Wilmore, 1990).

A avaliação isocinética tem sido cada vez mais utilizada como método de avaliação da performance muscular em estudos com idosos, sendo, tradicionalmente, utilizado o torque máximo nestas avaliações.

A objectividade e reprodutibilidade da avaliação isocinética tornam-na num instrumento válido e rigoroso para analisar a efectividade de um programa de exercício físico (Davies et al., 2000).

Embora muitos estudos com idosos (Pyka et al., 1994; Lexell et al., 1995; Bembem et al., 2000; Brandon et al., 2000; Schlicht et al., 2001) tenham utilizado o método de avaliação de 1RM para determinar a evolução da força muscular após aplicação de programas de actividade física, este método para além de menos rigoroso, dada a não estandardização das velocidades de avaliação e a existência de diferentes padrões de movimento produzidos ao longo de toda a amplitude (para refs. ver Grimby et al., 1992), têm ainda a desvantagem de ser difícil a comparação dos resultados entre os estudos uma vez que eles são dependentes dos modelos das máquinas avaliadas.

Pelo contrário, na avaliação isocinética, os dados podem ser comparados com dados normativos já descritos para os diferentes escalões etários e níveis de actividade física (Kannus, 1992; Dvir, 1995; Neder et al., 1999). Estas comparações podem ajudar a prescrever e a desenvolver programas de treino que reponham o equilíbrio, força e resistência musculares por forma a prevenir possíveis lesões e aumentar a performance. Assim, por exemplo, a relação entre grupos musculares agonistas/antagonistas pode ser utilizada para verificar desequilíbrios e debilidades em certos grupos musculares que possam predispor o sujeito à lesão (Gleeson e Mercer, 1996; Davies et al., 2000). De igual modo, a avaliação bilateral (direita vs. esquerda), permite, por comparação, identificar défices musculares bilaterais que se sabe contribuir para o aumento do risco de queda (Gleeson e Mercer, 1996).

O dinamómetro isocinético tem ainda a vantagem de ser bastante seguro no que se refere à possível ocorrência de lesão ortopédica, permitindo uma maior standardização do protocolo de teste (Hakkinen et al., 1998). Para além disso, a avaliação isocinética, pode ser usada para analisar movimentos musculares isolados, fornecendo informações importantes acerca das características da curva de força/velocidade e da força desenvolvida em todos os ângulos do movimento (Kovaleski e Heitman, 2000).

De facto, uma das grandes vantagens da avaliação isocinética relativamente a outras formas de avaliação dinâmica é o facto de ser possível aplicar a carga máxima nos vários pontos ao longo de todo o movimento (Brown et al., 1991; Wrigley, 2000). Ou seja, uma vez que a velocidade do movimento é controlada, a resistência exercida pelo dinamómetro é proporcional à quantidade de força exercida pelo músculo. Nomeadamente, a força isocinética é definida por vários autores como uma medida de trabalho e de potência a uma velocidade angular constante de movimento, sendo a resistência aplicada ajustada à capacidade de produção de força do grupo muscular durante todo o arco do movimento (Cabri, 1991a,b; Dvir, 1995; Davies e Ellenbecker, 1998).

Pelo contrário, a avaliação isométrica, para além de não apresentar nenhuma vantagem adicional comparativamente à avaliação isocinética, tem a desvantagem de obrigar a entrar em linha de conta com o ângulo articular avaliado. Assim, embora numerosos estudos com idosos optem por este método de avaliação (Avlund et al., 1994; Sipilä et al., 1996; Hunter et al., 2000; Meuleman et al., 2000; Westhoff et al., 2000; Hakkinen et al., 2001), não existe uma standardização dos protocolos de avaliação, nem relativamente ao ângulo articular, nem relativamente ao período de tempo de contracção. Assim, enquanto alguns trabalhos utilizam os 60° da extensão completa do joelho (Avlund et al., 1994; Sipilä et al., 1996; Hunter et al., 2000), outros utilizam os 90° (Westhoff et al., 2000) e outros, ainda, os 107° e 110° (Hakkinen et al., 2001).

Por outro lado, embora implique alguns cuidados, a avaliação isocinética parece ser um método relativamente seguro, quer em termos articulares, quer em termos cardiovasculares (Gordon et al., 1995; Quittan et al., 2001).

Todavia, apesar destas vantagens, tal como qualquer instrumento de medida, a avaliação isocinética tem as suas condicionantes. Assim, por um lado, pelo facto de este tipo de dinamómetro avaliar os músculos exercitados numa cadeia aberta de movimento pode não reflectir com exactidão alguns dos movimentos humanos, particularmente os dos membros inferiores (p.ex. a marcha). Contudo, para além de diferentes estudos (para refs. ver Davies et al., 2000) terem encontrado correlações positivas entre a avaliação de cadeias fechadas e a performance funcional de cadeias abertas de movimento, a avaliação isolada de um dado movimento em torno da articulação, fundamental para identificar a existência de qualquer debilidade, não seria identificável se apenas se utilizassem testes de cadeia cinética fechada de movimento.

Para além da não standardização dos métodos de avaliação utilizados nos diferentes estudos com idosos, qualquer conclusão ou implicação clínica dos estudos sobre a performance muscular isocinética deve ser analisada de acordo com a especificidade do dinamómetro utilizado (Gleeson e Mercer, 1996).

Em relação ao Biodex System 2, que foi o dinamómetro isocinético por nós utilizado, várias investigações determinaram e verificaram os coeficientes de fiabilidade para o torque máximo e trabalho angular (Feiring et al., 1990; Gross et al., 1991; Princivero et al., 1997). Feiring et al. (1990) mostraram coeficientes de correlação intraclassa (CCI) mediados entre $r=0.82$ e $r=0.98$ para o torque máximo isocinético, com uma repetição, nas velocidades angulares de $60^\circ/\text{seg.}$, $180^\circ/\text{seg.}$, $240^\circ/\text{seg.}$ e $300^\circ/\text{seg.}$ Gross et al. (1991) encontraram CCI entre $r=0.67$ e 0.97 para torque máximo a velocidades de $60^\circ/\text{seg.}$ e $180^\circ/\text{seg.}$ De igual modo, Princivero et al. (1997), ao avaliarem a fiabilidade e precisão da avaliação isocinética do Biodex System 2 para os músculos flexores e extensores do joelho a $60^\circ/\text{seg.}$ e a $180^\circ/\text{seg.}$, mostraram que as alterações com o treino na força podem ser objectivamente avaliadas com este dinamómetro isocinético que demonstrou ter uma fiabilidade elevada (CCI entre $r=0.88$ e 0.97 a $60^\circ/\text{seg.}$ e entre $r=0.82$ e 0.96 a $180^\circ/\text{seg.}$).

Podemos constatar que a fiabilidade e a validade dos dinamómetros isocinéticos, nomeadamente do Biodex System 2, têm sido referidos em numerosos estudos (Feiring et al., 1990; Gross et al., 1991; Brown et al., 1993; Princivero et al., 1997) e parecem ser altamente correlacionados ao longo do tempo (Brown e Whitehurst, 2000). No nosso estudo, tal como podemos verificar através da estabilidade dos valores ao longo do protocolo experimental, bem como dos desvio padrão (cf. Quadros 17 e 25), a repetibilidade do teste parece também ser aqui observada. Para além disso, o

coeficiente de correlação obtido por nós após a aplicação sucessiva do instrumento (teste/reteste) em 8 idosos aleatoriamente escolhidos foi elevada com $r = 0.93$ ($p < 0.001$).

As principais fontes de variabilidade do teste isocinético são as variações biológicas que traduzem a relativa consistência com que o indivíduo pode realizar o teste e o erro experimental que se relaciona com a forma como a avaliação é desenvolvida (Gleeson e Mercer, 1996). Dado que a primeira é dificilmente manipulada, o erro experimental deve ser minimizado através da estandardização do protocolo experimental (Gleeson e Mercer, 1996). Por exemplo, a consistência no facto do teste ser realizado sempre pelo mesmo administrador, a calibração do dinamómetro, a posição do sujeito a avaliar, o uso de meios para restringir movimentos extrínsecos àqueles que se pretende avaliar, o comprimento do braço, e as instruções dadas durante o teste, são aspectos determinantes para atenuar os erros de avaliação e aumentar o grau de confiança do teste (Brown et al., 1993; Gleeson e Mercer, 1996). Princivero et al. (1997) referem que a estandardização do posicionamento do sujeito, a adequada calibração e a correcção da força da gravidade são elementos determinantes na fiabilidade do teste. Todos estes procedimentos foram considerados em todas as nossas avaliações isocinéticas da força da musculatura dos membros inferiores.

Para que se avalie apenas os músculos implicados num dado movimento de uma dada articulação é necessário isolar esses músculos por forma a não existirem acções musculares adicionais (Weir et al., 1996). Weir et al. (1996), ao estudarem o efeito da estabilização dos movimentos na avaliação do torque máximo na extensão do joelho a $60^\circ/\text{seg.}$, $180^\circ/\text{seg.}$ e $300^\circ/\text{seg.}$, concluíram que os movimentos extrínsecos, resultantes da não estabilização, podem reduzir a produção do momento máximo e alterar o ângulo do torque máximo como consequência das alterações no comprimento muscular. Assim, no nosso estudo, para a avaliação da força da musculatura dos membros inferiores, estabilizamos a anca e a coxa por forma a restringir o mais possível o movimento apenas à extensão e à flexão do joelho.

Por outro lado, uma vez que o torque é o produto da força pelo comprimento da alavanca do dinamómetro, é de extrema importância que o eixo do movimento do dinamómetro e o eixo da articulação testada sejam congruentes (Rothstein et al., 1987). Assim, no sentido de evitar erros de avaliação, que se tornam mais evidentes naquelas articulações cujo ângulo varia com o movimento (p.ex. articulação do joelho), procedemos, no nosso estudo, ao alinhamento do eixo de rotação do dinamómetro com o epicôndilo femural dos nossos idosos.

Tal como referem Princivero et al. (1997), a compensação gravitacional é outro procedimento importante na avaliação isocinética, até porque a grande maioria dos exercícios são, tal como no nosso estudo, realizados sob efeito da força da gravidade (Winter et al., 1981). Durante os movimentos no plano vertical, o torque avaliado por este tipo de dinamómetros é consequente do

somatório da força muscular gerada pela massa muscular activa e da força da gravidade resultante da massa do membro envolvido e do braço da máquina. Como o peso deste último é constante, é necessário realizar a correcção da força da gravidade entrando em linha de conta com o peso do membro avaliado, tal como realizado no nosso estudo. Winter et al. (1981) descrevem, na ausência da correcção gravitacional, erros mecânicos entre os 26 e os 500% durante o exercício de flexão e extensão do joelho a 60°/seg. e 150°/seg.

As características da acção muscular (concêntrica ou excêntrica) e a velocidade de movimento são também variáveis que podem influenciar o desenvolvimento da força e da potência musculares num exercício isocinético.

A possibilidade de testar individualmente diferentes tipos de acção muscular torna a avaliação isocinética de grande utilidade para a população idosa. O uso do isocinético na população idosa, tem ajudado a conhecer melhor as características do músculo envelhecido. Os resultados dos escassos estudos com avaliações excêntricas na população idosa, tais como os de Hortobágyi et al. (1995), Poulin et al. (1992) e Vandervoort et al. (1990), têm mostrado que a resposta do músculo envelhecido se ajusta à relação de torque-velocidade (Brooks et al., 1996). Neste sentido, de acordo com os autores, parece que o envelhecimento não compromete as características fisiológicas básicas da performance muscular relativamente à relação torque-velocidade quando avaliada isocineticamente. Assim, nas contracções excêntricas, o momento máximo aumenta à medida que a velocidade de alongamento aumenta existindo, no entanto, um valor limitativo superior na tensão, independentemente da velocidade (Osternig, 2000). No entanto, nas contracções concêntricas a relação força/velocidade é distinta. Tal como observado no nosso estudo, o torque máximo nas contracções concêntricas está inversamente relacionado com a velocidade (Osternig, 2000). Em todas as variáveis e em ambos os grupos estudados, os valores obtidos no nosso estudo para o torque máximo a 60°/seg. foram substancialmente mais elevados do que aqueles encontrados na velocidade angular de 180°/seg. A possível explicação para este facto é a provável inibição neural da força à medida que a tensão muscular aumenta (Barnes, 1975).

O envelhecimento está associado também ao tipo de acção muscular. A magnitude da diminuição da força não é equivalente em todas as acções musculares (Vandervoort et al., 1990; Poulin et al., 1992). Vários estudos têm referido uma relativa manutenção ou preservação da força excêntrica com o envelhecimento que não ocorre, nem na força concêntrica, nem na isométrica (Vandervoort et al., 1990; Poulin et al., 1992; Porter et al., 1994; Hortobágyi et al., 1995; Porter et al., 1997). Por exemplo, nos resultados do estudo de Hortobágyi et al. (1995) foi observada uma diminuição com a idade da força concêntrica dos extensores do joelho de cerca de 30 Nm por década e apenas de 9 Nm por década na força excêntrica.

As possíveis explicações para esta melhor preservação da capacidade excêntrica com a idade incluem, o aumento da contribuição do tecido conjuntivo para a produção de força, a redução dos fracos ou instáveis sarcómeros e a alterações no ciclo de afastamento e reaproximação das pontes transversas durante as contracções excêntricas (Hortobágyi et al., 1995).

Para além de melhor preservada, parece que, segundo Overend et al. (2000), para a mesma intensidade relativa, o exercício submáximo isocinético excêntrico produz menores respostas ("stress") cardiovasculares do que o concêntrico. Este aumento da exigência cardiovascular no exercício concêntrico pode ser explicado pelo facto deste tipo de acção muscular recrutar, provavelmente, um maior número de unidades motoras do que a acção excêntrica (Tesch et al., 1990).

No entanto, apesar de diferentes autores (Vandervoort et al., 1990; Poulin et al., 1992; Hortobágyi et al., 1995; Thompson et al., 1999; Hortobágyi e DeVita, 2000; Overend et al., 2000) favorecerem a utilização da acção excêntrica na avaliação isocinética da força dos idosos, de um ponto de vista funcional, as observações clínicas têm mostrado que, apesar de melhor preservada, os idosos apresentam maiores dificuldades na realização de tarefas que impliquem a contracção excêntrica (Enoka, 1996).

Por outro lado, para além dos aspectos mais directamente relacionados com a coordenação do movimento, é também importante considerar a tensão gerada na unidade musculotendinosa que é muito maior nas acções excêntricas do que nas acções concêntricas, favorecendo, particularmente nos escalões etários mais velhos, a maior probabilidade de lesão muscular (Clarkson e Sayers, 1999; Plutz-Snyder et al., 2001).

Considerando as dificuldades coordenativas dos idosos e a possível indução de lesão muscular, optámos, no nosso estudo, por avaliar a acção concêntrica.

No que se refere à influência da velocidade, optámos por utilizar duas velocidades angulares distintas: uma mais baixa ($60^\circ/\text{seg.}$) e outra mais alta ($180^\circ/\text{seg.}$). Esta opção prendeu-se com o facto de: (i) por um lado, serem as velocidades mais frequentemente utilizadas nos estudos com este escalão etário (para refs. ver Bellew e Malone, 2000); (ii) por razões de ordem metodológica que passamos a analisar.

Para além de ser vulgarmente referida na literatura, a velocidade de $60^\circ/\text{seg.}$ é uma velocidade que se aproxima da velocidade utilizada em treino. Para além desse facto, é uma velocidade considerada segura, quer em termos cardiovasculares, quer em termos musculares (para refs. ver Bellew e Malone, 2000).

Diferentes estudos têm demonstrado que as respostas cardiovasculares aumentam com aumento da duração, intensidade (% da contracção máxima voluntária) e massa muscular envolvida (para refs. ver

Kleiner, 2000). Neste sentido, muitos investigadores acreditam que as baixas velocidades no dinamómetro isocinético, que permitem ao sujeito produzir um maior torque máximo, podem igualmente induzir uma resposta cardiovascular mais intensa. Por exemplo, no estudo de Kleiner et al. (1999) os aumentos da PA estavam relacionados com a diminuição da velocidade isocinética. Assim, considerando que a maioria dos sujeitos deste escalão etário são portadores de hipertensão, no nosso estudo, não utilizámos velocidades inferiores a 60°/seg.

Os efeitos de diferentes velocidades de exercício isocinético sobre o torque máximo têm sido estudados (para refs. ver Gleeson e Mercer, 1996). De acordo com diferentes autores, as avaliações feitas a velocidades mais lentas apresentam um maior grau de confiança do que os das velocidades elevadas (para refs. ver Gleeson e Mercer, 1996). O erro é tanto maior quanto maior a velocidade isocinética. A amplitude da carga, ou seja, a quantidade de movimento verdadeiramente isocinético, é progressivamente menor à medida que a velocidade angular aumenta, ou seja, existe uma relação inversa entre a amplitude da carga e a velocidade isocinética (Brown e Whitehurst, 2000). A quantidade de artefactos provocados pela ausência de carga em certas áreas do movimento total é tanto maior quanto maior a velocidade angular (Brown e Whitehurst, 2000). Este facto parece estar relacionado com factores neuromusculares e coordenativos. Por outro lado, as velocidades elevadas têm sido associadas à maior probabilidade de ocorrência de lesões, particularmente nos escalões etários mais velhos (para refs. ver Bellew e Malone, 2000). Assim, considerando todos estes pressupostos, a velocidade mais elevada por nós utilizada não ultrapassou os 180°/seg.

Apesar de Brown e Whitehurst (2000) recomendarem que a sequência das avaliações com diferentes velocidades se processe de forma aleatória para controlar possíveis efeitos de aprendizagem, a investigação não é unânime em considerar que a ordem das velocidades possa influenciar de forma significativa variáveis de força, tais como, o torque máximo, o trabalho e a potência (Kovaleski e Heitman, 1993; Timm e Fyke 1993). Neste sentido, apesar do nosso estudo envolver a utilização de duas velocidades distintas (60°/seg. e 180°/seg.), a sequência do teste foi sempre a mesma, ou seja, realizaram-se inicialmente cinco repetições máximas a 180°/seg. seguidas de três a 60°/seg. com um período de repouso de 2 minutos entre os testes. Dada a estabilidade dos nossos valores e dos desvio padrão, pensamos que o factor aprendizagem na sequência das velocidades entre os momentos de avaliação, distanciados entre si por 3 meses, terá sido negligenciado.

Por fim, as instruções verbais, igualmente contempladas no nosso estudo, devem estar presentes em todos os momentos de avaliação e em todos os sujeitos avaliados (Davies et al., 2000).

5.4.1.1. Grupo G (“Ginástica de Manutenção”)

Para além das considerações relativamente à especificidade da avaliação isocinética, é importante, para a interpretação e comparação dos resultados, considerar a especificidade da metodologia relativa ao protocolo de treino.

Os ganhos de força têm sido observados com diferentes tipos de treino: isométrico, isocinético e isotónico (Frontera et al., 1990; Grimby et al., 1992; Skelton et al., 1995; Westhoff et al., 2000). Todavia, a maioria destes estudos sobre o efeito da actividade física na força muscular dos idosos, refere-se a treino específico de força com pesos ou equipamento específico, sendo menos frequentes os estudos que utilizam programas de actividade física generalizada, apesar de ser aquela mais vulgarmente aplicada a este escalão etário (Lord e Castell, 1994; Puggaard et al., 1994).

No nosso estudo, aplicámos, no primeiro ano do protocolo experimental, um programa de actividade física generalizado cujo objectivo central foi a melhoria de todas as componentes da aptidão física com reflexo sobre a qualidade de vida dos idosos. A grande vantagem deste tipo de programas generalizados é o facto de serem mais motivadores do que os específicos de força e de, geralmente, reflectirem melhor as actividades diárias do idoso. De facto, a maioria das tarefas quotidianas, tais como caminhar, subir degraus, pegar em compras, etc., são actividades dinâmicas que requerem a coordenação e a contracção de vários grupos musculares simultaneamente. Neste sentido, para a melhoria da funcionalidade, é importante trabalhar as diferentes componentes da aptidão física através de movimentos multiarticulares e não apenas realizar exercícios de força muscular com movimentos articulares isolados.

Por outro lado, apesar do treino de força com equipamento específico (p.ex. máquinas de resistência variável) ser o mais recomendado, comparativamente aos exercícios mais genéricos, dado fornecer um melhor “feedback” quanto à individualidade das cargas, diferentes estudos têm referido a efectividade destes últimos programas com exercícios menos específicos na manutenção e/ou melhoria da força e resistência musculares (para refs. ver ACSM, 1998b).

No nosso estudo, utilizamos como indicador da força muscular o torque máximo (“peak torque”), definido como o ponto máximo na curva de extensão/flexão, ou seja, o valor mais elevado produzido pela acção muscular obtido em cada velocidade à medida que o membro se desloca na sua amplitude de movimento (Wilk, 1991; Kannus, 1992; Dvir, 1995; Davies et al., 2000).

Dos vários índices utilizados na literatura, o torque máximo parece ser aquele que apresenta um menor erro e um maior nível de confiança (Gleeson e Mercer, 1996), sendo, como tal, aquele tradicionalmente mais utilizado, quer clinicamente, quer em investigações científicas (Rothstein et al., 1987; Kannus, 1994; Gleeson e Mercer, 1996; Davies e Ellenbecker, 1998). De facto, o torque máximo tem sido considerado por numerosos autores como um indicador preciso e com elevada

fiabilidade para a avaliação da força isocinética de diferentes grupos musculares de indivíduos idosos (Kannus, 1992; Bellew e Malone, 2000; Akima et al., 2001).

De acordo com os resultados do torque máximo do nosso estudo, podemos verificar que os valores não se alteraram significativamente após aplicação do programa bi-semanal de "Ginástica de Manutenção" (cf. Quadro 17), sugerindo que, provavelmente, este tipo de actividade física generalizada não foi suficientemente intensa ou específica para provocar alterações significativas neste parâmetro.

Embora existam estudos que refiram a melhoria dos níveis de força com a actividade física generalizada (Puggaard et al., 1994; Lord et al., 1995), a maioria dos trabalhos, tal como no nosso caso, referem a necessidade da especificidade do treino associada à elevada intensidade, para poderem ser observados aumentos na força e na massa musculares (Fiatarone et al., 1994). Os treinos generalizados e com intensidades mais baixas (peso corporal, bandas elásticas, etc.) resultam, normalmente, em reduzidos ou nulos aumentos da força (Larsson, 1982; Westhoff et al., 2000).

Puggaard et al. (1994) encontraram melhorias na força isométrica máxima de diferentes grupos musculares entre 7 e 27% após aplicação de um programa bi-semanal de treino generalizado (45 minutos) durante 5 meses. De acordo com os autores, este resultado está, provavelmente, relacionado com o baixo nível inicial dos seus idosos. Reforçando esta ideia, os autores evidenciam os maiores ganhos encontrados nos músculos do tronco, que são, geralmente, menos solicitados no dia a dia dos idosos, comparativamente aos músculos dos membros inferiores e superiores.

Neste sentido, é, também possível, que o nível inicial dos sujeitos da amostra dos estudos que se referem à melhoria da força após actividade física generalizada (Puggaard et al., 1994), seja mais baixo do que o da nossa amostra, possuindo, provavelmente, os nossos idosos níveis de força acima da média considerada para esta idade e, como tal, responderem de forma menos evidente a um dado estímulo de treino.

De facto, apesar de, no estudo de Salem et al. (2000), os idosos (74.3 ± 7.3 anos) apresentarem valores de pré-treino no torque máximo para a flexão do joelho a $60^\circ/\text{seg.}$ no membro dominante semelhantes aos encontrados no nosso estudo (43.8 vs. 41.9 Nm), no que se refere ao torque máximo da extensão do joelho para a mesma velocidade angular, estes autores encontraram valores substancialmente inferiores aos da nossa amostra (64.5 vs. 95.6 Nm). De igual modo, quando observamos os valores médios iniciais da nossa amostra, em função do nível inicial de força, verificamos que mesmo aqueles considerados menos fortes possuem valores no momento máximo na extensão do joelho a $60^\circ/\text{seg.}$ superiores aos do estudo destes autores (79.1 vs. 64.5 Nm). Também, O'Neil et al. (2000) apresentaram valores basais para o torque máximo a $180^\circ/\text{seg.}$ na extensão do

joelho ligeiramente inferiores aos da nossa amostra, quer no membro dominante (54.0 vs. 61.0 Nm), quer no não-dominante (52.4 vs. 57.3 Nm).

No entanto, de acordo com alguns autores para a comparação dos momentos máximos de força é importante analisar os resultados em função da variável sexo (Lindle et al., 1997; Tracy et al., 1999). No nosso trabalho, mesmo após esta subdivisão da amostra total, quer os homens, quer as mulheres continuam a apresentar valores iniciais superiores aos observados noutros estudos. Por exemplo, comparativamente aos valores apresentados por Salem et al. (2000), embora para o torque da flexão os valores sejam semelhantes aos encontrados por nós (39.8 ± 14.6 Nm vs. 39.5 ± 9.4 Nm nas mulheres e 55.6 ± 20.9 Nm vs. 55.9 ± 29.7 Nm nos homens), no movimento de extensão verificamos que no nosso estudo ambos os sexos possuem valores significativamente mais altos (56.1 ± 21.9 Nm vs. 90.4 ± 20.7 Nm nas mulheres e 90.0 ± 38.5 Nm vs. 130.4 ± 28.9 Nm nos homens).

Tal como observado no nosso trabalho, a literatura tem descrito que os homens são significativamente mais fortes, independentemente do grupo muscular avaliado e da velocidade angular envolvida (Vandervoort e McComas, 1986; Rice et al., 1989; Frontera et al., 1991; Lindle et al., 1997; Tracy et al., 1999; Hughes et al., 2001). No nosso trabalho, o torque máximo das mulheres foi significativamente inferior ao dos homens, apresentando as mulheres, em média, valores na velocidade angular de $60^\circ/\text{seg.}$ de, respectivamente, 69% e 70% da força dos homens para os músculos extensores e flexores do joelho e de, respectivamente, 62% e 75% da força dos homens quando testadas a $180^\circ/\text{seg.}$ No estudo de Frontera et al. (1991), as mulheres avaliadas a $60^\circ/\text{seg.}$ apresentaram, respectivamente 61% e 62% da força dos homens na extensão e flexão do joelho. Já anteriormente, Murray et al. (1985) descreveram valores médios da força dos extensores do joelho de mulheres entre os 20 e os 86 anos de cerca de 74% daquela observada nos homens de idade semelhante. Também, Borges (1989) observou que mulheres de diferentes idades registavam, aproximadamente, 65.7% e 53% do torque isocinético para, respectivamente, os extensores e os flexores do joelho comparativamente aos homens do mesmo escalão etário.

No entanto, apesar dos vários estudos se referirem aos mais baixos níveis de força encontrados nas mulheres idosas comparativamente aos homens idosos (Murray et al., 1985; Borges, 1989; Frontera et al., 1991; Tracy et al., 1999), nenhum outro trabalho, segundo o nosso conhecimento, refere que a adaptação da performance muscular ao treino se faz de forma diferenciada entre homens e mulheres (Hakkinen e Hakkinen, 1995; Tracy et al., 1999; Lemmer et al., 2000). Este facto foi também confirmado no nosso estudo, onde não foram observadas diferenças estatisticamente significativas na percentagem de alteração dos valores do momento máximo de força dos membros inferiores após treino entre homens e mulheres. Assim, podemos constatar que, nem as mulheres, nem os homens

apresentaram alterações significativas nos níveis de força isocinética dos membros inferiores após 6 meses de treino generalizado.

No nosso estudo foi observada uma certa estabilização dos valores médios, bem como dos desvio padrão, nos diferentes momentos avaliados. Ou seja, estes resultados reflectem, por um lado, o “não-efeito” do treino, mas, por outro lado, sugerem a homogeneidade das respostas de adaptação dos nossos idosos ao dinamómetro isocinético. Assim, pensamos que, provavelmente, a fase de familiarização dos movimentos específicos a este dinamómetro foi suficiente para controlar o factor de habituação e de aprendizagem, de tal modo que os padrões de movimento e as exigências do teste se tornaram, de certa forma, familiares para os sujeitos da nossa amostra.

De igual modo, esta homogeneidade na adaptação foi observada no défice bilateral.

Assim, reforçando a ideia da utilização do dinamómetro isocinético nos idosos, no nosso estudo, para além da estabilidade das respostas entre diferentes sujeitos ao longo do tempo, foi igualmente observada uma estabilidade nas respostas entre diferentes grupos musculares do mesmo sujeito.

Relativamente à comparação bilateral, e tendo por base o estudo de Davies et al. (2000) que refere que as diferenças bilaterais na ordem dos 10 a 15% são considerados como normais, podemos verificar que em nenhum momento, os nossos idosos apresentaram valores considerados fisiologicamente desequilibrados (cf. Quadro 21).

Para além da comparação bilateral poder reflectir possíveis desequilíbrios musculares e/ou padrões de debilidade que podem predispor os indivíduos a lesões musculares, a comparação unilateral (relação agonista/antagonista), é igualmente determinante para identificar debilidades dos grupos musculares avaliados.

Neste sentido, a razão flexores/extensores (IT/Q) foi outro dos parâmetros seleccionados no nosso estudo, sendo definido como o rácio entre o momento máximo da flexão e o momento máximo da extensão do joelho.

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 e 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. Para além disso, paralelamente à diminuição dos valores da força, a inadequada razão entre estes dois grupos musculares tem apresentado correlações positivas com o maior risco de lesão (Gleeson e Mercer, 1996).

Durante as acções musculares, estes músculos geralmente coactivam, ficando um grupo a direccionar o movimento através da acção concêntrica e o outro a estabilizar e a controlar a articulação do joelho via acção excêntrica simultânea. Estudos electromiográficos com dinamómetros isocinéticos (Osternig

et al., 1984) têm demonstrado que os músculos isquio-tibiais se mantêm bastante activos como antagonistas na extensão do joelho, enquanto que os músculos quadricípites apresentam uma pequena coactivação durante a flexão. Isto deve-se, provavelmente, ao facto dos músculos quadricípites serem mais potentes e, como tal, requererem uma maior coactivação dos antagonistas para a coordenação e desaceleração durante a extensão do que aquela que é requerida pelos músculos isquio-tibiais durante a flexão.

No nosso estudo não foram observadas diferenças com significado estatístico entre os diferentes momentos na razão flexores/extensores em ambos os membros e em ambas as velocidades estudadas, sugerindo que o programa de actividade física generalizado também aqui não induziu melhorias significativas em termos de equilíbrio funcional nos nossos idosos. Esta não alteração após 6 meses de treino pode ser justificada pela ausência de efeito do nosso programa de actividade física sobre as diferentes variáveis respeitantes ao momento máximo.

Ao compararmos os valores médios iniciais da razão flexores/extensores com aqueles referidos noutros trabalhos, verificamos que a nossa amostra apresenta valores mais baixos. Por exemplo, Frontera et al. (1991) no seu estudo transversal, apresentam valores superiores aos encontrados por nós, quer nos homens (55.5% vs. 51.4%), quer nas mulheres (54% vs. 44.1%), com idades compreendidas entre os 65 e os 78 anos, quando avaliado o membro dominante a 60°/seg. Num estudo recente, Salem et al. (2000) apresentam valores para a velocidade angular de 60°/seg. no membro dominante, quer nas mulheres sedentárias (70.9%), quer nos homens (61.7%) de 74.3 anos de idade média ainda mais elevados do que Frontera et al. (1991). Mesmo considerando a amostra total, os nossos idosos possuem uma mais baixa relação comparativamente aos idosos do estudo de Salem et al. (2000) (45.0% vs. 67.9%).

Tal como no momento máximo, esta relação agonista/antagonista é afectada pela velocidade de movimento ao longo de todo o ângulo articular. A literatura, tal como observado no nosso estudo, descreve um aumento da razão flexores/extensores com o aumento da velocidade, de tal modo que, acima dos 300°/seg. o torque máximo dos músculos isquio-tibiais excede o torque máximo dos músculos quadricípites (Klopfer e Greij, 1988).

A pequena diferença na IT/Q entre as duas velocidades angulares observada no nosso estudo, pode reflectir, em parte, a incapacidade para realizar movimentos rápidos em músculos que, geralmente, fazem movimentos mais lentos, como é o caso dos músculos flexores dos joelhos, cuja função principal é a estabilização do movimento na marcha.

5.4.1.2. Grupo G+M (“Ginástica de Manutenção + Musculação”)

Para além das diferenças dos estudos com diversos tipos de treino, os resultados dos trabalhos acerca dos efeitos do treino específico de força são também, por vezes, diversificados e, como tal, difíceis de comparar. Estas diferenças podem ser justificadas em diversos aspectos: i) características dos sujeitos da amostra incluindo idade, actividade física e estado de saúde; ii) variáveis do treino como séries, repetições, intensidade, progressão, número de treinos por semana, bem como, número de exercícios realizados; iii) duração do protocolo de treino e iv) métodos de avaliação.

A literatura (para refs. ver ACSM, 1998b), tem descrito que os ganhos relativos da força podem estar também relacionados com os valores iniciais, onde os indivíduos com baixos níveis iniciais apresentam uma maior magnitude nos ganhos de força. Por exemplo, Fiatarone et al. (1994) encontraram aumentos da força de cerca de 114% nos membros inferiores após 10 semanas de treino de força em idosos institucionalizados debilitados e com idade bastante avançada. Pelo contrário, no estudo de Berg e Lapp (1998), os idosos saudáveis com idade média de 73 anos e que possuíam valores relativamente elevados de força muscular (111 Nm) não apresentaram melhorias após treino.

Os valores iniciais da força dos nossos sujeitos mostram que os participantes eram relativamente aptos do ponto de vista de força muscular para a média dos indivíduos do mesmo escalão etário (Dvir, 1995; Frontera et al., 1988). De facto, estes valores basais são, tal como ocorreu no grupo G, superiores aos descritos por vários autores (O’Neil et al., 2000; Salem et al., 2000). Assim, por exemplo, quer em termos totais, quer relativizados em função do sexo, os valores observados no nosso estudo, quer para a flexão, quer para a extensão do joelho a 60°/seg. são superiores aos encontrados por Salem et al. (2000).

Em concordância com a ideia anterior, quando analisamos o conjunto dos valores relativos ao torque máximo nos diferentes momentos do grupo G+M em função do nível inicial de força (cf. Quadros 26 e 27), verificamos que, à excepção do movimento de flexão no membro não-dominante na velocidade mais lenta, não foram encontradas alterações significativas nos diferentes momentos estudados no subgrupo mais forte. Pelo contrário, o subgrupo menos forte apresentou, tal como o grupo na sua totalidade, à excepção do movimento de extensão e de flexão do membro dominante em ambas as velocidades, diferenças com significado estatístico ao longo do protocolo. Estes resultados sugerem que, provavelmente, as variações do grupo na sua totalidade foram influenciadas pelos valores do subgrupo menos forte. Paralelamente, mesmo no subgrupo mais forte, foram os valores do grupo muscular mais débil e do membro mais fraco que poderão, igualmente, ter contribuído para as alterações do grupo global.

Por outro lado, ao compararmos os valores iniciais de ambos os grupos, verificamos que o grupo G, ou seja, aquele que foi submetido exclusivamente a sessões de “Ginástica de Manutenção” possui valores

inferiores aos do grupo submetido ao programa combinado de “Ginástica de Manutenção” e sessões de “Musculação”. Este facto, juntamente com a observação de que não existiram diferenças significativas entre as sessões de “Ginástica de Manutenção” (G1 e G2), bem como, nas características gerais da amostra, vem reforçar ainda mais a ideia da importância do treino de força na evolução dos níveis desta capacidade nos nossos idosos.

A exclusão de sujeitos com problemas clínicos severos é necessária para minimizar os riscos durante os testes de força, mas vai, inevitavelmente, resultar numa selecção da amostra para os mais aptos e por isso, também normalmente, mais fortes (Hughes et al., 2001). Por exemplo, a exclusão de indivíduos com doenças crónicas severas, num estudo longitudinal recente onde foram seguidos durante 5 anos sujeitos idosos (Ratanen et al., 1997), pode explicar o não-declínio da força muscular dos extensores do joelho de idosos após esse período de tempo. As incapacidades e problemas funcionais são comuns neste escalão etário. Por exemplo, 42% dos homens e 63% das mulheres entre os 75 e os 84 anos apresentam dificuldades em tomar banho, alimentar-se, levantar-se da cama, vestir-se, etc. (Laukkanen et al., 1993).

Por outro lado, os idosos voluntários são, geralmente, os mais activos e saudáveis enquanto que aqueles que desistem são, normalmente, os que têm problemas de saúde mais graves (Shephard, 1995).

Neste sentido, podemos afirmar que os participantes deste estudo constituem, de certo modo, um grupo auto-seleccionado com uma saúde e aptidão física média mais elevada do que a generalidade da população para o mesmo intervalo de idade.

Reforçando a ideia da especificidade da adaptação, onde os baixos níveis apresentam uma maior magnitude nos ganhos de força, no nosso estudo, foram encontrados aumentos significativos da força entre o momento final e o inicial no membro não-dominante, quer no movimento de extensão, quer de flexão do joelho em ambas as velocidades angulares estudadas. No entanto, nas mesmas velocidades, no membro dominante não foi observada nenhuma melhoria significativa após treino. Ou seja, o ganho foi maior naquele membro que, supostamente, é menos utilizado e, como tal, mais fraco.

Para além disso, o facto do membro não-dominante apresentar maiores ganhos relativos de força do que o membro dominante é de especial importância na medida em que faz diminuir o défice bilateral e, como tal, diminuir a probabilidade de lesão. Embora os valores apresentados pelos nossos idosos sejam considerados fisiologicamente equilibrados, dado não ultrapassarem os 10-15% de diferença (Davies et al., 2000), o valor que mais se aproximou deste limiar (movimento de extensão na velocidade angular de 180°/seg.), foi significativamente diminuído após a aplicação do programa de treino (cf. Quadro 29).

Recentemente, O'Neill et al. (2000) encontraram um aumento significativo de cerca de 31% na força dos músculos extensores do joelho do membro não-dominante avaliado a 180°/seg. após treino de força em idosos moderadamente activos com média de idade de 66.3±1.2 anos. No nosso estudo, nesta variável do momento máximo (180END), foi encontrado, para a totalidade da amostra, um aumento de cerca de 14.4% após treino. A divergência entre o ganho relativo dos dois estudos pode, entre outros factores, ser justificada nos valores basais do estudo dos autores que, nesta variável, são ligeiramente inferiores aos observados por nós. A diferença nos desenhos do protocolo de treino poderá, também, ter contribuído para a divergência das variações entre os estudos. No trabalho de O'Neill et al. (2000) foram efectuados treinos tri-semanais de, aproximadamente, 1 hora, sendo realizadas 5 séries de exercícios específicos unilaterais para os extensores e flexores do joelho com 10 repetições cada.

As diferenças observadas no nosso estudo entre homens e mulheres na força absoluta têm sido também descritas por numerosos autores em diferentes grupos musculares (Vandervoort e McComas, 1986; Rice et al., 1989; Frontera et al., 1991; Lindle et al., 1997):

No entanto, apesar de vários estudos referirem os maiores valores da força muscular absoluta dos homens comparativamente às mulheres, nenhum estudo por nós consultado refere uma especificidade de adaptação de acordo com o sexo. Por exemplo, apesar de Tracy et al. (1999) encontrarem valores de pré-treino significativamente maiores nos homens, os ganhos musculares relativos do membro exercitado, após treino específico de força durante 9 semanas, foram semelhantes, tanto nos homens, como nas mulheres. De igual modo, Lexell et al. (1995) verificaram que apesar dos níveis iniciais de força entre homens e mulheres serem significativamente diferentes, as respostas ao treino de força foram semelhantes, quer nos extensores do joelho, quer nos flexores do cotovelo. Os nossos resultados são concordantes com estes autores, na medida em que os homens apresentaram valores mais elevados em qualquer uma das variáveis estudadas comparativamente às mulheres, mas a percentagem de alteração nos valores da força muscular com o treino não foram significativamente diferentes entre homens e mulheres.

Trabalhos anteriores com jovens descrevem que homens e mulheres manifestam aumentos equivalentes na força muscular como resposta ao treino de força. Por exemplo, Castro et al. (1995) sugeriram, no seu estudo com jovens, que os maiores valores na força encontrados nos sujeitos treinados com treino de força comparativamente aos não treinados ocorreram independentemente da variável sexo. De igual modo, Cureton et al. (1988) encontraram aumentos semelhantes na força muscular de jovens homens e mulheres após 16 semanas de treino de força.

Neste sentido, a literatura parece ser unânime em considerar que, apesar dos valores absolutos iniciais serem diferentes, as mulheres e os homens idosos adaptam-se de forma similar ao treino de força.

Assim, tal como observado no nosso estudo, independentemente da idade e do sexo, com estímulos adequados de treino é possível aumentar a força muscular dos músculos exercitados (Kamen et al., 1995; Higbie et al., 1996; Narici et al., 1996; Hakkinen et al., 1998; Lemmer et al., 2000).

Estudos recentes recomendam uma intensidade de 80% de 1RM para maximizar a força e os ganhos funcionais após treino de força (Fiatarone et al., 1990; Grimby et al., 1992; Nelson et al., 1994; Taaffe et al., 1996; Evans, 1999). Todavia, por outro lado, existem também trabalhos que descrevem que baixas intensidades e mesmo baixas frequências de treino de força induzem, não apenas melhorias na força (Pruitt et al., 1995; Taaffe et al., 1996; Laidlaw et al., 1999; Taaffe et al., 1999; Adams et al., 2001), como também, podem aumentar a funcionalidade dos idosos (Chandler et al., 1998). Por exemplo, Pruitt et al. (1995) encontraram aumentos de, respectivamente 48 e 42% nos níveis de força nos membros inferiores (“leg press”) após 12 meses de treino de força, tanto com baixas (40% de 1RM), como com elevadas intensidades (80% de 1RM). Assim, parece que, não apenas a intensidade da contracção *per se* (McDonagh e Davies, 1984), mas também a carga total ou a prática de determinado movimento (Laidlaw et al., 1999) podem aumentar a força máxima. Estudos utilizando estas baixas a moderadas intensidades têm descrito aumentos na ordem dos 10 a 30% da força em idosos saudáveis e independentes na sua vida diária (Brown e Holloszy, 1991; Chandler et al., 1998). Connelly e Vandervoort (1995), ao submeterem 10 mulheres idosas (81.6 ± 8.4 anos) a 8 semanas de treino de força com intensidades entre os 30 e os 50% de 1RM (3xsem), mostraram que não são necessárias elevadas intensidades de treino de força para induzir aumentos nesta capacidade. Recentemente, Bembem et al. (2000) mostraram que um programa de baixa intensidade com volume de treino suficiente, pode produzir ganhos de força relativos semelhantes ao treino de elevada intensidade em mulheres pós-menopausa sedentárias.

Neste sentido, e de acordo com Fiatarone et al. (1994), é clinicamente importante perceber que, se um idoso não tolera elevadas intensidades como consequência da dor articular ou de qualquer outra enfermidade, um programa modificado de exercício constitui-se como uma alternativa importante para a melhoria da saúde e da aptidão física. O menor desconforto e a menor probabilidade de lesão, tornam o exercício de baixa a moderada intensidade uma alternativa viável para aumentar a força muscular.

De um modo geral, a literatura considera intensidades elevadas aquelas realizadas acima de 80% de 1RM. As realizadas a 50%-60% de 1RM são classificadas como sendo de moderada intensidade e,

por fim, aquelas inferiores ou iguais a 40% de 1RM são consideradas de baixa intensidade (Taaffe et al., 1996). Assim, a intensidade do nosso estudo situa-se entre a moderada e a elevada intensidade até porque as últimas repetições foram, por vezes, efectuadas com maior dificuldade. A escolha, no nosso estudo, dos 70% de 1RM, teve por base as características dos nossos idosos que apesar de não possuírem vivências anteriores neste tipo de trabalho específico de força, eram fisicamente activos e saudáveis, bem como, a boa aceitação e familiarização com as máquinas de resistência variável por nós propostas.

Neste sentido, e apesar de, em oposição à maioria dos trabalhos que utilizam treino tri-semanal, foram encontrados nos sujeitos do nosso estudo que treinaram apenas 2 vezes por semana, aumentos da força isocinética (PT) entre 4 e 25% dependendo do tipo de exercício e parâmetro avaliado. Num estudo recente, Hakkinen et al. (2000) encontraram após treino bi-semanal aumentos na ordem dos 16 a 28% na força máxima dos extensores do joelho. Assim, parece que a frequência do treino, pelo menos em idosos sedentários, pode ser tão baixa como 2 vezes por semana, quando a intensidade do treino, tal como no nosso estudo, for relativamente elevada e aumentada progressivamente ao longo do período de treino.

Por outro lado, parece-nos importante referir o facto de não terem existido lesões musculares, nem durante o treino, nem durante as avaliações de 1RM, nem, ainda, na avaliação isocinética da força. Este facto, reforça a ideia descrita na literatura (Pyka et al., 1994), de que o treino de força prolongado de moderada a elevada intensidade pode ser efectuado com elevada tolerância por sujeitos idosos com consequente aumento desta capacidade.

Os aumentos da força do nosso estudo foram menores do que aqueles descritos noutros trabalhos. Por exemplo, Frontera et al. (1988) encontraram aumentos muito mais expressivos (107%) nos valores de 1RM dos extensores do joelho após 12 semanas de treino bilateral de força em idosos. Fiatarone et al. (1990) descrevem aumentos na ordem dos 174% após 8 semanas de treino de força. Estas diferenças são, muito provavelmente, justificadas nos baixos níveis de força iniciais dos idosos destes estudos, até porque, em ambos os trabalhos, a amostra englobou idosos institucionalizados e debilitados. Por outro lado, para além das diferentes metodologias de avaliação, a ausência de sessões de familiarização para controlar os efeitos da aprendizagem motora observada nestes estudos (Fiatarone et al., 1990; Charette et al., 1991; Lindle et al., 1997) pode também, em parte, contribuir para estas diferenças. No nosso estudo, o factor aprendizagem na avaliação isocinética da força, parece não ter sido evidenciado, dada a homogeneidade das respostas observadas pela estabilidade dos desvio padrão.

Para além disso, uma melhoria nos testes intermédios (3 meses) era de esperar como resultado do aumento da coordenação e familiarização com os movimentos inerentes ao protocolo e equipamento

de avaliação. Todavia, no nosso estudo, à excepção do momento máximo durante a flexão do joelho do membro não-dominante a 60°/seg., a força dos músculos quadríceps nas avaliações isocinéticas intermédias permaneceu relativamente constante comparativamente aos valores de pré-teste. Pelo contrário, e reforçando a ideia do factor aprendizagem reflectido na especificidade do método de avaliação, quando analisamos os valores da força nos diferentes momentos pelo método de 1RM, verificamos que existem alterações significativas entre o momento inicial e os 3 primeiros meses, não sendo, no entanto observadas diferenças significativas entre o momento intermédio e o momento final de treino. Aliás, enquanto que pela avaliação pelo método de 1RM o ganho relativo dos 3 primeiros meses foi significativamente superior àquele obtido nos últimos 3 meses de treino, na avaliação isocinética esta variação não foi evidente (cf. Quadro 41). De igual modo, os ganhos totais relativos foram muito superiores quando avaliados pelo método de 1RM comparativamente à avaliação isocinética.

Para além disso, o facto de encontrar diferenças entre as avaliações isocinéticas intermédias e os valores de pré-teste no membro não-dominante, ou seja, naquele supostamente mais fraco e, por outro lado, no movimento de flexão, que, de um modo geral, é aquele menos solicitado nas actividades diárias do idoso apresentando, em princípio, valores mais baixos de força, releva a ideia referida anteriormente quanto à magnitude dos ganhos relativamente aos níveis iniciais.

Neste sentido, para além da duração do programa de treino (Seals et al., 1984b; Pollock e Wilmore, 1990) e do nível inicial de aptidão física (Frontera et al., 1988), a comparação dos resultados é dependente da especificidade da avaliação em relação ao treino (Pollock e Wilmore, 1990; Fleck e Kraemer, 1997). Fleck e Kraemer (1997), ao efectuarem uma revisão de 13 estudos de diferentes formas de treino, descreveram uma melhoria média na força de "bench-press" de 23.3% quando os sujeitos eram avaliados com o equipamento de treino e apenas 16.5% quando avaliados em ergómetros isotónicos ou isocinéticos específicos. De igual forma, estes autores descrevem um aumento médio de 26.6% na força dos membros inferiores quando avaliados no equipamento de treino e de 21.2% com ergómetros específicos. Também, no nosso estudo, o ganho relativo de força "isotónica" observado no "seated leg curl" e no "leg extension" foi de, respectivamente 34.3% e 24.4% comparativamente aos 4.4% e 5.1% observados na avaliação isocinética para, respectivamente, os músculos flexores e extensores do joelho avaliados a 60°/seg.

Assim, na maioria dos estudos onde o treino e a avaliação são efectuadas no mesmo equipamento, a percentagem de alteração é muito maior do que aquela observada nos estudos com dinamómetros isocinéticos e, como tal, os trabalhos não podem ser directamente comparáveis (Porter e Vandervoort, 1995). Por exemplo, a força de 1RM descrita por Frontera et al. (1988) foi aproximadamente 10 vezes superior àquela avaliada de forma isocinética.

De facto, apesar dos resultados positivos do nosso estudo, o uso da avaliação isocinética parece ter subestimado os ganhos relativos obtidos com o treino. Está bem descrito que os testes que melhor replicarem a velocidade e as características dos movimentos utilizados no treino, apresentam melhorias mais evidentes na força muscular (Coyle et al., 1981; Murphy e Wilson, 1997). Uma possível explicação para esta especificidade da resposta ao treino de força baseia-se no facto das melhorias da força estarem relacionadas com as adaptações que ocorrem, quer nas próprias fibras musculares, quer na organização neural e na excitabilidade de um dado padrão de movimento voluntário (Sale, 1988; Staron et al., 1994).

Assim, a especificidade da resposta ao treino parece ser, pelo menos em parte, dependente de factores neurais (Sale, 1988; Lexell et al., 1995; Hakkinen et al., 1996a). Por exemplo, Hakkinen et al. (1996a) descrevem que existe uma especificidade do treino em relação à forma simétrica (bilateral) ou assimétrica (isolada) de treino e de avaliação. Ou seja, de acordo com os autores, os indivíduos que treinam de forma bilateral, como ocorre no nosso estudo, apresentam maiores índices de força e sinais de EMG mais exuberantes quando avaliados simetricamente do que quando avaliados de forma assimétrica. Assim, e de acordo com os autores (Hakkinen et al., 1996a), embora o sinal de EMG seja complexo e represente apenas a média da activação neural máxima muscular, estes resultados sugerem que a especificidade do treino tenha uma base neural. Reforçando esta ideia, os autores não encontraram diferenças estatisticamente significativas na hipertrofia muscular entre os sujeitos que treinaram de forma unilateral e bilateral.

No nosso estudo, os valores obtidos para todas as variáveis do momento máximo na velocidade que mais se aproxima da velocidade de treino, ou seja, na velocidade angular de 60°/seg., foram significativamente superiores, quer no membro dominante, quer no não-dominante.

Para além da especificidade da resposta ao treino, a reduzida produção do torque nas velocidades elevadas comparativamente às velocidades mais lentas, pode estar associada à perda das fibras tipo II e à redução da capacidade de realizar contracções rápidas.

Parece-nos, no entanto, importante referir que, apesar das alterações no membro dominante após programa de treino combinado não possuírem significado estatístico, esses aumentos foram, em alguns parâmetros, substanciais. Por exemplo, um aumento de 15% foi observado na força dos flexores do joelho avaliado a 60°/seg., o que parece ter um importante significado funcional.

Tal como no nosso estudo, Pyka et al. (1994) encontraram aumentos da força "isotónica" em idosos após um ano de treino de força a 75% de 1RM. Para além disso, tal como observado no nosso estudo pelo método de 1RM, a força aumentou após os 3 primeiros meses e depois entrou em "plateau", o que, de acordo com os autores, evidencia a importância da coordenação e do controlo neural nos ganhos iniciais de força. De igual modo, no estudo de Lexell et al. (1995), os idosos que realizaram

um re-treino de 11 semanas após 6 meses de destreino apresentaram ganhos lineares, quer nos extensores do joelho, quer nos flexores do cotovelo. No entanto, estes ganhos após re-treino foram, de um modo geral, mais baixos do que na fase inicial de treino com duração semelhante e idêntico protocolo experimental. De acordo com os autores, estes resultados sugerem que a primeira fase de aprendizagem e o controlo neural podem ser determinantes para os maiores ganhos iniciais de força. Aliás, reforçando a ideia de que os ganhos de força são, em grande parte, consequentes das alterações neurais, estes autores mostraram que, na sequência de 11 semanas de treino e com a redução na frequência do treino de três para uma vez por semana durante 27 semanas, os idosos mantiveram os seus níveis de força dos membros inferiores e superiores, tendo-se mesmo verificado um aumento da força no flexores do cotovelo.

De igual modo, Taafee e Marcus (1997) aplicaram, após destreino, um re-treino de curta duração (8 semanas) tendo observado um retorno dos valores de treinado da força muscular, mas não da área das fibras, sugerindo que o retomar dos valores da força foi obtido por adaptações neurais.

Estudos que descrevem o efeito cruzado do treino sobre o membro contralateral, bem como, estudos relativos à especificidade dos ganhos da força com o instrumento de avaliação, parecem ser bons indicadores da existência de adaptações neurais ao treino de força (Lemmer et al., 2000).

A resposta neural como resposta ao treino de força parece ser evidente e fundamental, particularmente nos primeiras semanas de treino. Provavelmente a fase de familiarização com o dinamómetro isocinético incluída no nosso estudo, foi suficiente para minimizar o factor aprendizagem, bem como muitas das melhorias neuromusculares que ocorrem nos primeiros meses de treino.

Para além das adaptações neurais, existem outros factores que podem explicar os ganhos de força após treino, incluindo, alterações na morfologia muscular, na biomecânica do tecido muscular/conjuntivo, na activação do sistema nervoso central e melhoria da coordenação, assim como, os aspectos psicológicos (Sale, 1988).

Porém, estes benefícios do treino sobre o sistema muscular esquelético são dependentes do carácter contínuo e regular do exercício (ACSM, 1998a). Por exemplo, Connelly e Vandervoort (1997) observaram, após 1 ano de cessação de actividade num grupo de idosas com média de idade de 83 anos submetidas a treino de força durante 8 semanas, uma diminuição da força dos músculos extensores do joelho de cerca de 25% comparativamente aos valores de pós-treino e de 10% em relação aos valores de pré-treino. Paralelamente às alterações na força muscular foram igualmente observadas, no estudo destes autores, alterações na mobilidade funcional após destreino.

Vários estudos têm descrito que as adaptações, quer morfológicas, quer funcionais podem desaparecer mesmo após curtos períodos de destreino. Por exemplo, Taafee e Marcus (1997) descreveram uma perda de 30% dos ganhos iniciais da força muscular após 12 semanas de destreino

na sequência de 24 semanas de treino de força. Para além da função, também a área das fibras tipo I e II foi revertida com o destreino aos valores de pré-treino. De igual modo, Fiatarone et al. (1990), ao estudarem a força de idosos debilitados após 4 semanas de destreino na sequência de 8 semanas de treino, observaram uma redução de 32% na força máxima. No entanto, no estudo de Lexell et al. (1995), apesar de se observarem reduções nos níveis de força após 6 meses de cessação do treino, estes valores não retornaram aos valores iniciais de pós-treino. De acordo com estes autores, a taxa de declínio após destreino foi menor do que o observado no estudo de Fiatarone et al. (1990), provavelmente, devido à idade inferior da amostra, bem como, aos maiores níveis de exercício dos seus idosos.

Para comparar resultados entre diferentes estudos sobre o destreino é necessário levar em linha de conta diversos aspectos, dos quais se salientam, a duração do período de destreino, a idade e o nível de actividade física da amostra, bem como, o método de avaliação utilizado.

No nosso estudo, enquanto que o destreino teve um impacto significativo na redução dos níveis de força "isotónica", não foram observadas quaisquer diminuições significativas na força isocinética após as mesmas 4 semanas de destreino. Uma possível justificação para esta ocorrência, poderá estar relacionada com os diferentes métodos utilizados. De facto, quando observamos a percentagem de alteração após treino e destreino, verificamos que as variações encontradas pelo método de 1RM foram superiores em magnitude às observadas na avaliação isocinética. Ou seja, tal como refere o ACSM (1998b), quanto maior o ganho, maior a perda com o destreino. Isto significa que ao maior ganho pelo 1RM terá correspondido, também, uma mais significativa diminuição da capacidade funcional.

Para além disso, outros factores para além da força muscular poderão ter contribuído para as variações mais evidentes observadas na avaliação pelo método de 1RM (para refs. ver Grimby et al., 1992). Por exemplo, comparativamente à avaliação isocinética, particularmente na velocidade de 60°/seg., a avaliação pelo método de 1RM parecer ser mais influenciada pela coordenação de movimentos. Ou seja, é possível que a maior variação observada na força "isotónica" se justifique, igualmente, no efeito mais evidente do treino e do destreino sobre os factores coordenativos e neurais. Outro aspecto determinante que poderá ter contribuído para a maior variação da força "isotónica", é, por um lado, a falta de rigor do método de 1RM quanto às velocidades e ângulos do movimento estudado e, por outro lado, a existência, neste método, de acções musculares adicionais com participação de diferentes grupos musculares acessórios àqueles que se pretende avaliar (para refs. ver Grimby et al., 1992).

Em conformidade com trabalho de Ivey et al. (2000) e de Lemmer et al. (2000), no nosso estudo não foram observadas alterações significativas da força muscular isocinética após destreino. Os resultados

do estudo de Lemmer et al. (2000), tal como o nosso trabalho, reforçam a ideia de que os efeitos positivos do treino de força podem ser mantidos até às 12 semanas de paragem de actividade mesmo em sujeitos idosos. De acordo Ivey et al. (2000), para além da massa muscular que foi significativamente reduzida após 31 semanas de destreino, existem outros factores que permanecem estabilizados e que contribuem para a preservação da força mesmo após a cessação do estímulo de treino.

Para além do efeito prolongado do treino, a manutenção dos níveis de força após um mês de destreino observado no nosso estudo, pode, também, ser justificada pela reduzida elevação, ainda que estatisticamente não significativa, dos níveis de actividade física diária dos nossos idosos (sem equacionar a actividade desportiva) durante este período de tempo (cf. Quadro 6).

Este ligeiro aumento da actividade diária pode estar relacionado com a época do ano envolvida no destreino, isto é, o Verão, onde geralmente os sujeitos tendem a ser mais activos. Cresso et al. (1996) observaram no seu estudo que os idosos aumentavam a sua actividade física diária quando as condições climáticas eram mais favoráveis, ou seja, na Primavera e Verão. De acordo com estudo de Cress et al. (1991), na ausência de um programa de actividade física formal, a variação sazonal da actividade física diária pode contribuir para as alterações da força e da área das fibras tipo II dos músculos extensores do joelho de mulheres na 8ª década. Por exemplo, no estudo deste autores, o grupo controlo considerado, com base num questionário aplicado, moderadamente activo, apresentou uma diminuição de 34% na actividade diária nos meses de Inverno, de tal modo que, as suas actividades de Inverno não foram suficientes para manter a força dos membros inferiores. De igual modo, o grupo exercitado apresentou nos meses de Inverno (sem equacionar os dias de exercício formal), uma diminuição da actividade quotidiana comparativamente aos meses de Verão.

Assim, tendo por base a potencial influência da actividade física diária na função muscular do idoso (Cress et al. 1991; Hunter et al., 2000; Kostka et al., 2000), o aumento no envolvimento em actividades diárias, mesmo sendo pequeno, pode ter sido um estímulo importante para a manutenção dos níveis de força nos idosos. Por exemplo, Rantanen e Heikkinen (1998) sugerem que realizar actividades como jardinar, caminhar, tarefas domésticas pode ser suficientemente intenso para prevenir a perda da força.

Na realidade, parece existir um ciclo de "feedback" entre a actividade física habitual e a força muscular que pode ter um sentido positivo (saudável) ou um sentido negativo (incapacitante) (Roubenoff, 2001). No sentido positivo, as pessoas que geralmente são mais aptas tendem a ser fisicamente activas, e mesmo aquelas com algum tipo de patologia que se iniciam num programa de actividade física tendem a ser mais activas no seu quotidiano, mesmo nos períodos de não-exercício (Fiatarone et al., 1994; Rali et al., 1996a,b; Roubenoff et al., 1997). No sentido negativo, à medida que os sujeitos

se tornam progressivamente mais fracos, quer por patologia, quer por sarcopenia, a proporção de esforço máximo requerido para a realização das tarefas diárias pode aumentar de tal modo, que leve ao seu abandono (Roubenoff, 2001). Assim, a redução da actividade física, como consequência da perda da força e da massa musculares, acelera a degeneração muscular ao remover o estímulo trófico inerente à actividade, sendo observado o mesmo em sentido oposto. Talvez por esta razão se justifique o facto de, na nossa amostra, os indivíduos mais activos serem também os que apresentaram níveis de força mais elevados, particularmente no que se refere aos movimentos mais lentos e aos músculos menos exercitados (cf. Quadro 38). De facto, quando analisamos os valores da força muscular isocinética de acordo com o nível inicial de actividade física, observamos que os idosos mais activos são aqueles que apresentam maiores níveis de força, particularmente nos músculos flexores do joelho quando avaliados a 60°/seg. O facto de não se encontrarem diferenças entre os dois subgrupos nos músculos extensores do joelho, que, em princípio, são aqueles mais utilizados no dia a dia, mostra a importância do exercício diário que, mesmo sendo ligeiro, permite atenuar a diferença dos valores de força muscular entre idosos mais activos e menos activos. De igual modo, sendo a velocidade de 60°/seg., comparativamente à de 180°/seg., a mais utilizada no quotidiano dos idosos, o maior nível de actividade física dos sujeitos mais activos poderá beneficiar, nesta velocidade, os seus valores da força muscular. Assim, tudo sugere que a actividade física diária, mesmo sendo reduzida, parece ter um papel importante nos níveis de força da musculatura dos membros inferiores. Outro factor que poderá ter contribuído para as diferenças observadas apenas na velocidade mais lenta, poderá estar relacionado com a coordenação neuro-muscular que tem uma menor participação nas velocidades mais lentas. Ou seja, é possível que os valores da força na velocidade mais elevada (180°/seg.) possam ter sido dissimulados pela boa coordenação, não tornando, como tal, tão evidentes as diferenças entre sujeitos mais e menos activos.

Relativamente à razão IT/Q, não foram observadas diferenças com significado estatístico entre os diferentes momentos estudados. Este facto pode estar, provavelmente, relacionado com a não especificidade do treino de força relativamente aos grupos musculares exercitados. Ou seja, uma vez que o protocolo de treino foi direccionado para aumentar a força de ambos os grupos musculares e não para favorecer um grupo muscular em relação ao outro, foram observadas melhorias significativas no momento máximo dos dois grupos musculares exercitados. De igual modo, tal como esperado, não existiram diferenças na percentagem de alteração da IT/Q após treino entre homens e mulheres, ou seja, a inexistência de diferenças entre sexos nas variáveis respeitantes à razão flexores/extensores foi mantida ao longo do protocolo experimental.

Por outro lado, tal como observado para o grupo G, quer no movimento de extensão, quer no de flexão do joelho, em ambos os membros, as percentagens mais elevadas foram observadas na velocidade angular de 180°/seg. Contudo, no nosso estudo, apesar de serem registados valores mais elevados nas velocidades mais altas, a diferença entre as duas velocidades não foi tão evidente como aquela sugerida pela literatura (Lexell et al., 1995; Hakkinen et al., 1996a). Este facto, sugere a possível influência de factores coordenativos e neurais com reflexo na incapacidade de realizar movimentos rápidos em músculos que geralmente efectuam movimentos lentos de estabilização.

De igual modo, reforçando esta ideia anterior, podemos verificar, no nosso estudo, que a diferença bilateral da IT/Q nas velocidades mais elevadas é superior às velocidades mais lentas, altera-se, ainda que sem significado estatístico, após treino e aumenta ligeiramente com o destreino. Neste sentido, parece-nos que o treino poderá ter tido uma influência, ainda que reduzida, sobre a contracção muscular, nomeadamente, na capacidade de activar os flexores a maior velocidade.

Diferentes autores (Frontera et al., 1988; Hakkinen et al., 1992; Hakkinen et al., 1998; Hakkinen et al., 2001) descrevem o aumento com o treino da activação neural dos agonistas e a redução da coactivação dos antagonistas como consequência do efeito da aprendizagem com o treino em sujeitos idosos. Este facto, juntamente com a activação otimizada dos sinergistas após treino de força (Hakkinen et al., 1998), desempenha um papel importante no aumento do torque produzido em torno da articulação do joelho. Ou seja, o controlo neural pode ser determinante para os maiores ganhos de força após treino.

Por outro lado, apesar de não ter significado estatístico, esta alteração no défice bilateral da razão flexores/extensores tem um importante significado fisiológico na medida em que passou de valores próximos do limiar de instabilidade muscular (11.2%), para valores considerados normais (5.6%). Davies et al. (2000) referem que as diferenças bilaterais até os 10 a 15% são considerados normais, reflectindo os valores superiores padrões de debilidade e/ou desequilíbrios musculares que podem predispor os sujeitos à maior probabilidade de lesão.

5.4.1.3. Grupo G vs. Grupo G+M

A fraqueza e o desequilíbrio musculares têm sido indicados como factores de risco para as quedas em diversos estudos prospectivos (para refs. ver Gardner et al., 2000). Assim, programas com intensidade suficiente para aumentar a força e o equilíbrio devem ser implementados como forma de prevenção de quedas e lesão. Deste modo, porque em oposição a alguns autores (Puggaard et al., 1994; Lord et al., 1995), não encontramos, após implementação de um programa de actividade física generalizado, alterações significativas nos níveis de força dos idosos, e considerando, tal como Fiatarone e Evans (1993), a força muscular, particularmente a dos membros inferiores, como sendo

um factor limitador mais importante para a manutenção de um estilo de vida autónomo do que a resistência cardiovascular, propusemos, no segundo ano do protocolo experimental, a inclusão de sessões adicionais de “Musculação”.

No sentido de clarificar com maior exactidão os efeitos de ambos os programas de actividade física por nós propostos, calculámos e comparámos os ganhos relativos de cada um dos programas, ou seja, analisámos qual a percentagem de alteração entre o momento final e o momento inicial do treino para a totalidade da amostra do grupo G e do grupo G+M. O facto de apenas termos utilizado nesta análise comparativa a totalidade da amostra, não observando os resultados em função da variável sexo, justificou-se no facto de anteriormente e em concordância com a literatura (Hakkinen e Hakkinen, 1995; Tracy et al., 1999) não termos encontrado diferenças na adaptação ao treino entre os dois sexos.

No nosso estudo, com excepção da flexão do joelho do membro dominante em ambas as velocidades estudadas e da extensão do mesmo membro quando testado a 180°/seg., em todas as outras variáveis relativas ao momento máximo, o ganho relativo dos idosos do grupo G+M, ou seja, daqueles submetidos a um programa combinado de “Ginástica de Manutenção + Musculação” foi significativamente maior do que o do grupo G, que representa os idosos submetidos exclusivamente a um programa de actividade física generalizado de “Ginástica de Manutenção” (cf. Quadro 34). Estes resultados, juntamente com o facto de não existirem diferenças significativas nas características da amostra, bem como, nas sessões de “Ginástica de Manutenção” desenvolvidas por ambos os grupos (G1 e G2), pode significar que um treino de força moderado a intenso é necessário para induzir aumentos significativos na musculatura dos membros inferiores. Esta ideia torna-se ainda mais evidente, quando observamos os níveis iniciais de ambos os grupos (cf. Quadro 33), onde, embora sem significado estatístico, o grupo G apresentou valores basais inferiores aos do grupo G+M. Ou seja, partindo do pressuposto de que um treino generalizado pode induzir melhorias na força (Puggaard et al., 1994; Lord et al., 1995), e de que os baixos níveis iniciais resultam em maiores ganhos (para refs. ver ACSM, 1998b), seria de esperar que o grupo G obtivesse maiores ganhos, o que não se verificou.

Por outro lado, o facto de não se ter encontrado diferenças com significado estatístico no membro dominante, estará relacionado com a sua maior utilização nas tarefas quotidianas. Esta estimulação diária superior, com provável reflexo nos maiores níveis iniciais de força, terá estado na origem de uma menor resposta aos programas de treino. Esta suposição quanto à magnitude da resposta de adaptação onde os níveis mais baixos resultam em maiores aumentos de força, torna-se evidente quando analisamos os ganhos relativos totais de ambos os programas de treino, ou seja, aqueles resultantes do somatório da percentagem de alteração das diferentes variáveis estudadas, em função

do nível inicial de força. Os idosos considerados menos fortes, foram aqueles cujos ganhos relativos totais de força foram sempre estatisticamente superiores, independentemente da variável estudada, beneficiando mais, em termos comparativos, com o programa combinado de "Ginástica de Manutenção+Musculação". Quando estudamos os dois grupos em conjunto (grupo G + grupo G+M), verificamos que a percentagem de alteração dos indivíduos mais fortes praticamente não se alterou (0.3%). Pelo contrário, os sujeitos menos fortes aumentaram cerca de 11%. Este aspecto é ainda mais evidente quando a análise se faz sobre a percentagem de alteração da força total dos sujeitos mais fortes do grupo G, onde, inclusivamente, é constatável uma perda da força de cerca de 5%, enquanto que os menos fortes aumentaram em igual percentagem. Tal facto sugere que, apesar deste programa generalizado de actividade física parecer ser "relativamente" ajustado para induzir aumentos, ainda que ligeiros, em idosos mais débeis, pode, nos sujeitos mais aptos, constituir-se, inclusivamente, como um "não-efeito" uma vez que parece não conseguir contrariar a acção do envelhecimento.

Neste sentido, em concordância com a literatura (ACSM, 1998a,b), o nosso estudo parece indicar que a actividade física para o idoso, deverá ser o mais específica e individualizada possível. Os nossos resultados sugerem, assim, que apenas a "Musculação", ou, eventualmente, a maior frequência das sessões envolvida neste programa combinado de exercício físico, parece ter uma intensidade fisiológica individualizada suficientemente elevada para induzir efeitos positivos sobre a força muscular. Ou seja, o programa de musculação utilizado, ao ajustar a carga mais apropriada para cada indivíduo, obedecendo, assim, ao princípio da sobrecarga (Gettman et al., 1978; Mazzeo e Tannaka, 2001), é aquele mais adaptado para este escalão etário, mesmo para aqueles sujeitos mais aptos, beneficiando ainda de forma mais exuberante do efeito da carga os idosos menos fortes.

Relativamente à razão IT/Q, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos estudados. Este facto reflecte a não especificidade de ambos os protocolos de treino quanto ao reforço muscular. Ou seja, por um lado, as sessões de "Ginástica de Manutenção" não foram suficientemente intensas para induzirem alterações significativas, nem na força dos extensores, nem dos flexores do joelho dos nossos idosos e, por outro lado, parece que o treino combinado foi eficaz na melhoria dos níveis de força de ambos os grupos musculares avaliados.

Assim, embora em muitos estudos as recomendações para a intensidade e duração do treino serem de certo modo conservadores, o nosso estudo, tal como o de Hagerman et al. (2000), mostra que não apenas os idosos toleram bem os treinos moderados a intensos (70% de 1RM) e de longa duração (6 meses), mas também que este tipo de regime de treino parece ser aquele necessário para induzir respostas fisiológicas substanciais neste grupo etário.

No entanto, e apesar do trabalho de reforço muscular ser fundamental para o idoso, dado desempenhar um papel importante na sua saúde, funcionalidade e autonomia, é importante considerar que o envelhecimento não é exclusivamente um processo biológico ou fisiológico, existe uma interacção entre estes factores e os factores psicológicos e sociais (Spirduso, 1995). A actividade física para a terceira idade encerra vários objectivos aos níveis físico, fisiológico, psicológico e social, cujo fim último é a melhoria do bem-estar e da qualidade de vida do idoso (Carvalho, 1999).

Ainda que fruto de uma avaliação muito subjectiva, um dos aspectos interessantes deste estudo foi o estímulo psicossocial que parece ter afectado os sujeitos de ambos os grupos. Apesar do desenho do nosso estudo não reflectir sobre parâmetros psicológicos, quase todos os sujeitos expressaram uma apreciação profunda quanto aos benefícios do exercício, particularmente aqueles relacionados com o aumento da saúde e da aptidão física. Futuros estudos devem considerar a combinação de métodos quantitativos e qualitativos que possam avaliar, não apenas as alterações fisiológicas induzidas pelo treino, mas também os aparentes efeitos psicológicos positivos que este tipo de actividade possa induzir.

Por outro lado, em termos de melhorias na capacidade funcional, a literatura refere que, mesmo na ausência de melhorias significativas da força muscular, é possível encontrar melhorias na capacidade de realizar diferentes tarefas quotidianas após diferentes programas de actividade física em idosos. Por exemplo, Murphy e Wilson (1997), apesar de não encontrarem alterações nas avaliações da força isocinética da extensão do joelho em diferentes velocidades, observaram aumentos na potência de impulsão vertical e na velocidade após 10 semanas de treino de força.

Este fenómeno pode estar relacionado com o facto da idade não afectar apenas a quantidade muscular que influencia a força máxima, mas também, o sistema sensorial que é determinante para o controlo da força desenvolvida na maioria das actividades diárias (Grabiner e Enoka, 1995; Desrosiers et al., 1996; Hortobágyi et al., 2001), ou seja, da força submáxima. Os idosos utilizam, comparativamente aos jovens, mais força do que aquela necessária para realizar a tarefa, particularmente naquelas que implicam as contracções excêntricas (descer escadas, fase de balanço da marcha, etc.), tornando-se, como tal, menos económicos. Pelo contrário, independentemente da intensidade, o treino parece reduzir a quantidade de erro no desenvolvimento da força dinâmica. Assim, com a idade a força máxima diminui, bem como, a precisão e a estabilidade da força submaximal, sendo que o treino, independentemente da intensidade, pode restabelecer, quer a força máxima, quer o controlo da força submáxima (Hortobágyi et al., 2001).

Neste sentido, julgamos que é possível que ambos os tipos de treino tenham induzido alterações importantes para a funcionalidade, saúde e autonomia dos nossos idosos, sendo os ganhos do treino combinado mais evidentes.



Conclusões

6. Conclusões

As principais conclusões e reflexões decorrentes da análise e discussão dos resultados irão ser apresentadas de acordo com a estruturação definida ao longo do trabalho. Assim, iremos inicialmente abordar as conclusões relativas à actividade física diária, posteriormente apresentaremos as conclusões referentes à actividade física formal e organizada e por fim, as relativas à avaliação da força muscular.

A. Caracterização da actividade física diária

A.1. No momento inicial, os grupos G e G+M não apresentaram diferenças nas avaliações antropométricas, média de idades e nível médio de actividade física diária.

A.2. A actividade física diária de ambos os grupos de idosos aumentou ao longo do protocolo de treino e diminuiu com o destreino como resultado do aumento e diminuição da actividade física formal, respectivamente.

A.3. A actividade física espontânea diária só por si, ou seja, sem englobar a actividade formal de treino, manteve-se, tal como pretendido, ao longo do protocolo de treino e aumentou ligeiramente no período de destreino. Esta actividade física espontânea diária revelou-se maior nos meses de Verão.

B. Caracterização da actividade física formal e organizada

B.1. A estrutura e intensidade das aulas de "Ginástica de Manutenção" foi semelhante nos grupos estudados.

B.2. A estrutura destas aulas de "Ginástica de Manutenção" foi, de um modo geral, equilibrada e concordante com as recomendações estabelecidas pela literatura para a melhoria da saúde e funcionalidade dos idosos, contemplando um período de aquecimento, uma parte fundamental constituída por diversos exercícios para o desenvolvimento das diferentes capacidades físicas e terminaram com um breve período de relaxamento. Todavia, pelo facto das sessões serem generalizadas, o período de tempo dedicado especificamente ao desenvolvimento da força muscular, poderá não ter sido suficiente. Os tempos de recuperação parecem ter sido fisiologicamente ajustados a este escalão etário.

B.3. A intensidade do esforço destas sessões de "Ginástica de Manutenção" foi, de acordo com a literatura, suficientemente elevada para induzir possíveis adaptações no sistema cardiovascular e considerada segura no que se refere aos riscos de acidente cardiovascular por intensidade excessiva.

B.4. As sessões de "Musculação" foram progressivas e individualizadas, contemplando os principais grupos musculares envolvidos nas actividades quotidianas do idoso, tendo sido realizadas de acordo

com as recomendações estabelecidas pelo ACSM (1998a,b). Estas sessões foram fisiologicamente seguras e equilibradas sem risco evidente de lesão, sendo mínimo o “stress” cardiovascular determinado pela FC e PA.

C. Avaliação da força muscular

C.1. As sessões de “Ginástica de Manutenção” não induziram melhorias na força isocinética dos músculos flexores e extensores do joelho, quer considerando o grupo na sua totalidade, quer após subdivisão em mais e menos forte.

Este “não-efeito” foi provavelmente justificado na insuficiente intensidade e especificidade do protocolo de treino e nos elevados níveis iniciais da amostra. Ou seja, nestas sessões utilizaram-se movimentos necessários para as actividades diárias mais do que exercícios intensos e específicos de força. Por outro lado, os participantes deste estudo eram indivíduos independentes na sua vida quotidiana, possuindo um nível de actividade e de força muscular relativamente elevado para a média do seu escalão etário.

C.2. Não foram observadas variações na força isocinética da musculatura dos membros inferiores após 4 semanas de destreino na sequência do programa de actividade física generalizado.

C.3. Os idosos do sexo masculino foram sempre significativamente mais fortes comparativamente ao sexo feminino. Todavia, a percentagem de alteração da força muscular isocinética com o treino não foi significativamente diferente entre os dois sexos, não apresentando, nem as mulheres, nem os homens alterações significativas com o programa de treino generalizado.

C.4. Os défices bilateral e unilateral não se alteraram após aplicação do programa de actividade física generalizada.

C.5. O programa combinado de actividade física, onde paralelamente às aulas de “Ginástica de Manutenção” foi realizado um trabalho específico de força (“Musculação”), induziu aumentos na força dos músculos extensores e flexores do joelho, com particular evidência no membro não-dominante. Este facto sugere que apenas este regime de treino foi suficientemente intenso e específico para induzir melhorias nos níveis de força de idosos independentes, aptos e saudáveis.

C.6. Os aumentos da força isocinética após treino combinado mantiveram-se após 4 semanas de destreino, não retomando os valores iniciais de pré-treino.

C.7. O subgrupo mais forte do grupo G+M apenas apresentou melhorias significativas na força isocinética após treino no movimento de flexão do membro não-dominante quando avaliado a 60°/seg. Ou seja, apenas no membro que, em princípio, é mais fraco e no movimento supostamente mais débil foram encontrados aumentos da força neste subgrupo.

Pelo contrário, o subgrupo menos forte apresentou variações com o treino e com o destreino idênticas ao grupo na sua totalidade. Assim, porque o treino induziu melhorias mais evidentes no membro não-dominante e porque o subgrupo mais fraco foi aquele que apresentou aumentos mais significativos, os nossos resultados são concordantes com a literatura quanto à especificidade de adaptação, onde os baixos níveis iniciais de força apresentam ganhos mais evidentes.

C.8. Os homens do grupo G+M, tal como no grupo G, foram significativamente mais fortes do que as mulheres, mas os ganhos de força relativos após treino foram semelhantes. Este facto sugere que, apesar das diferenças biológicas entre homens e mulheres, a magnitude das melhorias com o treino são independentes do sexo.

C.9. O défice bilateral do grupo G+M alterou-se com o treino, apresentando, no entanto, apenas significado estatístico o movimento que inicialmente apresentou um maior défice (aproximadamente 11% no movimento de extensão a 180°/seg.), ou seja, a melhoria com o treino foi mais evidente sobre o défice que mais se aproximou do limiar considerado pela literatura como fisiologicamente desequilibrado (10-15%).

C.10. Não foram observadas variações significativas na razão flexores/extensores ao longo do segundo ano do protocolo de avaliação, sugerindo a não especificidade do treino relativamente aos grupos musculares exercitados.

C.11. A diferença bilateral respeitante à razão flexores/extensores, particularmente na velocidade de 180°/seg., alterou-se, ainda que sem significado estatístico, após treino e aumentou ligeiramente com o destreino. Neste sentido, parece-nos que o treino combinado poderá ter tido uma influência, ainda que reduzida, na capacidade de activar rapidamente os flexores do joelho.

C.12. Não foram observadas diferenças com significado estatístico nos valores iniciais de força entre o grupo G e G+M. No entanto, os ganhos relativos no momento máximo de força, particularmente no membro não-dominante, após treino combinado, foram superiores comparativamente ao programa exclusivo de "Ginástica de Manutenção". Neste sentido, porque não foram observadas diferenças entre os idosos dos dois grupos, nem nas avaliações antropométricas, nem no nível de actividade física diária, nem nos níveis iniciais de força e porque não existiram diferenças na estrutura e intensidade das sessões de "Ginástica de Manutenção" realizadas por ambos os grupos, estes resultados sugerem que um treino específico de força é necessário para induzir aumentos significativos da musculatura dos membros inferiores de idosos independentes e saudáveis.

C.13. A percentagem de alteração após os dois programas de treino em relação à razão flexores/extensores não diferiu.

C.14. Os idosos considerados menos fortes foram aqueles cujos ganhos totais relativos de força foram sempre estatisticamente superiores aos mais fortes, beneficiando mais, em termos comparativos, com o programa de treino combinado.

Por outro lado, os idosos mais fortes apresentaram variações negativas após serem submetidos exclusivamente a sessões de "Ginástica de Manutenção", o que sugere que para estes indivíduos mais fortes, este tipo de actividade física generalizada não deverá ter tido qualquer influência na atenuação da diminuição dos níveis de força associada ao envelhecimento. Assim, estes resultados sugerem que, para que seja possível contrariar o efeito do envelhecimento sobre a força muscular, é necessário que a actividade física seja o mais individualizada e específica possível, tal como nas sessões de "Musculação".

C.15. Os resultados da avaliação da força de forma isocinética foram inferiores aos obtidos pela avaliação "isotónica" através do método de 1RM, sugerindo, em concordância com a literatura, a necessidade da standardização em relação aos métodos de avaliação. Por outro lado, estes resultados mostram que os aumentos na força isocinética observados no nosso estudo possam estar, de certa forma, subestimados relativamente ao ganho da capacidade funcional do músculo.

C.16. Na avaliação pelo método de 1RM, ao contrário da avaliação isocinética, foram observadas para além das melhorias após 6 meses de treino, alterações significativas, quer nos flexores, quer nos extensores do joelho após os 3 primeiros meses de treino, não sendo, no entanto, observadas alterações nos últimos 3 meses de treino, evidenciando a importância da coordenação, aprendizagem e controlo neural nos ganhos iniciais de força não reflectidos na avaliação isocinética.

C.17. De igual modo, em oposição à avaliação isocinética, o destreino teve um impacto significativo na redução dos níveis de força "isotónica". Este facto sugere, em concordância com a literatura, uma especificidade de adaptação e de desadaptação relativamente ao instrumento de avaliação utilizado, onde a perda após destreino é tanto maior quanto maior o ganho após treino.

C.18. Os idosos menos activos apresentaram níveis de força mais baixos do que os mais activos, particularmente no movimento de flexão nas velocidades mais baixas. Tal facto, sugere que o aumento da actividade física diária está associado a uma maior força da musculatura dos membros inferiores.

Assim, de uma forma geral, o presente estudo em concordância com a literatura, mostra que o treino progressivo de força com intensidade moderada pode ser efectuado com elevada tolerância por idosos saudáveis, desempenhando um papel importante enquanto estratégia para a manutenção e/ou aumento da sua força dos músculos flexores e extensores do joelho. Pelo contrário, os resultados referentes ao programa de actividade física generalizada parecem não confirmar alguns dos resultados

publicados, estando provavelmente na génese deste “não-efeito” os elevados níveis iniciais da nossa amostra, bem como, a baixa intensidade, a não especificidade e a não individualização dos estímulos necessários para este grupo de idosos. Ou seja, os resultados indiciam a hipótese de que para idosos saudáveis e independentes no seu quotidiano, apenas, um treino combinado de “Ginástica de Manutenção e Musculação” é suficientemente intenso e específico para induzir alterações que promovam um acréscimo sobre a força da musculatura dos membros inferiores.

Apesar do “não-efeito” do programa de actividade física generalizada, de um ponto de vista mais abrangente e em termos de saúde pública, cujo objectivo principal é aumentar a expectativa de vida activa, o aumento da actividade física diária parece influenciar diferentes factores relacionados com a qualidade de vida, nomeadamente a força muscular. Pelo contrário, um estilo de vida sedentário pode reflectir-se negativamente na capacidade de ser fisicamente funcional, de ser autónomo e saudável.



Referências Bibliográficas

7. Referências Bibliográficas

- Adams, G.R.; Harris, R.T.; Woodward, D.; Dudley, G.A. (1993): Mapping of electrical muscle stimulation using MRI. *J. Appl. Physiol.* 74: 532-537
- Adams, K.; O'Shea, P.; O'Shea, K.L. (1999): Aging: its effects on strength, power, flexibility, and bone density. *Natl. Strength Cond. Assoc. J.* 21: 65-77
- Adams, K.; Swank, A.M.; Berning, J.M.; Sevene-Adams, P.G.; Barnard, K.L.; Shimp-Bowerman, J. (2001): Progressive strength training in sedentary older African American women. *Med. Sci. Sports Exerc.* 33: 1567-1576
- Ades, P.; Ballor, D.; Ashikaga, T.; Utton, J.L.; Nair, K.S. (1996): Weight training improves walking endurance in healthy elderly persons. *Ann. Intern. Med.* 124: 558-572
- Ades, P.; Grunvald, M. (1990): Cardiopulmonary exercise testing before and after conditioning in older cardiac patients. *Am. Heart J.* 69: 1442-1446
- Akima, H.; Kano, Y.; Enomoto, Y.; Ishizu, M.; Okada, M.; Oishi, Y.; Katsuta, S.; Kuno, S.-Y. (2001): Muscle function in 164 men and women aged 20-84 yr. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2: 220-226
- American College Sports Medicine (1990): Position stand on the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med. Sci. Sports Exerc.* 22: 265-274
- American College Sports Medicine (1998a): Position stand on exercise and physical activity for older adults. *Med. Sci. Sports Exerc.* 30: 992-1008.
- American College Sports Medicine (1998b): Position stand on 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: 975-991
- American College Sports Medicine (2001): *Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription* 4th Ed. Philadelphia.
- Andrews, G.R. (2001): Promoting health and function in an ageing population. *BMI.* 322: 728-729
- Aniansson, A.; Grimby, G.; Hedberg, M.; Krotkiewski, M. (1981): Muscle morphology, enzyme activity and muscle strength in elderly men and women. *Clin. Physiol.* 1: 73-86
- 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: 585-591
- Aniansson, A.; Sperling, L.; Rundgren, A.; Lehnberg, E. (1983): Muscle function in 75-year-old men and women. A longitudinal study. *Scand. J. Rehab. Med. (suppl)* 90: 92-102
- Aniansson, A.; Zetterberg, C.; Hedberg, M. (1984): Impaired muscle function with aging: a background factor in the incidence of fractures of the proximal end of the femur. *Clin. Orthop.* 191: 192-210
- Astrand, P.O. (1992): "Why exercise?" *Med. Sci. Sports Exerc.* 24: 153-162.
- Astrand, P.O. (1994): Physical Activity and Fitness: evolutionary perspective and trends for the future. The Consensus Statement. In *Exercise Fitness and Health: International Proceedings and Consensus Statement*. C. Bouchard; R.J. Shephard; T. Stephens (Eds). Human Kinetics Publishers, Champaign, Illinois. pp. 98-105
- Astrand, P.O.; Rodahl, K. (1986): *Textbook of work physiology*. 3rd Ed. McGraw-Hill Book Co.
- Atkins, J.M.; Matthews, O.A.; Blomqvist, C.G.; Mullins, C.B. (1976): Incidence of arrhythmias induced by isometric and dynamics exercise. *Br. Heart J.* 38: 465-471
- Avlund, K.; Schroll, M.; Davidsen, M.; Lovborg, B.; Rantanen, T. (1994): Maximal isometric muscle strength and functional ability in daily activities among 75-year-old men and women. *Scand. J. Med. Sci. Sports.* 4: 32-40

- Baecke, J.A.H.; Burema, J.; Frijters, J.E.R. (1982): A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. *Am. J. Clin. Nutr.* 36: 936-942
- Baloh, R.W.; Spain, S.; Socotch, T.M.; Jacobson, K.M.; Bell, T. (1995): Posturography and balance problems in older people. *J. Am. Geriatr. Soc.* 43: 638-644
- Barnes, W.S. (1975): The relationship of motor unit activation to isokinetic muscular contraction at different contractile velocities. *Phys. Ther.* 55: 1152-1157
- Bassey, E.J.; Fiatarone, E.F.; 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.* 82: 321-327
- Bellew, J.W.; Malone, T.R. (2000): Aging and isokinetic strength. In *Isokinetics in Human Performance*. L.E. Brown (Ed.). Human Kinetics Publ., USA. pp. 324-338
- Bemben, D.A.; Fettes, N.L.; Bemben, G.; Nabbavi, N.; Koh, E.T. (2000): Musculoskeletal responses to high- and low-intensity resistance training in early postmenopausal women. *Med. Sci. Sports Exerc.* 32: 1949-1957
- Berg, W.; Lapp, B.A. (1998): The effect of a practical resistance training intervention on mobility in independent, community-dwelling older adults. *JAPA* 6: 18-35
- Bermon, S.; Rama, D.; Dolisi, C. (2000): Cardiovascular tolerance of healthy elderly subjects to weight-lifting exercises. *Med. Sci. Sports Exerc.* 32: 1845-1848
- Berthon, P.; Freyssenet, D.; Chatard, C.-Y.; Castells, J.; Mujika, I.; Geysant, A.; Guezennec, C.-Y.; Denis, C. (1995): Mitochondrial ATP production rate in 55 to 73-year-old men: effects of endurance training. *Acta Physiol. Scand.* 154: 269-274
- Blimkie, C.J.R. (1992): Resistance training during pre-and early puberty: efficacy, trainability, mechanisms, and persistence. *Can. J. Sport Sci.* 17: 264-279
- Bloesch, D.; Schutz, Y.; Breitenstein, E.; Jequier, E.; Felber, J.P. (1988): Thermogenic response to an oral glucose load in man: comparison between young and elderly subjects. *J. Am. Coll. Nutr.* 7: 471-483
- Bloomfield, S.A. (1997): Changes in musculoskeletal structure and function with prolonged bed rest. *Med. Sci. Sports Exerc.* 29: 197-206
- Bohannon, R.W. (1997): Reference values for the extremity muscle strength obtained by hand-held dynamometry from adults aged 20-79 years. *Arch. Physiol. Med. Rehab.* 78: 26-32
- Bonnefoy, M.; Kostka, T.; Berthouze, S.E.; Lacour, J.-R. (1996): Validation of a physical activity questionnaire in the elderly. *Eur. J. Appl. Physiol.* 528-533
- Booth, F.; Weeden, S.; Tseng, B. (1994): Effect of aging on human skeletal muscle and motor function. *Med. Sci. Sports Exerc.* 26: 1725-1733
- Borges, O. (1989): Isometric and isokinetic knee extension and flexion torque in men and women aged 20-70. *Scand. J. Rehabil. Med.* 21: 45-53
- Brandon, L.J.; Boyette, L.W.; Gaasch, D.A.; Lloyd, A. (2000): Effects of lower extremity strength training on functional mobility in older adults. *JAPA* 8: 214-227
- Brandy, W.D.; Irion, J.M. (1994): The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscle. *Phys. Ther.* 74: 845-852
- 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: 412-416
- Brody, H. (1995): Organization of cerebral cortex: study of aging in human cerebral cortex. *J. Comp. Neurol.* 102: 511-556

- Brooks, G.A.; Fahey, T.D.; White, T.P. (1996): Skeletal muscle structure and contractile properties. In *Exercise Physiology*. Mountain View, CA. Mayfield 2nd Edition
- Brooks, S.V.; Faulkner, J.A. (1988): Contractile properties of skeletal muscles from young, adult, and aged mice. *J. Physiol. (Lond)* 404: 71-82
- Brooks, S.V.; Faulkner, J.A. (1990): Contraction-induced injury: recovery of skeletal muscles in young and old mice. *Am. J. Physiol.* 258: C436-C442
- Brooks, S.V.; Faulkner, J.A. (1994): Skeletal muscle weakness in old age: underlying mechanisms. *Med. Sci. Sports Exerc.* 26: 432-439
- Brown, A.; McCartney, N.; Sale, D. (1990): Positive adaptations to weight-lifting training in the elderly. *J. Appl. Physiol.* 69: 1725-1733
- Brown, L.E.; Whitehurst, M. (2000): Load range. In *Isokinetics in Human Performance*. L.E. Brown (Ed.). Human Kinetics Publ., USA. pp. 97-121
- Brown, L.E.; Whitehurst, M.; Bryant, I.R.; Buchalter, D.N. (1993): Reliability of the Biodex System 2 isokinetic dynamometer concentric mode. *Isokinetics Exerc. Sci.* 3: 160-163
- Brown, M.; Holloszy, J.O. (1991): Effects of a low intensity exercise program on selected physical performance characteristics of 60 to 71 year olds. *Aging Clin. Exp. Res.* 3: 129-139
- Brown, M.; Hassler, E.M. (1996): Complexity of age-related change in skeletal muscle. *J. Gerontol.* 51A: B117-B123
- Brown, M.; Kohrt, W.M.; Delitto, A. (1991): Peak torque/body weight ratios in older adults: a reexamination. *Physiother. Can.* 43: 7-11
- Buchner, D.M.; Cress, M.E.; deLauteur, B.J.; Esseleman, P.C.; Margherita, A.J.; Price, R.; Wagner, E.H. (1997): The effect of strength and endurance training on gait, balance, fall risk and health services used in community-living older adults. *J. Gerontol.* 52: M218-M224
- Cabri, J. (1991a): Isokinetics strength aspects in human joints and muscles. *Appl. Ergonom.* 22: 299-302
- Cabri, J. (1991b): Isokinetics strength aspects in human joints and muscles. *Crit. Rev. Biomed. Eng.* 19: 231-259
- Campbell, W.W.; Crim, M.C.; Dailal, G.E.; Young, V.R.; Evans, W.J. (1994): Increased protein requirements in the elderly: new data and retrospective reassessments. *Am. J. Clin. Nutr.* 60: 167-175
- Campbell, A.J.; Robertson, M.C.; Gardner, M.M.; Norton, R.N.; Buchner, D.M. (1999): Falls prevention over 2 years: a randomized controlled trial in women 80 years and older. *Age Aging* 28: 513-518
- Carlson, B.M. (1995): Factors influencing the repair and adaptation of muscles in aged individuals: satellite cells and innervation. *J. Gerontol.* 50A: 96-100
- Carvalho, M.J. (1996): *Efeito do envelhecimento e da actividade física no controlo autónomo cardiovascular*. Dissertação de Mestrado em Ciências do Desporto, Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto
- Carvalho, M.J. (1999): Aspectos metodológicos no trabalho com idosos. In *A Qualidade de Vida do Idoso: o papel da actividade física*. I. Mota; M.J. Carvalho (Eds.) FCDEF-UP. pp. 95-104
- Carter, N.D.; Kannus, P.; Khan, K.M. (2001): Exercise in prevention of falls in older people. A systematic literature review examining the rationale and evidence. *Sports Med.* 31: 427-438
- Castro, M.J.; McCann, D.J.; Shaffrath, J.D.; Adams, W.C. (1995): Peak torque per unit cross-sectional area differs between strength-trained and untrained adults. *Med. Sci. Sports Exerc.* 27: 397-403
- Chandler, J.M.; Duncan, P.W.; Kochersberg, G.; Studenski, S. (1998): Is lower extremity strength gain associated with improvement in physical performance and disability in frail, community-dwelling elders? *Arch Phys. Med. Rehabil.* 79: 24-30

- Chandler, J.M.; Hadley, E.C. (1996): Exercise to improve physiologic and functional performance in old age. *Clin. Geriatr. Med.* 12: 761-784
- Charette, S.; McEvoy, L.; Pyka, G.; Snow-Harter, C.; Guido, D.; Wiswell, R.; Marcus, R. (1991): Muscle hypertrophy response to resistance training in older women. *J. Appl. Physiol.* 70: 1912-1916
- Clarkson, P.M.; Sayers, S.P. (1999): Etiology of exercise-induced muscle damage. *Can. J. Appl. Physiol.* 24: 234-248
- Cole, K.J.; Beck, C.L. (1994): The stability of precision grip force in older adults. *J. Motor Behav.* 26: 171-177
- Connelly, D.M.; Vandervoort, A.A. (1995): Improvement in knee extensor strength of institutionalized elderly women after exercise with ankle weights. *Physiother. Can.* 47: 15-23
- Connelly, D.M.; Vandervoort, A.A. (1997): Effects of detraining on knee extensor strength and functional mobility in a group of elderly women. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 26: 340-346
- Coogan, A.R.; Spina, R.J.; King, D.S.; Rogers, M.A.; Brown, M.; Nemeth, P.M.; Holloszy, J.O. (1992a): Skeletal muscle adaptations to endurance training in 60-to 79-yr-old men and women. *J. Appl. Physiol.* 75: 1780-1786
- Coogan, A.R.; Spina, R.J.; King, D.S.; Rogers, M.A.; Brown, M.; Nemeth, P.M.; Holloszy, J.O. (1992b): Histochemical and enzymatic comparison of the gastrocnemius of young and elderly men and women. *J. Gerontol.* 47: B71-B76
- Costa, O. (1986): *Avaliação cardíaca de desportistas*. Dissertação apresentada às Provas de Doutorado. Faculdade de Medicina da Universidade do Porto.
- Courtney, A.; Wachtel, E.; Myers, E.; Hayes, W. (1994): Effects of loading rate on strength of the proximal femur. *Cal. Tiss. Internat.* 55: 53-58
- Coyle, E.F.; Feiring, D.C.; Rotkis, T.C.; Cote, R.W.; Roby, F.B.; Lee, W.; Wilmore, J.H. (1981): Specificity of power improvements through slow and fast isokinetic training. *J. Appl. Physiol.* 51: 1437-1442
- Cress, M.E.; Thomas, D.P.; Johnson, J.; Kasch, F.W.; Cassens, R.G.; Smith, E.L.; Agre, J.C. (1991): Effects of training on $\dot{V}O_2$ max, thigh strength and muscle morphology in septuagenarian women. *Med. Sci. Sports Exerc.* 23: 752-758
- Crespo, C.; Keteyian, S.; Health, G.; Sempos, C. (1996): Leisure-time physical activity among US adults: results from the third national health and nutrition examination survey. *Arch. Intern. Med.* 156: 93-98
- Crews, T.R.; Roberts, J.A. (1976): Effects of interaction of frequency and intensity of training. *Res. Q. Exerc. Sport* 47: 48-55
- Cunningham, D.A.; Paterson, D.H.; Himann, J.E.; Rechnitzer, P.A. (1993): Determinants of independence in the elderly. *Can. J. Appl. Physiol.* 18: 243-254
- Cureton, K.J.; Collins, M.A.; Hill, D.W.; McElhannon, J. (1988): Muscle hypertrophy in men and women. *Med. Sci. Sports Exerc.* 20: 1912-1916
- Daley, M.J.; Spinks, W.L. (2000): Exercise, mobility and aging. *Sports Med.* 29: 1-12
- Davies, G.; Ellenbecker, T. (1998): Application of isokinetics in testing and rehabilitation. In *Physical Rehabilitation of the Injured Athlete*. J. Andrews; G. Harrelson; K. Wilk (Eds.). W. B. Saunders Company. Philadelphia 2nd Edition. pp. 219-259
- Davies, G.J.; Heiderscheit, B.; Brinks, K. (2000): Test interpretation. In *Isokinetics in Human Performance*. L.E. Brown (Ed.). Human Kinetics Publ., USA. pp. 3-24
- Deitrick, J.E.; Whedon, G.D.; Shorr, E. (1948): Effects of immobilisation upon various metabolic and physiologic functions of normal men. *Am. J. Med.* 4: 3-36
- Deprés, J.P. (1994): Physical activity and adipose tissue. In *Exercise Fitness and Health: International Proceedings and Consensus Statement*. C. Bouchard; R.J. Shephard; T. Stephens (Eds). Human Kinetics Publishers, Champaign, Illinois. pp. 358-368

- Deprés, J.P.; Tremblay, A.; Moorjani, S.; Lupien, P.J.; Theriault, G.; Nadeau, A.; Bouchard, C. (1990): Long-term exercise training with constant energy intake: 3. Effects on plasma lipoprotein levels. *Int. J. Obes.* 14: 85-94
- Deschenes, M.R.; Britt, A.A.; Chandler, W.C. (2001): A comparison of the effects of unloading in young adult and aged skeletal muscle. *Med. Sci. Sports Exerc.* 33: 1477-1483
- Desrosiers, J.; Hebert, R.; Bravo, G.; Dutil, E. (1996): Hand sensibility of healthy older people. *J. Am. Geriatr. Soc.* 44: 974-978
- DeVries, H.A. (1971): Exercise intensity threshold for improvement of cardiovascular-respiratory function in older men. *Geriatrics* 26: 94-101
- Dishman, R.Y.; Buckworth, J. (1996): Increasing physical activity: a quantitative synthesis. *Med. Sci. Sports Exerc.* 28: 706-719
- Doherty, T.J.; Vandervoort, A.A.; Brown, W.F. (1993): Effects of ageing on the motor unit: a brief review. *Can. J. Appl. Physiol.* 18: 331-358
- Drinkwater, B.L. (1994): Physical activity, fitness, and osteoporose. In *Physical Activity, Fitness, and Health. International Proceedings and Consensus Statement*. C. Bouchard; R. J. Shephard; T. Stephens (Eds.). Human Kinetics Publ. Toronto, pp. 724-736
- Dudley, G.A.; Duvoisin, M.R.; Convertino, V.A.; Buchanan, P. (1989): Alterations of the *in vivo* torque-velocity relationship of human skeletal muscle following 30 days exposure to simulated microgravity. *Aviat. Space Environ. Med.* 60: 659-663
- Dvir, Z. (1995): *Isokinetis. Muscle Testing, Interpretation and Clinical Applications*. Churchill Livingstone. Edinburgh
- Edelberg, H.K. (2001): Falls and function. How to prevent falls and injuries in patients with impaired mobility. *Geriatrics* 56: 41-45
- Enoka, R.M. (1996): Eccentric contractions require unique activation strategies by the nervous system. *J. Appl. Physiol.* 81: 2339-2346
- Eriksson, J.; Tuominen, J.; Valle, T.; Sundberg, S.; Sovijarvi, A.; Lindholm, H.; Tuomilehto, J.; Koivisto, V. (1998): Aerobic endurance exercise or circuit-type resistance training for individuals with impaired glucose tolerance? *Horm. Metab. Res.* 30: 37-41
- Evans, W.J. (1999): Exercise training guidelines for the elderly. *Med. Sci. Sports Exerc.* 31: 12-17
- Evans, W.J. (2000): Exercise strategies should be designed to increase muscle power. *J. Gerontol.* 6: M309-M310
- Faigenbaum, A.D.; Skrinar, G.S.; Cesare, W.F.; Kraemer, W.J.; Thomas, H.E. (1990): Physiologic and symptomatic responses of cardiac patients to resistance exercise. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 71: 395-398
- Feigenbaum, M.S.; Pollock, M.L. (1997): Strength training: rationale for current guidelines for adult fitness programs. *Physician Sportsmed* 25: 44-64
- Feiring, D.C.; Ellenbecker, T.S.; Dersheid, G.L. (1990): Test-retest reliability of the Biodex isokinetic dynamometer. *J. Orthop. Sport Phys. Ther.* 11: 298-300
- Ferrandez, A.M.; Pailous, J.; Durup, M. (1990): Slowness in elderly gait. *Exp. Aging Res.* 16: 79-89
- Fiatarone, M.A.; Evans, W.J. (1993): The etiology and reversibility of muscle dysfunction in the aged. *J. Gerontol.* 48: 77-83
- Fiatarone, M.A.; Marks, E.C.; Ryan, N.D.; Meredith, C.N.; Lipsitz, L.A.; Evans, W.J. (1990): High intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle. *JAMA.* 263: 3029-3034
- 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 supplementation for physical frailty in very elderly people. *N. Engl. J. Med.* 330: 1769-1775

- Fleck, S.J.; Falkel, J.; Harman, E.; Kraemer, W.J.; Frykman, P.; Maresh, C.M.; Goetz, K.L.; Campbell, D.; Rosenstein, M.; Rosenstein, R. (1989): Cardiovascular responses during resistance exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.* 21: S114
- Fleck, S.J.; Kraemer, W.J. (1997): *Designing Resistance Training Programs*, 2nd Ed. Human Kinetics Publishers, Champaign, Illinois. pp. 15-29, 217-230
- Fleg, J.L.; Lakatta, E. (1988): Role of muscle loss in the age-associated reduction in $\dot{V}O_2\text{max}$. *J. Appl. Physiol.* 65: 1147-1151
- Florini, J.R.; Ewton, D.Z. (1989): Skeletal muscle fiber types and ATPase activity do not change with age or growth hormone administration. *J. Gerontol.* 44: B110-B117
- Franklin, B.A.; McClintock, P.; Bendick, P.; Bakalyar, D.; Gordon, S.; Timmis, G.C. (1990): Inaccuracy of blood pressure measurements taken immediately after weightlifting. *Med. Sci. Sports Exerc.* 22: S37
- Frisch, R.E.; Wyshak, G.; Albrigt, T.E.; Albrigt, N.L.; Schiff, I. (1986): Lower prevalence of diabetes in female former college athletes compared with nonathletes. *Diabetes* 36: 1101-1105
- Frischknecht, R. (1998): Effects of training on muscle strength and motor function in the elderly. *Rep. Nutr. Dev.* 38: 167-174
- Frontera, W.R.; Hughes, V.A.; Lutz, K.J.; Evans, W.J. (1991): A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45- to 78-year-old men and women. *J. Appl. Physiol.* 71: 644-650
- Frontera, W.R.; Meredith, C.N.; O'Reilly, K.P.; Evans, W.J. (1990): Strength training and determinants of $\dot{V}O_2\text{max}$ in older men. *J. Appl. Physiol.* 68: 329-333
- Frontera, W.R.; Meredith, C.N.; O'Reilly, K.P.; Knuttgen, H.G.; Evans, W.J. (1988): Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. *J. Appl. Physiol.* 64: 1038-1044
- Galganski, M.; Fuglevand, A.J.; Enoka, R.M. (1993): Reduced control of motor output in a human hand muscle of elderly subjects during submaximal contractions. *J. Neurophysiol.* 69: 2108-2115
- Gardner, M.M.; Robertson, M.C.; Campbell, A.J. (2000): Exercise in preventing falls and falls related injuries in older people: a review of randomised controlled trials. *Br. J. Sports Med.* 34: 7-17
- Gettman, L.R.; Ayres, J.J.; Pollock, M.L.; Durstine, J.L.; Grantham, W. (1978): The effect of circuit weight training on strength, cardiorespiratory function, and body composition of adult men. *Med. Sci. Sports Med.* 10: 171-176
- Girouard, C.; Hurley, B. (1995): Strength training inhibits gains in shoulder adduction from flexibility training. *Med. Sci. Sports Exerc.* 27: 1444-1449
- Gleeson, N.P.; Mercer, T.H. (1996): The utility of isokinetic dynamometry in the assessment of human muscle function. *Sports Med.* 21: 18-24
- Gordon, N.F.; Kohl, H.W.; Pollock, M.L.; Vaandrager, H.; Gibbons, L.W.; Blair, S.N. (1995): Cardiovascular safety of maximal strength testing in healthy adults. *Am. J. Cardiol.* 76: 851-853
- Grabiner, M.D.; Enoka, R.M. (1995): Changes in movement capabilities with aging. *Exerc. Sport Sci. Rev.* 23: 65-105
- Graves, J.E.; Pollock, M.L.; Jones, A.E.; Colvin, A.B.; Leggett, S.H. (1989): Specificity of limited range of motion variable resistance training. *Med. Sci. Sports Med.* 21: 84-89
- Grimby, G.; Aniansson, A.; Hedberg, M.; Henning, G.-B.; Grangard, U.; Kvist, H. (1992): Training can improve muscle strength and endurance in 78- to 84-year-old men. *J. Appl. Physiol.* 73: 2517-2523
- Grimby, G.; Danneskiold-Samsoe, B.; Hvid, K.; Saltin, B. (1982): Morphology and enzyme capacity in arm and leg muscles in 78-81 year old men and women. *Acta Physiol. Scan.* 115: 125-134
- Grimby, G.; Saltin, B. (1983): The ageing muscle. *Clin. Physiol.* 3: 209-218

- Gross, M.T.; Huffman, G.M.; Phillips, C.N.; Wray, J.A. (1991): Intramachine and intermachine reliability of the Biodex and Cybex II for knee flexion and extension peak torque and angular work. *J. Orthop. Sport Phys. Ther.* 13: 329-335
- Gutman, G.M.; Herbert, C.P.; Brown, S.R. (1977): Feldenkrais versus conventional exercises for the elderly. *J. Gerontol.* 32: 562-572
- Gutmann, E.; Hanzlíková, V. (1972): Basic mechanisms of ageing in the neuromuscular system. *Mech. Ageing Dev.* 1: 327-349
- Guyton, A.C.; Douglas, B.H.; Langston, J.B.; Richardson, T.Q. (1962): Instantaneous increase in mean circulatory pressure and cardiac output at onset of muscular activity. *Cir. Res.* XI: 431-441
- Haapasalo, H.; Kannus, P.; Sievanen, H.; Heinonen, A.; Oja, P.; Vuori, I. (1994): Long-term unilateral loading and bone mineral density and content in female squash players. *Cal. Tiss. Internat.* 54: 249-255
- Hagberg, J. (1990): Exercise Fitness and Hypertension. In *Exercise, Fitness and Health: A Consensus of Current Knowledge*. Human Kinetics Publishers, Champaign, Illinois. pp. 455-466
- Hagberg, J.; Montain, S.; Martin, W.; Ehsani, A. (1989): Effect of exercise training on 60 to 69 year old persons with essential hypertension. *Am. J. Cardiol.* 64: 348-353
- Hagerman, F.; Walsh, S.; Staron, R.; 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.* 55A: B336-B346
- Hakkinen, K.; Alen, M.; Kallinen, M.; Izquierdo, M.; Jokelainen, K.; Lassila, H.; Malkia, E.; Kraemer, W.J.; Newton, R.U. (1998): Muscle CSA, force production, and activation of leg extensors during isometric and dynamic actions in middle-aged and elderly men and women. *JAPA* 6: 232-247
- Hakkinen, K.; Kallinen, M.; Linnamo, V.; Pastinen, U.-M.; Newton, R.U.; Kraemer, W.J. (1996a): Neuromuscular adaptations during bilateral versus unilateral strength training in middle-aged and elderly men and women. *Acta Physiol. Scand.* 158: 77-88
- Hakkinen, K.; Kraemer, W.J.; Kallinen, M.; Linnamo, V.; Pastinen, U.-M.; Newton, R.U. (1996b): Bilateral and unilateral neuromuscular function and muscle cross-sectional area in middle-aged and elderly men and women. *J. Gerontol.* 51: B21-B29
- 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: 51-62
- Hakkinen, K.; Hakkinen, A. (1995): Neuromuscular adaptations during intensive strength training in middle-aged and elderly males and females. *Electromyogr. Clin. Neurophysiol.* 35: 137-147
- Hakkinen, K.; Pakarinen, A.; Kallinen, M. (1992): Neuromuscular adaptations and serum hormones in women during short-term intensive strength training. *Eur. J. Appl. Physiol.* 64: 106-111
- Hakkinen, K.; Pakarinen, A.; Kraemer, W.J.; Newton, R.U.; Alen, M. (2000): Basal concentrations and acute responses of serum hormones and strength development during heavy resistance training in middle-aged and elderly men and women. *J. Gerontol.* 55A: B95-B105
- Harries, U.J.; Bassey, E.J. (1990): Torque-velocity relationships for the knee extensors in women in their 3rd and 7th decades. *Eur. J. Appl. Physiol.* 60: 187-190
- Heysfield, S.B.; Gallagher, D.; Visser, M.; Nunez, C.; Wang, Z.-M. (1995): Measurement of skeletal muscle: laboratory and epidemiological methods. *J. Gerontol.* 50A: 23-29
- Hicks, A.L.; Cupido, C.M.; Martin, J.; Dent, J. (1992): Muscle excitation in elderly adults: the effects of training. *Muscle Nerve.* 15: 87-93

- Higbie, E.J.; Cureton, K.J.; Warren, G.L.; Prior, B.M. (1996): Effects of concentric and eccentric training on muscle strength cross-sectional area, and neural activation. *J. Appl. Physiol.* 81: 2173-2181
- Hill, S.R.; Piper, T.J. (2000): Master builders: senior strength training. *Natl. Strength Cond. Assoc. J.* 22: 49-56
- Hortobágyi, T.; DeVita, P. (2000): Favorable neuromuscular and cardiovascular responses to 7 days of exercise with an eccentric overload in elderly women. *J. Gerontol.* 55A: B401-B410
- Hortobágyi, T.; Tunnel, D.; Moody, J.; Beam, S.; DeVita, P. (2001): Low-or high-intensity strength training partially restores impaired quadriceps force accuracy and steadiness in aged adults. *J. Gerontol.* 56A: B38-B47
- Hortobágyi, T.; Zheng, D.; Weidner, M.; Lambert, N.J.; Westbrook, S.; Houmar, J.A. (1995): The influence of aging on muscle strength and muscle fiber characteristics with special reference to eccentric strength. *J. Gerontol.* 50A: B399-B406
- Howard, J.E.; McGill, K.C.; Dorfman, L.J. (1988): Age effects on properties of motor unit action potentials: ADEMG analysis. *Ann. Neurol.* 24: 207-213
- Hubleby-Kozey, C.L.; Wall, J.C.; Hogan, D.B. (1995): Effects of a general exercise program on passive hip, knee, and ankle range of motion of older women. *Top Geriatr. Rehabil.* 10: 33-44
- Hughes, V.A.; Fiatarone, M.A.; Fielding, R.A.; Kahn, B.B.; Ferrara, C.M.; Shepherd, P.; Fischer, E.C.; Wolfe, R.R.; Elahi, D.; Evans, W.J. (1993): Exercise increases muscle GLUT 4 levels and insulin action in subjects with impaired glucose tolerance. *Am. J. Physiol.* 264: E855-E862
- Hughes, V.A.; Frontera, W.R.; Wood, M.; Evans, W.J.; Dallal, G.E.; Roubenoff, R.; Fiatarone Singh, M.A. (2001): Longitudinal muscle strength changes in older adults: influence of muscle mass, physical activity and health. *J. Gerontol.* 56A: B206-B217
- Hunter, S.K.; Thompson, M.W.; Adams, R.D. (2000): Relationships among age-associated strength changes and physical activity level, limb dominance, and muscle group in women. *J. Gerontol.* 55A: B264-B273
- Hurley, B.F.; Hagberg, J.M. (1998): Optimizing health in older persons: aerobic or strength training? In *Exercise and Sport Science Reviews*. American College of Sports Medicine Series 26: 61-89
- Hurley, B.F.; Roth, S.M. (2000): Strength training in the elderly. Effects on risk factors for age-related diseases. *Sports Med.* 30: 249-268
- Hyatt, R.H.; Whitelaw, M.N.; Bhat, A.; Scott, S.; Maxwell, J.D. (1990): Association of muscle strength with functional status of elderly people. *Age Aging* 19: 330-336
- Imamura, K.; Ashida, H.; Ishikawa, T.; Fujii, M. (1983): Human major psoas muscle and sacrospinalis muscle in relation to age: a study by computed tomography. *J. Gerontol.* 38: 678-681
- INE (1997): X a XIII Recenseamento Geral da População e estimativas da população residente para 1997 (nº26), INE, 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.* 55A: B152-B157
- Izquierdo, M.; Hakkinen, K.; Ibanez, J.; Garrues, M.; Antón, A.; Zúniga, A.; Larrión, J.L.; Gorostiaga, E.M. (2001): Effects of strength training on muscle power and serum hormones in middle-aged and older men. *J. Appl. Physiol.* 90: 1497-1507
- Jakobsson, F.; Borg, K.; Edstrom, L. (1990): Fibre-type composition, structure and cytoskeletal protein location of fibres in anterior tibialis muscle. Comparison between young adults and physically active aged humans. *Acta Neuropathol.* 80: 459-468
- Jette, A.M.; Branch, L.G. (1981): The Framingham disability study: II- Physical disability among aging. *Am. J. Public Health* 71: 1211-1216
- JNC VI (1997): The Sixth Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure. *Arch. Intern. Med.* 157: 2413-2446
- Jonsson, P.V.; Lipsitz, L.A. (1990): Cardiovascular factors contributing to falls in the older adult. *Top Geriatr. Rehabil.* 5: 21-33

- Judge, J.O.; Qunpuu, S.; Davies III, R.B. (1996): Effects of age on the biomechanics and physiology of gait. *Clin. Geriatr. Med.* 12: 659-678
- Kadhiresan, V.A.; Hassett, C.A.; Faulkner, J.A. (1996): Properties of single motor units in medial gastrocnemius muscles of adult and old rats. *J. Physiol. (London)* 493: 543-552
- Kamen, G.; Sison, S.V.; Duke Du, C.C.; Patten, C. (1995): Motor unit discharge behavior in older adults during maximal-effort contractions. *J. Appl. Physiol.* 77: 2648-2658
- 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. Sports Sci.* 16: 223-228
- Kannus, P. (1992): Normality, variability and predictability of work, power and torque acceleration energy with respect to peak torque in isokinetic muscle testing. *Int. J. Sports Med.* 13: 249-256
- Kannus, P. (1994): Isokinetic evaluation of muscular performance: implications for muscle testing and rehabilitation. *Int. J. Sports Med.* 15 (suppl): S11-S18
- Karlsson, M.P.; Vergnaud, P.; Delmas, P.; Obrant, K. (1995): Indicators of bone formation in weight lifters. *Cal. Tiss. Internat.* 56: 177-180
- Katz, S.; Branch, L.G.; Branson, M.H.; Papsidero, J.A.; Beck, J.C.; Greek, D.S. (1983): Active life expectancy. *N. Engl. J. Med.* 309: 1218-1224
- Katzel, L.; Bleecker, E.; Colman, E.; Rogus, E.; Sorkin, J.; Goldberg, A. (1995): Effects of weight loss vs. aerobic exercise training on risk factors for coronary disease in healthy, obese, middle-aged and older men. *JAMA.* 274: 1915-1920
- Kawamura, Y.; O'Brien, P.C.; Okazaki, H.; Dyck, P.J. (1977): Lumbar motoneurons of man. I. Numbers and diameter histograms of alpha and gamma axons and ventral roots. *J. Neuropathol. Exp. Neurol.* 36: 853-860
- Kell, R.T.; Bell, G.; Quinney, A. (2001): Musculoskeletal fitness, health outcomes and quality of life. *Sports Med.* 31: 863-873
- King, A.C.; Taylor, C.B.; Haskell, W.L. (1993): Effects of differing intensities and formats of 12 months of exercise training on psychological outcomes in older adults. *Health Psychol.* 12: 291-300
- Kirwan, J.; Kohrt, J.; Wojta, D.; Holloszy, J. (1993): Endurance exercise training reduces glucose-stimulated insulin levels in 60- to 70-year-old men and women. *J. Gerontol.* 48: M84-M90
- Kleiner, D.M. (2000): The cardiovascular effects of isokinetic resistance exercise. In *Isokinetics in Human Performance*. L.E. Brown (Ed.). Human Kinetics Publ., USA. pp. 277-297
- Kleiner, D.M.; Blessing, D.L.; Mitchell, J.W.; Davies, W.R. (1999): A description of the acute cardiovascular responses to isokinetic resistance at three different speeds. *J. Strength Cond. Res.* 21:7-12
- Klitgaard, H.; Brunet, R.; Marc, H.; Monod, M.; Mantoni, M.; Saltin, B. (1989): The aging skeletal muscle: effect of training on muscle force and mass. *Int. J. Sports Med.* 10: 93-94
- Klitgaard, H.; Clausen, T. (1989): Increased total concentration of Na-K pumps in vastus lateralis muscle of old trained human subjects. *J. Appl. Physiol.* 67: 491-494
- Klitgaard, H.; Mantonio, M.; Shiffino, S.; Ausoni, S.; Gorza, L.; Laurent-Winter, C.; Schnohr, P.; Saltin, B. (1990a): Function, morphology and protein expression of ageing skeletal muscle: a cross-sectional study of elderly men with different training backgrounds. *Acta Physiol. Scand.* 140: 41-44
- Klitgaard, H.; Zhou, M.; Shiffino, S.; Betto, R.; Salvati, G.; Saltin, B. (1990b): Ageing alters the myosin heavy chain composition of single fibres human skeletal muscle. *Acta Physiol. Scand.* 140: 55-62
- Klopfer, D.; Greijl, S. (1988): Examining quadriceps/hamstrings performance at high velocity isokinetics in untrained subjects. *J. Ortho. Sports Phys. Ther.* 10: 18-22

- Kohl; H.W.; LaPorte, R.E.; Blair, S.N. (1988): Physical activity and cancer: an epidemiological perspective. *Sports Med.* 6: 222-237
- Koceja, D.M.; Markus, C.A.; Trimble, M.H. (1995): Postural modulation of the soleus H reflex in young and old subjects. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.* 97: 387-393
- 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.* 55A: B481-B488
- Kovaleski, J.E.; Heitman, R.J. (1993): Interaction of velocity and progression order during isokinetic velocity spectrum exercise. *Isokinetics Exerc. Sci.* 3: 118-122
- Kovaleski, J.E.; Heitman, R.J. (2000): Testing and training the lower extremity. In *Isokinetics in Human Performance*. L.E. Brown (Ed.). Human Kinetics Publ., USA. pp. 3-24
- Kwon, S.; Oldaker, S.; Schrage, M.; Talbot, L.A.; Fozard, J.L.; Metter, E.J. (2001): Relationship between muscle strength and the time taken to complete a standardized walk-turn-walk test. *J. Gerontol.* 56A: B398-B404
- Laidlaw, D.H.; Kornatz, K.W.; Reen, A.D.; Suzuki, S.H.; Engra, M.R. (1999): Strength training improves the steadiness of slow lengthening contractions performed by old adults. *J. Appl. Physiol.* 87: 1786-1795
- Lakka, T.A.; Venalainen, J.M.; Rauramaa, R.; Salonen, R.; Tuomilehto, J.; Salonen, J.T. (1994): Relation of leisure-time physical activity and cardiorespiratory fitness to the risk of acute myocardial infarction in men. *N. Engl. J. Med.* 330: 1549-1554
- Lakatta, E.G. (1990): Changes in cardiovascular function with aging. *Eur. Heart J.* 11 (suppl. C): 22-29
- LaPorte, R.E.; Montoye, H.J.; Caspersen, C.J. (1985): Assessment of physical activity in epidemiologic research: problems and prospects. *Public Health Rep.* 100: 131-146
- Larish, D.D.; Martin, P.E.; Mungiole, M. (1988): Characteristic patterns of gait in the healthy old. In *Central Determinants of Age-related Declines in Motor Function: Annals of the New York Academy of Sciences*. I.A. Joseph (Ed.) 515. pp.18-31
- Larsson, L. (1982): Physical training effects on muscle morphology in sedentary males at different ages. *Med. Sci. Sports Exerc.* 14: 203-206
- Larsson, L. (1995): Motor units: remodelling in aged animals. *J. Gerontol.* 50A: 91-95
- Larsson, L.; Edstrom, L. (1986): Effects of age on enzyme-histochemical fibre spectra and contractile properties of fast-and slow-twitch skeletal muscles in rat. *J. Neurol. Sci.* 76: 69-89
- Larsson, L.; Grimby, G.; Karlsson, J. (1979): Muscle strength and speed of movement in relation to age and muscle morphology. *J. Appl. Physiol.* 46: 451-456
- Laukkanen, P.; Kauppinen, M.; Era, P.; Heikkinen, E. (1993): Factors related to coping with physical and instrumental activities of daily living among people born in 1904-1923. *Int. J. Geriatr. Psychiatry* 8: 287-296
- LeBlanc, A.; Gogia, P.; Schneider, V.; Krebs, J.; Schonfeld, E.; Evans, H. (1988): Calf muscle area and strength changes after five weeks of horizontal bed rest. *Am. J. Sports Med.* 16: 624-629
- Lee, R.C.; Wang, Z.; Heymsfield, S.B. (2001): Skeletal muscle mass and aging: regional and whole-body measurements methods. *Can. J. Appl. Physiol.* 26: 102-122
- Lemmer, J.T.; Hurlbut, D.E.; Martel, G.F.; Tracy, B.L.; Ivey, F.M.; Metter, E.J.; Fozard, J.L.; Fleg, J.L.; Hurley, B.F. (2000): Age and gender responses to strength training and detraining. *Med. Sci. Sports Exerc.* 32: 1505-1512
- Lenmarken, C.T.; Bergma, T.; Larsson, J.; Larsson, L.E. (1985): Skeletal muscle function in man: force, relaxation rate, endurance and contraction time-dependence on sex and age. *Clin. Physiol.* 5: 243-255

- Lewis, S.F.; Snell, P.G.; Taylor, W.F.; Hamra, M.; Graham, R.M.; Pettinger, W.A.; Blomqvist, C.G. (1985): Role of muscle mass and mode of contraction in circulatory responses to exercise. *J. Appl. Physiol.* 58: 146-151
- Lexell, J. (1993): Ageing and human muscle: observations from Sweden. *Can. J. Appl. Physiol.* 18: 2-18
- Lexell, J.; Downham, D.Y. (1991): The occurrence of fibre type grouping in healthy human muscle: a quantitative study of cross-sections of whole vastus lateralis from men between 15 and 83 years. *Acta Neurothol. (Berl)* 81: 377-381
- Lexell, J.; Downham, D.Y.; Larsson, Y.; Bruhn, E.; Morsing, B. (1995): Heavy-resistance training for Scandinavian men and women over seventy: short-and long-term effects on arm and leg muscles. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 5: 329-341
- Lexell, J.; Downham, D.; Sjostram, M. (1998): Distribution of different fibre types in human skeletal muscles: fibre type arrangement in m. vastus lateralis from three groups of healthy men between 15 and 83 years. *J. Neurol. Sci.* 72: 211-222
- Lexell, J.; Hendriksson-Larsen, K.; Winblad, B. (1983): Distribution of different types in human skeletal muscles: effects of ageing studied in whole muscles sections. *Muscle Nerve.* 6: 588-595
- Lexell, J.; Taylor, C.; Sjostram, M. (1988): What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studies in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83-year-old men. *J. Neurol. Sci.* 84: 275-294
- Lindle, R.S.; Metter, E.J.; Lynch, N.A.; Fleg, J.L.; Fozard, J.L.; Tobin, J.; Roy, T.A.; Hurley, B.F. (1997): Age and gender comparisons of muscle strength in 654 women and men aged 20-93 yr. *J. Appl. Physiol.* 83: 1581-1587
- Lindsay, R. (1992): *Osteoporosis*. National Osteoporosis Foundation. Chicago.
- Lipsitz, L.A. (1989): Altered blood pressure homeostasis in advanced age: clinical and research implications. *J. Gerontol.* 44: M179-M183
- Lipsitz, L.A.; Jonsson, P.V.; Kelley, M.M.; Koestner, J.S. (1991): Causes and correlates of recurrent falls in ambulatory frail elderly. *J. Gerontol.* 46: M114-M122
- Lord, S.R.; Castell, S. (1994): Physical activity program for older persons: effect on balance, strength, neuromuscular control, and reaction time. *Arch. Physiol. Med. Rehabil.* 75: 648-652
- Lord, S.R.; Lloyd, D.G.; Nirui, M.; Raymond, J.; Williams, P.; Stewart, R.A. (1996): The effects of exercise on gait patterns in older women: a randomized controlled trial. *J. Gerontol.* 51: M64-M70
- Lord, S.R.; Sambrook, P.N.; Gilbert, C.; Kelly, P.J.; Nguyen, T.; Webster, I.W. (1994): Postural stability falls and fractures in the elderly: results from Dubo Osteoporosis Epidemiology Society. *Med. J. Aust.* 160: 684-685
- Lord, S.R.; Ward, J.A.; Williams, P.; Strudwick, M. (1995): The effects of a 12-month exercise trial on balance, strength, and falls in older women: a randomized controlled trial. *J. Am. Geriatr. Soc.* 43: 1198-1206
- Londeree, B.R.; Ames, S.A. (1976): Trend analysis of the % VO₂max-HR regression. *Med. Sci. Sports Exerc.* 21: 655-661
- Luukinen, H.; Koski, K.; Laippala, P.; Kivela, S.L. (1995): Predictors for recurrent falls among the home dwelling elderly. *Scan. J. Prim. Health Care.* 13: 294-299
- Lynch, N.A.; Metter, E.J.; Lindle, R.S.; Fozard, J.L.; Tobin, J.D.; Roy, T.A.; Fleg, J.L.; Hurley, B.F. (1999): Muscle quality I. Age-associated differences between arm and leg muscle groups. *J. Appl. Physiol.* 86: 188-194
- McCartney, N.; McKelvie, R.S.; Martin, J.; Sale, D.G.; MacDougall, J.D. (1993): Weight-training-induced attenuation of the circulatory response of the older males to weight lifting. *J. Appl. Physiol.* 73: 1056-1060
- MacDougall, J.D. (1986): Adaptability of muscle to strength training - a cellular approach. In *Biochemistry of Exercise*. Vol 5. B. Saltin (Ed.). Human Kinetics Publishers, Champaign, Illinois. pp. 501-513
- MacDougall, D.; McKelvie, R.; Moroz, D.E.; Sale, D.G.; McCartney, N.; Buick, F. (1992): Factors affecting blood pressure during heavy weightlifting and static contractions. *J. Appl. Physiol.* 73: 1590-1597

- Marcinik, E.; 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: 739-743
- Marks, R. (1992): The effects of aging and strength training on skeletal muscle. *Aust. J. Physiother.* 38: 9-19
- Massey, B.; Chauder, N. (1956): Effects of systematic, heavy resistive exercise on range of joint movement in young male adults. *Res. Q. Exerc. Sport.* 27: 41-51
- Mazzeo, R.S.; Tanaka, H. (2001): Exercise prescription for the elderly. Current recommendations. *Sports Med.* 31: 809-818
- McBride, T.A.; Gorin, F.A.; Carlsen, R.C. (1995): Prolonged recovery and reduced adaptation in aged rat muscle following eccentric exercise. *Mech. Ageing Dev.* 83: 185-200
- McComas, A.I.; Galea, V.; De Bruin, H. (1993): Motor unit populations in healthy and diseased muscles. *Phys. Ther.* 73: 868-877
- McDonagh, M.J.N.; Davies, C.T.M. (1984): Adaptive response of mammalian skeletal muscle to exercise with high loads. *Eur. J. Appl. Physiol.* 52: 139-155
- McFadyen, B.J.; Winter, D.A. (1988): An integrated biomechanical analysis of normal stair ascent and descent. *J. Biomech.* 21: 733-744
- Merssier, J.P.; Dill, M. (1985): Alterations in strength and maximal oxygen uptake consequent to Nautilus circuit weight training. *Res. Q. Exerc. Sport* 56: 345-351
- Messier, S.; Thompson, C.; Ettinger Jr, W. (1997): Effects of long-term aerobic or weight training regimens on gait in an older, osteoarthritic population. *J. Appl. Biomech.* 13: 205-225
- Metter, E.J.; Lynch, N.; Conwit, R.; Lindle, R.; Tobin, J.; Hurley, B. (1999): Muscle quality and age: cross-sectional and longitudinal comparisons. *J. Gerontol.* 54A: B207-B218
- Meuleman, J.R.; Brechue, W.F.; Kubilis, P.S.; Lowenthal, D.T. (2000): Exercise training in the debilitated aged: strength and functional outcomes. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 81: 312-318
- Miles, D.S.; Owens, J.J.; Golden, J.C.; Gotshall, R.W. (1987): Central and peripheral hemodynamics during maximal leg extension exercise. *Eur. J. Appl. Physiol.* 56: 12-17
- Miller, J.P.; Pratley, R.E.; Goldberg, A.P.; Gordon, P.; Rubin, M.; Treuth, M.S.; Ryan, A.S.; Hurley, B.F. (1994): Strength training increases insulin action in healthy 50-to 65-yr-old men. *J. Appl. Physiol.* 77: 1122-1127
- Millington, P.J.; Myklebust, B.M.; Shambes, G.M. (1992): Biomechanical analysis of the sit-to-stand motion in elderly persons. *Arch. Phys. Med. Rehab.* 73: 609-617
- Montoye, H.; Kemper, H.; Saris, W.; Washburn, R. (1996): *Measuring Physical Activity and Energy Expenditure*. Human Kinetics Publishers, Champaign, Illinois.
- Morey, M.C.; Cowper, P.A.; Feussner, J.R.; Dipasquale, G.M.; Crowley, G.M.; Sulliveam Jr., R.J. (1991): Two-year trends in physical performance following supervised exercise among community-dwelling old veterans. *J. Am. Geriatr. Soc.* 38: 549-554
- Morey, M.C.; Pieper, C.F.; Comoni-Huntley, J. (1998): Physical fitness and functional limitations in community-dwelling older adults. *Med. Sci. Sports Exerc.* 30: 715-723
- Moritani, T. (1991): Time course of adaptations during strength and power training. In *Strength and Power in Sport*. P.V. Komi (Ed.), Blackwell Scientific. pp. 226-278
- Murray, M.P.; Duthie Jr, E.H.; Gambert, S.R.; Sepic, S.B.; Mollinger, L.A. (1985): Age-related differences in knee muscle strength in normal women. *J. Gerontol.* 40: 275-280
- Murphy, A.J.; Wilson, G.J. (1997): The ability of tests of muscular function to reflect training-induced changes in performance. *J. Sport Sci.* 15: 191-200

- Nakano, M.; Baba, H.; Tauchi, H.; Sato, T. (1985): Age-related change in activation by Tris (hydroxymethyl) aminomethane on myosin-ATPase activity of human minor pectoral muscles. *Mech. Ageing Dev.* 31: 187-195
- Narici, M.; Bordini, M.; Cerretelli, P. (1991): Effect of aging on human adductor pollicis muscle function. *J. Appl. Physiol.* 71: 1277-1281
- Narici, M.; Hoppeler, H.; Kayser, B.; Landoni, L.; Claasen, H.; Gavardi, C.; Conti, M.; Cerretelli, P. (1996): Human quadriceps cross-sectional area, torque, and neural activation during 6 months strength training. *Acta Physiol. Scand.* 157: 175-186
- Neder, J.A.; Nery, L.E.; Shinzato, G.T.; Andrade, M.S.; Peres, C.; Silva, A.C. (1999): Reference values for concentric knee isokinetic strength and power in nonathletic men and women from 20 to 80 years old. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 29: 116-126
- Nelson, M.E.; Fiatarone, M.A.; Morgani, C.M.; Trice, I.; Greenberg, R.A.; Evans, W.J. (1994): Effects of high-intensity strength training on multiple risk factors for osteoporotic fractures. *JAMA.* 272: 1909-1914
- Ogawa, T.; Spina, R.; Martin, W.H. (1992): Effects of aging, sex, and physical training on cardiovascular responses to exercise. *Circulation* 11: 505-520
- O'Neill, D.E.T.; Thayer, R.E.; Taylor, A.W.; Dzialoszynski, T.M.; Noble, E.G. (2000): Effects of short-term resistance training on muscle strength and morphology in the elderly. *JAPA* 8: 312-324
- Ory, M.; Schechtman, K.; Miller, J.P.; Hadley, E.C.; Fiatarone, M.A.; Province, M.A.; Arfken, C.L.; Morgan, D.; Weiss, S.; Kaplan, M. (1993): Frailty and injuries in after life: the FICSIT trials. *J. Am. Geriatr. Soc.* 41: 283-296
- Osternig, L. (2000): Assessing human performance. In *Isokinetics in Human Performance*. L.E. Brown (Ed.). Human Kinetics Publ., USA, pp. 77-96
- Osternig, L.; Hamill, J.; Corcos, D.; Lander, J. (1984): Electromyographic patterns accompanying isokinetic exercise under varying speed and sequencing contractions. *Am. J. Phys. Med. Rehabil.* 63: 289-297
- Overend, T.J.; Cunningham, D.A.; Paterson, D.H.; Lefcoe, M.S. (1992): Thigh composition in young and elderly men determined by computed tomography. *Clin. Physiol.* 12: 629-640
- Overend, T.J.; Versteegh, T.H.; Thompson, E.; Birmingham, T.B.; Vandervoort, A.A. (2000): Cardiovascular stress associated with concentric and eccentric isokinetic exercise in young and older adults. *J. Gerontol.* 55A: B177-B182
- Overstall, P.W.; Exton-Smith, A.N.; Imms, F.J.; Johnson, A.L. (1977): Falls in elderly related to postural imbalance. *BMJ* 1: 261-264
- Paffenbarger, R.; Hyde, R.T.; Wing, A.L.; Hsieh, C.C. (1986): Physical activity, all-cause mortality, and longevity of college alumni. *N. Engl. J. Med.* 314: 605-613
- Paffenbarger, R.; Lee, I. (1996): Physical activity and fitness for health and longevity. *Res. Q. Exerc. Sport.* 67: 11-28
- Paffenbarger, R.; Wing, A.L.; Hyde, R.T.; Jung, D.L. (1983): Physical activity and incidence of hypertension in college alumni. *Am. J. Epidemiol.* 117: 245-257
- Paffenbarger jr., R.S.; Blair, S.N.; Lee, I.-M.; Hyde, R.T. (1993): Measurement of physical activity to assess health effects in free-living populations. *Med. Sci. Sports Exerc.* 25: 60-70
- Parker, N.; Hunter, G.; Treuth, M. (1996): Effects of strength training on cardiovascular responses during a submaximal walk and a weight-loaded walking test in older females. *J. Card. Rehab.* 16: 56-62
- Pate, R. (1995): Physical activity and health: dose-response issues. *Res. Q. Exerc. Sport* 66: 313-317
- Patten, C. (2000): Reeducation muscle force control in older persons through strength training. *Top Geriatr. Rehabil.* 15: 47-59

- Phillips, S.K.; Bruce, S.A.; Woledge, R.C. (1991): In mice, the muscle weakness due to age is absent during stretching. *J. Physiol. (Lond)* 437: 63-70
- Phillips, S.K.; Rowbury, J.L.; Bruce, S.A.; Woledge, R.C. (1993): Muscle force generation and age: the role of sex hormones. In *Sensorimotor Impairment in the Elderly*. G.E. Steimach; V. Homberg (Eds.). Dordrecht, Kluwer Academic Publishers. pp. 129-141
- Ploutz-Snyder, L.L.; Giamis, E.L.; Formikell, M.; Rosenbaum, A.E. (2001): Resistance training reduces susceptibility to eccentric exercise-induced muscle dysfunction in older women. *J. Gerontol.* 56A: B384-B390
- Poehlman, E.; Gardner, A.; Ades, P.; Katzman-Rooks, S.M.; Montgomery, S.M.; Atlas, O.K.; Ballor, D.L.; Tyzbir, R.S. (1992): Resting energy metabolism and cardiovascular disease risk in resistance-trained and aerobically trained males. *Metabolism* 41: 1351-1360
- Pollock, M.L. (1988): Prescribing exercise for fitness and adherence. In *Exercise Adherence: Its Impact on Public Health*. R.K. Dishman (Ed.). Human Kinetics Books. Champaign, Illinois. pp. 259-277
- Pollock, M.; Carrol, J.; Graves, S.; Legget, S.; Braith, R.; Limacher, M.; Hagberg, J. (1991): Injuries and adherence to Walk/Jog and resistance training programs in the elderly. *Med. Sci. Sports Exerc.* 23: 1194-1200
- Pollock, M.; Gaesser, G.; Butcher, J.; Deprés, J.P.; Dishman, R.; Franklin, B.; Garber, C. (1998): 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: 975-991
- Pollock, M.L.; Wilmore, J.H. (1990): *Exercise in Health and Disease: Evaluation and Prescription for Prevention and Rehabilitation*. W. B. Saunders (Ed.), 2nd Ed. Philadelphia. pp. 91-160
- Pois, M.A.; Petra, H.M.; Peeters, H.M.; Kemper, H.C.G.; Hubertine, J.A.; Collette, J.A. (1996): Repeatability and relative validity of two physical activity questionnaires in elderly women. *Med. Sci. Sports Exerc.* 28: 1020-1025
- Porter, M.M.; Myint, A.; Kramer, J.F.; Vandervoort, A.A. (1994): Concentric and eccentric strength evaluation in older men and women. *Med. Sci. Sports Exerc.* 26: S189
- Porter, M.M.; Vandervoort, A.A. (1995): High-intensity strength training for the older adult – a review. *Top Geriatr. Rehabil.* 10: 61-74
- Porter, M.M.; Vandervoort, A.A.; Kraemer, J.F. (1997): Eccentric peak torque of the plantar and dorsiflexors is maintained in older women. *J. Gerontol.* 52: B125-B131
- Porter, M.M.; Vandervoort, A.A.; Lexell, J. (1995): Aging of human muscle: structure, function and adaptability. *Scand. J. Med. Sci. Sports.* 5: 129-142
- Poulin, M.J.; Vandervoort, A.A.; Paterson, D.H.; Kramer, J.F.; Cunningham, D.A. (1992): Eccentric and concentric torques of knee and elbow extension in young and older men. *Can. J. Appl. Physiol.* 17: 3-7
- Powell, K.E.; Paffenbarger, R.S. (1985): Workshop on epidemiologic and public health aspects of physical activity and exercise: a summary. *Public Health Rep.* 100: 118-126
- Powell, K.E.; Thompson, P.D.; Caspersen, C.J.; Kendrick, J.S. (1987): Physical activity and incidence of coronary heart disease. *Ann. Rev. Public Health* 8: 245-257
- Pratley, R.; Nicklas, B.; Rubin, M.; Miller, J.; Smith, A.; Smith, M.; Hurley, B.; Goldberg, A. (1994): Strength training increases resting metabolic rate and norepinephrine levels in healthy 50- to 65-yr-old men. *J. Appl. Physiol.* 76: 133-137
- Princivero, D.M.; Lephart, S.M.; Karunakara, R.A. (1997): Reliability and precision of isokinetic strength and muscular endurance for the quadriceps and hamstrings. *Int. J. Sports Med.* 18: 113-117
- Proctor, D.N.; Sinning, W.E.; Walro, J.M.; Sieck, G.C.; Lemon, P.W. (1995): Oxidative capacity of human muscle fiber types: effects of age and training status. *J. Appl. Physiol.* 78: 2033-2038

- Pruitt, L.A.; Taaffe, D.R.; Marcus, R. (1995): Effects of a one-year high-intensity versus low-intensity resistance training program on bone mineral density in older women. *J. Bone Miner. Res.* 10: 1788-1795
- Puggaard, L.; Pedersen, H.P.; Sandager, E.; Klitgaard, H. (1994): Physical conditioning in elderly people. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 4: 47-56
- Punzi, H.A. (1998): Why ambulatory blood pressure monitoring? *Am. J. Health-Syst. Pharm.* 55 (suppl. 3): S12-S16
- Pyka, G.; Linderberger, E.; Charette, S.; Marcus, R. (1994): Muscle strength and fiber adaptations to a year-long resistance training program in elderly men and women. *J. Gerontol.* 49: M22-M27
- Quetelet, L.A.J. (1835): Sur l'homme et le développement de ses facultés. In *L. Hauman and Cie*, Vol. 2. Paris, Bachelier, Imprimeur-Libraire. pp. 63-77
- Quittan, M.; Wiesinger, G.F.; Crenenna, R.; Nuhr, M.J.; Sochor, A.; Pacher, R.; Fialka-Moser, V. (2001): Isokinetic strength testing in patients with chronic heart failure – a reliability study. *Int. J. Sports Med.* 22: 40-44
- Rall, L.C.; Meydani, S.N.; Kehayies, J.J.; Dawson-Hughes, B.; Roubenoff, R. (1996a): The effect of progressive resistance training in rheumatoid arthritis: increases strength without changes in energy balance or body composition. *Arthritis Rheum.* 39: 415-426
- Rall, L.C.; Rosen, C.J.; Dolnikowski, G.; Hartman, W.J.; Lundgren, N.T.; Abad, L.W.; Dinanello, C.A.; Roubenoff, R. (1996b): Protein metabolism and its mediators before and after strength training in aging and chronic inflammation. *Arthritis Rheum.* 39: 1115-1124
- Rantanen, T.; Heikkinen, E. (1998): The role of habitual physical activity in preserving muscle strength from age 80 to 85 years. *JAPA* 6: 121-132
- Rantanen, T.; Erva, 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: 1439-1445
- Rebello, A.N. (1993): *Caracterização da atividade física do futebolista em competição*. Dissertação apresentada às Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica. Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto
- Reimers, C.D.; Harder, T.; Saxe, H. (1998): Age-related muscle atrophy does not affect all muscles and can partly be compensated by physical activity: an ultrasound study. *J. Neurol. Sci.* 159: 60-66
- Rice, C.L.; Cunningham, D.A.; Paterson, D.H.; Dickinson, J.R. (1993): Strength training alters contractile properties of the triceps brachii in men aged 65-78 years. *Eur. J. Appl. Physiol.* 66: 275-280
- Rice, C.L.; Cunningham, D.A.; Paterson, D.H.; Lefcoe, M.S. (1989): Strength in an elderly population. *Arch. Physiol. Med. Rehab.* 70: 391-397
- Ringsberg, K.A.; Gardsell, P.; Johnell, O.; Jonsson, B.B.; Obrant, K.J.; Sembö, I. (1998): Balance and gait performance in an urban and a rural population. *J. Am. Geriatr. Soc.* 46: 65-70
- Ringsberg, K.A.; 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: 289-293
- Robbins, A.S.; Rubenstein, L.Z.; Josephson, K.R.; Schulman, B.L.; Osterweil, D.; Fine, G. (1989): Predictors of falls among elderly people. *Arch. Int. Med.* 149: 1628-1633
- Roberts, S.B.; Young, V.R.; Fuss, P.; Heyman, M.B.; Fiatarone, G.E.; Dallal, G.E.; Cortiella, J.; Evans, W.J. (1992): What are the dietary energy needs of adults? *Int. J. Obes.* 16: 969-976
- Rogers, M.A.; Evans, W.J. (1993): Changes in skeletal muscle with aging: effects of exercise training. In *Exercise and Sport Science Reviews*. American College of Sports Medicine Series 21: 65-102

- Roman, W.J.; Fleckenstein, J.; Stray-Gundersen, J.; Always, S.E.; Peshock, R.; Gonyea, W.J. (1993): Adaptations in the elbow flexors of elderly males after heavy-resistance training. *J. Appl. Physiol.* 74: 750-754
- Rook, K.M.; Phillips, S.K.; Bruce, S.A.; Woledge, R.C. (1992): The effects of ageing on muscle strength in men and women. *J. Physiol. (London)* 452: 25P
- Roos, M.R.; Rice, C.L.; Vandervoort, A.A. (1997): Age-related changes in motor unit function. *Muscle Nerve.* 20: 679-690
- Rosa, M.J. (1999): *Reformados e Tempos Livres: resultados do inquérito à população activa e reformada sobre actividades de lazer.* Edições Colibri/Inatel
- Rothstein, J.; Lamb, R.L.; Mayhew, T.P. (1987): Clinical uses of isokinetic measurements. Critical issues. *Phys. Ther.* 67: 1840-1844
- Roubenoff, R. (2001): Origins and clinical relevance of sarcopenia. *Can. J. Appl. Physiol.* 26: 78-89
- Roubenoff, R.; Sun, J.; Raymond, J.; Fauntlenox, J.; Gorbach, S. (1997): Feasibility of increasing lean body mass in HIV-infected adults using progressive resistance exercise (Abstract). *Nutrition* 13: 271
- Sagiv, M.; Hanson, P.; Besozzi, M.; Nagle, F.; Zager, L. (1985): Left ventricular response to upright isometric handgrip and deadlift in men with coronary artery disease. *Am. J. Cardiol.* 55: 1298-1302
- Sale, D.G. (1991): Neural adaptation to strength training. In *Strength and Power in Sport*. P.V. Komi (Ed.). Boston, M.A Blackwell Scientific. pp. 249-265
- Sale, D.G. (1988): Neural adaptation to resistance training. *Med. Sci. Sports Exerc.* 20 (suppl 5): S135-S145
- Salem, G.J.; Wang, M.-Y.; Young, J.T.; Marion, M.; Greendale, G.A. (2000): Knee strength and lower- and higher-intensity functional performance in older adults. *Med. Sci. Sports Exerc.* 32: 1679-1684
- Sallis, J.; Haskell, W.; Wood, P.; Fortman, S.; Rogers, T.; Blair, S.; Paffenbarger, R. (1985): Physical activity assessment methodology in five-city project: *Am. J. Epidemiol.* 121: 91-104
- Saltin, B.; Gollnick, P.D. (1983): Skeletal muscle adaptability: significance for metabolism and performance. In *Handbook of Physiology. Section 10, Skeletal Muscle*. L.D. Peachey (Ed.). American Physiological Society, Bethesda, Maryland. pp. 555-631
- Scharf, H-P.; Eckhardt, R.; Maurus, M.; Puhl, W. (1994): Metabolic and hemodynamic changes during isokinetic muscle training. *Int. J. Sports Med.* 15 (suppl.1): S56-S59
- Schlicht, J.; Camaione, D.N.; Owen, S.V. (2001): Effect of intense strength training on standing balance, walking speed, and sit-to-stand performance in older adults. *J. Gerontol.* 56A: M281-M286
- Schmalbruch, H. (1985): *Skeletal Muscle. Handbook of Microscopy Anatomy*. Vol III/6. Springer-Verlag, Berlin
- Schultz, A.B. (1992): Mobility impairment in the elderly: challenges for biomechanics research. *J. Biomech.* 25: 519-528
- Schultz, A.B. (1995): Muscle function and mobility biomechanics in the elderly: an overview of some recent research. *J. Gerontol.* 50A: 60-63
- Seals, D.; Hagberg, J.; Hurley, B.; Ehsani, A.; Holloszy, J. (1984a): Effects of endurance training on glucose tolerance and plasma lipid levels in older men and women. *J. Am. Med. Assoc.* 252: 645-649
- Seals, D.; Hagberg, J.; Hurley, B.; Ehsani, A.; Holloszy, J. (1984b): Endurance training in older men and women. I. Cardiovascular responses to exercise. *J. Appl. Physiol.* 57: 1024-1029
- Seals, D.; Reiling, M. (1991): Effect of regular exercise on 24-hr arterial pressure in older hypertensive humans. *Hypertension* 18: 583-592
- Shaw, C.E.; McCully, K.K.; Posner, J.D. (1995): Injuries during the one repetition maximum assessment in the elderly. *J. Cardiopulm. Rehabil.* 15: 283-287

- Shephard, R.J. (1987): *Physical activity and aging*. M.D. Rockville (Ed.). Aspen Publishers
- Shephard, R.J. (1990a): Exercise for the frail elderly. *Sports Training Med. Rehabil.* 1: 263-277
- Shephard, R.J. (1990b): The scientific basis of exercise prescribing for the very old. *Physician Sports Med.* 11: 91-101
- Shephard, R.J. (1995): Physical activity, health, and well-being at different life stages. *Res. Q. Exerc. Sport.* 66: 298-302
- Shephard, R. (1997): *Aging, Physical Activity, and Health*. Human Kinetics, Champaign, Illinois
- Singh, M.A.; Ding, W.; Manfredi, T.J.; Solares, G.S.; O'Neill, E.F.; Clements, K.M.; Ryan, N.D.; Kehayias, J.J.; Fielding, R.A.; Evans, W.L. (1999): Insulin-like growth factor I in skeletal muscle after weight-lifting exercise in frail elders. *Am. J. Physiol.* 277: E135-E143
- Sipila, S.; Multanen, J.; Kallinen, M.; Era, P.; Suominen, H. (1996): Effects of strength and endurance training on isometric muscle strength and walking speed in elderly women. *Acta Physiol. Scan.* 156: 457-464
- Siscovick, D.S.; Weiss, N.S.; Fletcher, R.H.; Lasky, T. (1984): The incidence of primary cardiac arrest during vigorous exercise. *N. Engl. J. Med.* 311: 874-877
- Skelton, D.A.; Young, A.; Greig, C.A.; Malbut, K.E. (1995): Effects of resistance training on strength, power, and selected functional abilities of women aged 75 and older. *J. Am. Geriatr. Soc.* 43: 1081-1087
- Smolander, J.; Aminoff, I.; Khoronen, I.; Tervo, M.; Shen, N.; Korhonen, O.; Louhevaara, V. (1998): Heart rate and blood pressure responses to isometric exercise in young and older men. *Eur. J. Appl. Physiol.* 77: 439-444
- Soares, J.M.C. (1988): *Abordagem fisiológica do esforço intermitente*. Dissertação apresentada às Provas de Doutorado. Instituto Superior de Educação Fisca da Universidade do Porto
- Spirduso, W.W. (1995): *Physical Dimensions of Aging*. Human Kinetics, Champaign, Illinois
- Staron, R.S.; Karapondo, D.L.; Kraemer, J.; Fry, S.E.; Gordon, J.E.; Falker, J.E.; Hagerman, F.C.; Hikida, R.S. (1994): Skeletal muscle adaptations during the early phase of heavy resistance training in men and women. *J. Appl. Physiol.* 76: 1247-1255
- Stone, M.; Fleck, S.; Triplett, N.; Kramer, W. (1991): Health and performance related potential of resistance training. *Sports Med.* 11: 210-213
- Swain, D.P.; Abernathy, K.S.; Smith, C.S.; Lee, S.J.; Bunn, S.A. (1994): Target heart rates for development of cardiorespiratory fitness. *Med. Sci. Sports Exerc.* 26: 112-116
- Swain, D.P.; Leutholtz, B.C. (1997): Heart rate reserve is equivalent to $\dot{V}O_2$ reserve, not to % $\dot{V}O_{2max}$. *Med. Sci. Sports Exerc.* 29: 837-843
- Taaffe, D.R.; Duret, C.; Wheeler, S.; Marcus, R. (1999): Once-weekly resistance exercise improves muscle strength and neuromuscular performance in older adults. *J. Am. Geriatr. Soc.* 47: 1208-1214
- Taaffe, D.R.; Marcus, R. (1997): Dynamic muscle strength alterations to detraining and retraining in elderly men. *Clin. Physiol.* 17: 311-324
- Taaffe, D.R.; Pruitt, L.; Pyka, G.; Guido, D.; Marcus, R. (1996): Comparative effects of high and low-intensity resistance training on muscle strength, fiber area, and tissue composition in elderly women. *Clin Physiol.* 16: 381-392
- Taylor, A.W.; Noble, E.G.; Cunningham, D.A.; Paterson, D.H.; Rechnitzer, P. (1992): Ageing, skeletal muscle contractile properties and enzyme activities with exercise In *Integration of Medical and Sport Sciences. Medicine in Sport Sciences*. Y. Sato; J. Poortmans; I. Hashimoto; Y. Oshida (Eds.) 37th ed., Basel, Karger. pp. 109-125
- Terry, R.D.; DeTeresa, R.; Hansen, L.A. (1987): Neocortical cell counts in normal human adult aging. *Ann. Neurol.* 21: 530-539

- Tesch, P.A.; Berg, H.E.; Haggmark, T.; Ohlsen, H.; Dudley, G.A. (1991): Muscle strength and endurance following lower limb suspension in man. *Physiologist*. 34: S104-S106
- Tesch, P.A.; Dudley, G.A.; Duvoisin, M.R.; Hather, B.R.; Harris, R.T. (1990): Force and EMG signal patterns during repeated bouts of concentric or eccentric muscle actions. *Acta Physiol. Scand.* 138: 263-271
- Thompson, L.V.; Brown, M. (1999): Age-related changes in contractile properties of single skeletal fibers from the soleus muscle. *J. Appl. Physiol.* 86: 881-886
- Thompson, E.; Versteegt, T.H.; Overend, T.J.; Birmingham, T.B.; Vandervoort, A.A. (1999): Cardiovascular responses to submaximal concentric and eccentric isokinetic exercise in older adults. *JAPA* 7: 20-31
- Timm, K.E.; Fyke, D. (1993): The effect of test speed sequence on the concentric isokinetic performance of the knee extensor muscle group. *Isokinetics Exerc. Sci.* 3: 123-128
- Tinetti, M.E.; Baker, D.I.; McAvay, G.; Claus, E.B.; Garrett, P.; Gottschalk, M.; Koch, M.L.; Trainor, K.; Horwitz, R.I. (1994): A multifactorial intervention to reduce the risk of falling among elderly people living in the community. *N. Engl. J. Med.* 331: 821-827
- Tinetti, M.E.; Doucette, J.T.; Claus, E.B. (1995a): The contribution of predisposing and situational risk factors to serious falls injuries. *J. Am. Geriatr. Soc.* 43: 1207-1213
- Tinetti, M.E.; Doucette, J.T.; Claus, E.B.; Marottoli, R. (1995b): Risk factors for serious injuries during falls by older persons on the community. *J. Am. Geriatr. Soc.* 43: 1214-1221
- Tomlinson, B.E.; Irving, D. (1977): The numbers of limb motor neurons in the human lumbosacral cord throughout life. *J. Neurol. Sci.* 34: 213-219
- Tomonaga, M. (1977): Histochemical and ultrastructural changes in senile human skeletal muscle. *J. Am. Geriatr. Soc.* 25: 125-131
- 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: 195-201
- Trappe, S.; Williamson, D.; Godard, M.; Porter, D.; Rowden, G.; Costill, D. (2000): Effect of resistance training on single muscle fiber contractile function in older men. *J. Appl. Physiol.* 89: 143-152
- Tzankoff, S.P.; Norris, A.H. (1978): Longitudinal changes in basal metabolic rate in men. *J. Appl. Physiol.* 33: 536-539
- Urbanek, M.G.; Picken, E.B.; Kalliainen, L.K.; Kuzon Jr., W.M. (2001): Specific force deficit in skeletal muscles of old rats is partially explained by the existence of denervated muscle fibers. *J. Gerontol.* 56A: B191-B197
- van den Hombergh, C.E.J.; Dekker, J.M.; Schouten, E.G. (1995): Short-term heart rate variability and physical activity in Dutch women and men aged 65-85 years. *Cardiol. Eld.* 3: 193-198
- Vandervoort, A.A.; Chesworth, B.M.; Cunningham, D.A.; Rechnitzer, P.A.; Paterson, D.H.; Kovall, J.J. (1992): Age and sex effects on mobility of the human ankle. *J. Gerontol.* 47: M17-M21
- Vandervoort, A.A.; Kramer, J.F.; Wharram, E.R. (1990): Eccentric knee strength of elderly females. *J. Gerontol.* 45: B125-B128
- Vandervoort, A.A.; McComas, A.J. (1986): Contractile changes in opposing muscles of the human ankle joint with aging. *J. Appl. Physiol.* 61: 361-367
- Vandervoort, A.V.; Hayes, K.C.; Belager, A.Y. (1986): Strength and endurance of skeletal muscle in the elderly. *Physiother. Can.* 38: 167-173
- Vincent, W.J. (1995): *Statistics in kinesiology*. Human Kinetics, Champaign, Illinois
- Voorrips, L.E.; Ravelli, A.C.J.; Dongelmans, P.C.A.; Deurenberg, P.; van Staveren, W.A. (1991): A physical activity questionnaire for the elderly. *Med. Sci. Sports Exerc.* 23: 974-979

- Vuori, I. (1995): Exercise and physical health: musculoskeletal health and functional capabilities. *Res. Q. Exerc. Sport* 66: 276-285
- Walker, J.M.; Sue, D.; Miles-Elkousy, N.; Ford, G.; Trevelyan, H. (1994): Active mobility of the extremities in older subjects. *Phys. Ther.* 64: 919-923
- Walters, T.J.; Sweeney, H.L.; Farrar, R.P. (1990): Aging does not affect contractile properties of type IIb FDL muscle in Fischer 344 rats. *Am. J. Physiol.* 258: C1031-C1035
- Washburn, R.; Jette, A.M.; Janney, C.A. (1990): Using age-neutral physical activity questionnaires in research with the elderly. *J. Aging Health.* 2: 341-356
- Washburn, R.; Montoye, H. (1986): The assessment of physical activity by a questionnaire. *Am. J. Epidemiol.* 123: 563-576
- Washburn, R.A.; Smith, K.W.; Jette, A.M.; Janney, C.A. (1993): A physical activity scale for the elderly (PASE): development and evaluation. *J. Clin. Epidemiol.* 46: 153-162
- Weir, J.P.; Evans, S.A.; Housh, M.L. (1996): The effect of extraneous movements on peak torque and constant joint angle torque-velocity curves. *J. Ortho. Sports Phys. Ther.* 15: 107-112
- Westhoff, M.H.; Stemmerik, L.; Boshuizen, H.C. (2000): Effects of a low-intensity strength-training program on knee-extensor strength and functional ability of frail older people. *JAPA* 8: 325-342
- Whipple, R.H.; Wolfson, L.I.; Amerman, P.M. (1987): The relationship of knee and ankle weakness to falls in nursing home residents: an isokinetic study. *J. Am. Geriatr. Soc.* 35: 13-20
- WHO (1998): The World Report 1998: Life in the 21st Century – A Vision for All. Geneva. World Health Organization.
- Wickelgren, I. (1996): For the cortex, neuron loss may be less than thought. *Science.* 273: 48-50
- Wiecek, E.M.; McCartney, N.; Mckelvie, R.S. (1990): Comparison of direct and indirect measures of systemic arterial pressure during weightlifting in coronary artery disease. *Am. J. Cardiol.* 66: 1065-1106
- Wilk, K. (1991): Isokinetic Testing - Setup and Positioning. In *Biodex System II Manual, Applications/Operations*. Biodex Medical System, Inc, New York, USA
- Williams, P.T. (1997): Relationship of distance run per week to coronary heart disease risk factors in 8283 male runners: the national runner's health study. *Arch. Inter. Med.* 157: 191-198
- Winter, D.A.; Wells, R.P.; Orr, G.W. (1981): Errors in the use of isokinetic dynamometers. *Eur. J. Appl. Physiol.* 46: 397-408
- Wolf, S.L.; Barnhart, H.X.; Kutner, N.G.; McNeely, E.; Coogler, C.; Xu, T. (1996): Reducing frailty and falls in older persons: an investigation of Tai Chi and computerized balance training – Atlanta FICSIT Group: Frailty and Injuries – Cooperative Studies of Intervention Techniques. *J. Am. Geriatr. Soc.* 44: 489-497
- Wolfson, L.R.; Whipple, R.; Judge, J.; Amerman, P.; Derby, C.; King, M. (1993): Training balance and strength in the elderly to improve function. *J. Am. Geriatr. Soc.* 41: 341-343
- Worrell, T.W.; Smith, T.L.; Winegardner, J. (1994): Effect of stretching on hamstring muscle performance. *J. Orthop. Sport Phys. Ther.* 20: 154-159
- Wrigley, T.V. (2000): Correlations with athletic performance. In *Isokinetics in Human Performance*. L.E. Brown (Ed.), Human Kinetics Publ., USA, pp. 3-24
- Yarasheski, K.E.; Zachwieja, J.J.; Bier, D.M. (1993): Acute effects of resistance exercise on muscle protein synthesis rate in young and elderly men and women. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* 265: E210-E214
- Young, A.; Stokes, M.; Crowe, M. (1984): Size and strength of the quadriceps muscle of old and young women. *Eur. J. Clin. Invest.* 14: 282-287

Young, A.; Stokes, M.; Crowe, M. (1985): The size and strength of the quadriceps muscle of old and young men. *Clin. Physiol.* 5: 145-154

Yue, G.H.; Raganathan, V.K.; Siemionow, V.; Liu, J.Z.; Sahgal, V. (1999): Older adults exhibit a reduced ability to fully activate their biceps brachii muscle. *J. Gerontol.* 54A: M249-M253

Zhang, Y.L.; Kelsen, S.G. (1990): Effects of aging on diaphragm contractile function in golden hamsters. *Am. Rev. Respir. Dis.* 142: 1396-1400



Anexos

8. Anexos

QUESTIONÁRIO DE BAECKE MODIFICADO

Actividades Domésticas

(Quais as suas tarefas domésticas? Como as considera?)

1. Realiza tarefas domésticas ligeiras (fazer a cama, lavar a louça, etc.)? ()
 0. Nunca (menos de 1 vez por mês)
 1. Por vezes (apenas quando não tem ajuda)
 2. Frequentemente (algumas vezes com ajuda)
 3. Sempre (sozinho ou com ajuda)

2. Realiza tarefas domésticas pesadas (lavar o chão e/ou janelas, lavar o carro, etc.)? ()
 0. Nunca (menos de 1 vez por mês)
 1. Por vezes (apenas quando não tem ajuda)
 2. Frequentemente (algumas vezes com ajuda)
 3. Sempre (sozinho ou com ajuda)

3. Para quantas pessoas faz a manutenção da casa (incluindo você mesmo; "0" se respondeu Nunca nas questões 1 e 2)? ()

4. Quantos compartimentos da casa costuma limpar, incluindo cozinha, quarto, garagem, sótão, casa de banho, etc. ("0" se respondeu Nunca nas questões 1 e 2)? ()
 0. Nenhum
 1. 1 a 6 compartimentos
 2. 7 a 9 compartimentos
 3. 10 ou mais compartimentos

5. Se limpa alguns, por quantos pisos é que eles se dividem? ("0" se respondeu Nunca nas questões 1 e 2) ()

6. Cozinha ou ajuda alguém neste tipo de tarefa? ()
 0. Nunca
 1. Por vezes (1 a 2 vezes por semana)
 2. Frequentemente (3 a 5 vezes por semana)
 3. Sempre (mais de 5 vezes por semana)

7. Quantos lanços de escada sobe habitualmente por dia? (um lanço inclui 10 escadas) ()
 0. Nunca subo escadas
 1. 1 a 5
 2. 6 a 10
 3. Mais de 10

8. Que tipo de transporte utiliza para se deslocar na sua cidade? ()
0. Nunca saio
 1. Carro
 2. Transporte público
 3. Bicicleta
 4. A pé
9. Com que frequência costuma sair de casa ou ir às compras? ()
0. Nunca ou menos de 1 vez por semana
 1. 1 vez por semana
 2. 2 a 4 vezes por semana
 3. Todos os dias
10. Quando sai para ir às compras que tipo de transporte utiliza? ()
0. Nunca vou às compras
 1. Carro
 2. Transporte público
 3. Bicicleta
 4. A pé

$$\text{Score da actividade doméstica (SAD)} = (Q1+Q2+\dots+Q10/10)$$

Actividades Desportivas

Pratica Desporto?

Nome	Intensidade	N.º de horas/semana	Período do Ano
Desporto 1			
Desporto 2			
Desporto 3			

$$\text{Score da actividade desportiva (SD)} = \sum (ia*ib*ic)$$

Actividades de Tempos Livres

Realiza outro tipo de actividade física?

Nome	Intensidade	N.º de horas/semana	Período do Ano
Actividade 1			
Actividade 2			
Actividade 3			

$$\text{Score da actividade de Tempos Livres (STL)} = \sum (ia*ib*ic)$$

$$\text{Score do questionário} = \text{SAD} + \text{SD} + \text{STL}$$

Tabela de Códigos para o Questionário de Baecke Modificado

Intensidade:

0. Deitado, sem carga	código 0.028
1. Sentado, sem carga	código 0.146
2. Sentado, com movimentos dos membros superiores	código 0.297
3. Sentado, com movimentos do corpo	código 0.703
4. De pé, sem carga	código 0.174
2. De pé, com movimentos dos membros superiores	código 0.307
3. De pé, com movimentos do corpo, andar	código 0.890
2. Andar, com movimentos dos membros superiores	código 1.368
3. andar, com movimentos do corpo, andar de bicicleta, nadar	código 1.890

N.º de horas por semana:

0. [Menos de 1 hora por semana]	código 0.5
1. [1 a 2 horas por semana]	código 1.5
2. [2 a 3 horas por semana]	código 2.5
3. [3 a 4 horas por semana]	código 3.5
4. [4 a 5 horas por semana]	código 4.5
5. [5 a 6 horas por semana]	código 5.5
6. [6 a 7 horas por semana]	código 6.5
7. [7 a 8 horas por semana]	código 7.5
8. [mais de 8 horas por semana]	código 8.5

Meses por ano:

0. Menos de 1 mês por ano	código 0.04
1. 1 a 3 meses por ano	código 0.17
2. 4 a 6 meses por ano	código 0.42
3. 7 a 9 meses por ano	código 0.67
4. Mais de 9 meses por ano	código 0.92

