

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO
RIO GRANDE DO SUL**

INSTITUTO DE GERIATRIA E GERONTOLOGIA

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GERONTOLOGIA
BIOMÉDICA**

**EFEITOS DE UM PROGRAMA DE TREINAMENTO QUE
COMBINA HIDROGINÁSTICA E TREINAMENTO
RESISTIDO SOBRE AS RESPOSTAS HEMODINÂMICAS E
METABÓLICAS EM IDOSOS**

Gustavo Graeff Kura

Porto Alegre

2008

Gustavo Graeff Kura

**Efeitos de um programa de treinamento que combina
hidroginástica e treinamento resistido sobre as respostas
hemodinâmicas e metabólicas em idosos**

Dissertação apresentada como requisito para
obtenção do grau de Mestre, pelo Programa de
Pós-Graduação em Gerontologia Biomédica, da
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do
Sul.

Orientadora: Denise Cantarelli Machado

Porto Alegre

2008

CIP – Catalogação na Publicação

K96e

Kura, Gustavo Graeff

Efeitos de um programa de treinamento que combina hidroginástica e treinamento resistido sobre as respostas hemodinâmicas e metabólicas em idosos / Gustavo Graeff Kura. – 2008.

108 f.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado em Gerontologia Biomédica) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

Orientação: Prof^ª. Dr^ª. Denise Cantarelli Machado

1. Exercício físico. 2. Idoso. 3. Hidroginástica. 4. Treinamento resistido. I.Machado, Denise Cantarelli, orientadora. II. Título.

CDU: 797-053.9

Catalogação: bibliotecária Ana Paula Benetti Machado – CRB10/1641

Gustavo Graeff Kura

**Efeitos de um programa de treinamento que combina
hidroginástica e treinamento resistido sobre as respostas
hemodinâmicas e metabólicas em idosos**

Dissertação apresentada como requisito para
obtenção do grau de Mestre, pelo Programa de
Pós-Graduação em Gerontologia Biomédica, da
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do
Sul.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Hugo Tourinho Filho

Prof. Dr. Geraldo Attilio De Carli

Dedico este trabalho aos meus pais, que sempre me apoiaram, à minha namorada, pelo carinho e ajuda em todos os momentos, e aos poucos, mas sinceros, amigos.

AGRADECIMENTO

Aos professores, Dr. Hugo Tourinho Filho e Ms. Lílian Simone Pereira Ribeiro, meus primeiros orientadores e que, de certa forma, me influenciaram a buscar novos objetivos na minha carreira profissional. A eles sou muito grato.

À professora Dr. Denise Cantarelli Machado, minha orientadora, pela confiança e apoio dispensados.

Ao amigo e mestre professor Dr. Pedro Renato Gonçalves, pelos seus ensinamentos, que muito me auxiliaram na carreira de professor universitário. Obrigado pela confiança depositada.

À minha namorada Alessandra Paula Merlin, pelo apoio e dedicação, que tornaram possível a realização e conclusão deste estudo.

Ao professor Ms. Cleiton Chiamonti Bona, pela amizade e dedicação durante a realização deste estudo e pela confiança depositada no meu trabalho.

Aos professores do Laboratório de Ergoespirometria da Universidade de Passo Fundo, Ms. Leonardo Calegari e Ms. Rodrigo Schmidt, pela sua dedicação durante a interpretação dos resultados e pelos seus ensinamentos, bem como aos estagiários do laboratório pela sua colaboração durante a coleta dos dados.

Aos colegas de profissão Viviane Valério, Leonardo Siqueira de Azevedo e Eduardo Puhl, pelo envolvimento e dedicação durante a realização deste estudo.

Aos integrantes da amostra deste estudo, que se mostraram sempre disponíveis e interessados em colaborar.

Aos funcionários do Programa de Pós-Graduação em Gerontologia Biomédica, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, pela disponibilidade e atenção na resolução dos problemas ocasionais.

À minha família, que me proporcionou o suporte familiar de que necessitei para conclusão deste estudo.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Gerontologia Biomédica da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, pelos seus ensinamentos.

À Faculdade de Educação Física e Fisioterapia da Universidade de Passo Fundo, pelo apoio para o desenvolvimento e realização deste trabalho.

RESUMO

Este estudo teve por objetivo verificar os efeitos da hidroginástica e do treinamento resistido combinado com a hidroginástica sobre as respostas hemodinâmicas, metabólicas e de força muscular em idosos. Portanto, vinte e quatro idosos de ambos os sexos, saudáveis, praticantes de hidroginástica, foram divididos em dois grupos: grupo treinamento resistido combinado com hidroginástica $n = 14$ (TR + Hidro) e grupo hidroginástica $n = 10$ (Hidro). O estudo teve a duração de doze semanas, quando o grupo Hidro treinou uma vez na semana, e o grupo TR + Hidro treinou com exercícios de resistência três vezes na semana e hidroginástica uma vez na semana. As variáveis metabólicas, hemodinâmicas e de força muscular foram analisadas pela análise de variância (ANOVA) de dois caminhos 2×2 com medidas repetidas, a fim de verificar se havia interação entre os grupos (Hidro e TR + Hidro) ao longo do tempo (pré e pós-tratamento). O nível de significância utilizado neste estudo foi de 5% ($p < 0,05$). Após as doze semanas de treinamento foi observada uma diferença significativa na interação grupo x tempo com relação ao limiar anaeróbio (Lan), demonstrando um comportamento diferenciado entre os grupos. As melhoras no Lan no grupo TR + Hidro variaram entre 20,3 e 26,37%; o grupo Hidro apresentou uma queda no Lan que variou entre -2,5 e -6,3%, dependendo da variável utilizada para expressar o Lan. A força muscular em ambos os grupos apresentou um efeito estatisticamente significativo com relação ao tempo; as melhoras no pico de torque a 120°s variaram entre 5,83 e 12,60% no grupo Hidro e entre 11,22 e 17,88% no grupo TR + Hidro; as melhoras no pico de torque a 180°s variaram entre 5,58 e 13,58% no grupo Hidro e entre 8,02 e 16,25% no grupo TR + Hidro. Com relação às variáveis hemodinâmicas frequência cardíaca, pressão arterial sistólica e duplo produto verificadas durante um teste submáximo de 10 minutos, ambas apresentaram uma diferença estatisticamente significativa com relação ao tempo, demonstrando que, a partir do minuto 2 até o final do teste, essas

variáveis apresentaram valores menores do que os encontrados antes do treinamento. Os resultados obtidos no presente estudo demonstram que tanto a hidroginástica quanto o treinamento resistido combinado com a hidroginástica interferem positivamente nas respostas hemodinâmicas, diminuindo o estresse cardiovascular durante o exercício. Esses resultados podem ter sido influenciados pelo aumento na força muscular, uma vez que ambos os grupos apresentaram um aumento no pico de torque. Ainda, a melhora no Lan encontrada no grupo TR + Hidro pode ter sido influenciada diretamente pelo treinamento resistido, não pela hidroginástica, pelo fato de ter ocorrido somente no grupo que adicionou treinamento resistido.

Palavras-chave: idoso, treinamento resistido, hidroginástica, limiar anaeróbio.

ABSTRACT

The aim of this study was to analyze the effects of the water gymnastics and water gymnastics combined with resistance training on elderly people. Hemodynamic parameters, metabolism and muscular strength were verified in twenty-five elderly healthy people of both sexes (60-78 years old). The subjects were divided in two groups: a) water gymnastics group (Hydro; n = 10) and b) water gymnastics combined with resisted training group (TR + Hydro, n = 14). The water gymnastics training was performed once a week while the resistance training was performed three times per week with intervals of one day, for twelve weeks. Heart rate, systolic blood pressure, rate pressure product, anaerobic threshold and muscular strength were measured before the beginning of the training period and after the twelve weeks of training. After the training period, a significant difference in the interaction group vs time in relation to the anaerobic threshold (AT), demonstrating a differentiated behavior between the groups. The AT improvements in the TR + Hydro group varied between 20,3 and 26,37%; the Hydro group had the AT decreased that varied between -2,5 and -6,3%, depending on the variance used to express the AT. The muscular strength in both groups statically significant increment in relation to the time; the improvements in the torque peak 120°/s varied between 5,83 and 12,60% in the Hydro group and between 11,22 and 17,88% in the TR + Hydro group; the improvements in the torque peak 180°/s varied between 5,58 and 13,58% in the Hydro group and between 8,02 and 16,25% in the TR + Hydro group. In relation to the hemodynamic parameters, heart rate, systolic blood pressure, rate pressure product verified during a sub-maximum test of 10 minutes, presented a statistically significant difference between pre and post test. Both groups presented diminished values of all hemodynamic parameters after the training period (week 12), compared to the first measures taken before the beginning of training (week 1). These results demonstrate that the water gymnastics as well as the resisted

training combined with the water gymnastics intervenes positively in the hemodynamics answers, diminishing the cardiovascular stress during the exercise. It is noteworthy that the increase in muscular strength possibly contributed for the hemodynamic improve, once both groups presented an increase in the torque peak. Moreover, the enhancement in the AT observed in the TR + Hydro group was possibly due to the resisted training and not by the water gymnastics, because it occurred only in the group RT + Hydro.

Keywords: elderly, resisted training, water gymnastics, anaerobic threshold.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores médios desvio padrão, coeficiente de variação e valores mínimos e máximos das variáveis idade, massa corporal, estatura e índice de massa corporal de toda a amostra.

Tabela 2 – Comparação dos valores médios, desvio padrão e coeficiente de variação das variáveis que caracterizam a amostra.

Tabela 3 – Comportamento do limiar aeróbio expresso em valores relativos (VO_2 ml/kg/min), absoluto (VO_2 l/min), potência física (Watts) e tempo de teste (min) antes e após 12 semanas de treinamento.

Tabela 4 – Comportamento do pico de torque a 120°s nos movimentos de flexão e extensão de joelhos antes e após 12 semanas de treinamento.

Tabela 5 – Comportamento do pico de torque a 180°s nos movimentos de flexão e extensão de joelhos antes e após 12 semanas de treinamento.

Tabela 6 – Comportamento das respostas da frequência cardíaca durante o teste de esforço submáximo antes e após 12 semanas de treinamento.

Tabela 7 – Comportamento da pressão arterial sistólica durante o teste de esforço submáximo antes e após 12 semanas de treinamento.

Tabela 8 – Comportamento do duplo produto durante o teste de esforço submáximo antes e após 12 semanas de treinamento.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Dinamômetro isocinético.

Figura 2 – Teste de esforço submáximo com análise direta de gases (ergoespirômetria).

Figura 3 – Quebra na linearidade do equivalente respiratório O_2 (VE/VO_2).

Figura 4 – Menor pressão expirada de oxigênio (PET O_2)

Figura 5 – Comportamento do limiar aeróbio expresso em valores relativos (VO_2 ml/kg/min) com relação à interação grupo x tempo.

Figura 6 - Comportamento do limiar aeróbio expresso em valores absolutos (VO_2 l/min), com relação à interação grupo x tempo.

Figura 7 - Comportamento do limiar aeróbio expresso pela potência física (Watts), com relação à interação grupo x tempo.

Figura 8 - Comportamento do limiar aeróbio expresso pelo tempo de teste (min), com relação à interação grupo x tempo.

Figura 9 - Comportamento do pico de torque a 120°s no movimento de extensão do joelho direito com relação à interação grupo x tempo.

Figura 10 - Comportamento do pico de torque a 120°s no movimento de extensão do joelho esquerdo com relação à interação grupo x tempo.

Figura 11 - Comportamento do pico de torque a 120°s no movimento de flexão do joelho direito com relação à interação grupo x tempo.

Figura 12 - Comportamento do pico de torque a 120°s no movimento de flexão do joelho esquerdo com relação à interação grupo x tempo.

Figura 13 - Comportamento do pico de torque a 180°s no movimento de extensão do joelho direito com relação à interação grupo x tempo.

Figura 14 - Comportamento do pico de torque a 180°s no movimento de extensão do joelho esquerdo com relação à interação grupo x tempo

Figura 15 - Comportamento do pico de torque a 180°s no movimento de flexão do joelho direito com relação à interação grupo x tempo.

Figura 16 - Comportamento do pico de torque a 180°s no movimento de flexão do joelho esquerdo com relação à interação grupo x tempo.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Periodização do treinamento.

LISTA DE ABREVIATURAS

ATP – Adenosina trifosfato

CREATI – Centro Regional de Estudos da Terceira Idade

CV - Coeficiente de variação

Cm – centímetros

DP – Desvio-padrão

DPT - Duplo produto

EST - Estatura

FC – Frequência cardíaca

Hidro – Hidroginástica

IMC – Índice de massa corporal

Lan – Limiar anaeróbio

MC – Massa Corporal

min – Minutos

m - Metro

m²- Metro quadrado

Nm – Newton por metros

O₂ - Oxigênio

PA – Pressão arterial

PAR-Q – Questionário de prontidão para atividade física

PAS – Pressão arterial sistólica

PetO₂ – Pressão espirada de oxigênio

RS – Rio Grande do Sul

SPSS – Statistical Package for Social Sciences

s – segundos

TE – Tempo de exaustão

TR + Hidro – Treinamento resistido mais hidrogenástica

VCO₂ – Produção de dióxido de carbono

VE - volume ventilatório minuto

VE/VO₂ – Equivalente respiratório de oxigênio

VO_{2máx} - Consumo máximo de oxigênio

VO₂ - Consumo de oxigênio

VO_{2pico} - Maior valor de VO₂ atingido durante um teste de esforço progressivo no qual não tenham sido atingidos todos os critérios para estabelecimento do VO_{2máx}.

1RM – Uma repetição máxima

Kg – Quilograma

°s – Graus por segundo

°C – Graus Celsius

% - Percentual

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	21
1 REFERENCIAL TEÓRICO	24
1.1 Efeitos do envelhecimento na massa e força muscular	24
1.2 Adaptações fisiológicas dos exercícios resistidos no sistema musculoesquelético ...	25
1.2.1 Massa muscular	25
1.2.2 Força muscular	27
1.3 Adaptações fisiológicas dos exercícios resistidos no sistema cardiorrespiratório	29
1.3.1 Potência aeróbia máxima ($VO_{2máx}$)	29
1.3.2 Resistência aeróbia (limiar anaeróbio e tempo de exaustão)	33
1.3.3 Mecanismos responsáveis pelas melhoras na aptidão cardiorrespiratória através de exercícios resistidos	37
1.4 Efeito dos exercícios resistidos sobre as respostas hemodinâmicas	41
1.5 Adaptações fisiológicas da hidroginástica no sistema cardiorrespiratório	43
1.6 Adaptações fisiológicas da hidroginástica no sistema musculoesquelético	45
2 JUSTIFICATIVA	47
3 PROBLEMATIZAÇÃO	48
4 HIPÓTESES	50
4.1 Hipótese 1	50
4.2 Hipótese 2	50
4.3 Hipótese 3	50
4.4 Hipótese 4	51
4.5 Hipótese 5	51
5 OBJETIVOS	52

5.1 Objetivo Geral	52
5.2 Objetivos Específicos	52
6 METODOLOGIA	53
6.1 Delineamento do Estudo	53
6.2 População e Amostra	53
6.3 Coleta dos Dados	54
6.4 Medidas Antropométricas	54
6.4.1 Estatura	54
6.4.2 Massa Corporal	54
6.4.3 Índice de Massa Corporal (IMC)	55
6.5 Teste de Força Muscular Isocinética	55
6.6 Determinação do Limiar Anaeróbio	56
6.7 Teste Submáximo	58
6.8 Hidroginástica	58
6.9 Treinamento resistido	59
6.9.1 Periodização do treinamento resistido	59
6.9.2 Exercícios para membros inferiores	60
6.9.3 Exercícios para membros superiores	60
6.10 Procedimentos estatísticos	61
7 RESULTADOS	62
7.1 Caracterização da amostra	62
7.2 Resistência aeróbia	63
7.3 Força muscular	66
7.4 Respostas hemodinâmicas	72
7.4.1 Frequência cardíaca	72
7.4.2 Pressão arterial sistólica	74
7.4.3 Duplo produto	75
8 DISCUSSÃO	76
8.1 Resistência aeróbia	76
8.2 Força muscular	80
8.3 Respostas hemodinâmicas	83
9 CONCLUSÃO	85
BIBLIOGRAFIA	87

APÊNDICE	102
Apêndice A - Coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis que expressam a resistência aeróbia e o pico de torque.	102
ANEXOS	103
ANEXO A – FICHA DE ANAMNESE	103
ANEXO B – PAR-Q E VOCÊ	105
ANEXO C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	106
ANEXO D – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA	109

INTRODUÇÃO

O envelhecimento é um processo complexo, que envolve muitas variáveis, como genética, estilo de vida, fatores psicológicos, sociais e espirituais, as quais interagem entre si e influenciam significativamente no modo como alcançamos determinada idade¹. À medida que as condições gerais de vida e o avanço da ciência têm contribuído para controlar e tratar muitas das doenças responsáveis pela mortalidade, a expectativa de vida da população cresce significativamente^{2, 3}. Para tentar minimizar, ou, se possível, evitar os efeitos deletérios do avanço da idade cronológica no organismo, muitas instituições de saúde vêm propondo a inclusão de exercícios físicos regularmente, prática que pode fornecer várias respostas favoráveis em nível antropométrico, cardiovascular e neuromuscular no idoso.

Nesse contexto, um dos aspectos que devem ser considerados na relação exercício físico, saúde e doença, em termos populacionais, é a escolha do tipo de exercício físico a ser prescrito para a população idosa. Os exercícios de resistência aeróbia são tradicionalmente indicados quando o objetivo é aumentar a aptidão cardiorrespiratória, ao passo que os exercícios resistidos^{I, II} ou de força muscular, conhecidos popularmente por “musculação”, vêm sendo recomendados pelo Colégio Americano de Medicina do Esporte como um componente importante de um programa de aptidão global. Estes são particularmente importantes nos idosos, pelo fato de atenuarem os declínios na massa e força muscular, que podem instalar um quadro proeminente de fragilidade no idoso⁴.

^I Envolve ativação voluntária de músculos esqueléticos específicos contra alguma forma de resistência externa, que pode ser proporcionada pelo peso corporal, pesos livres (barras e halteres) ou uma variável de outros tipos de exercícios (máquinas, molas, elásticos, resistência manual, etc.).

^{II} Em virtude dos diferentes nomes que se encontram na literatura para mesma modalidade de exercícios, neste trabalho “treinamento resistido ou exercícios resistidos” refere-se a musculação, treinamento com pesos, treinamento contra resistência e treinamento de força.

Atualmente, os exercícios resistidos recebem grande respaldo científico quanto a sua eficácia, segurança e funcionalidade no processo de reabilitação geriátrica. Essa modalidade de exercício pode promover no organismo em processo de envelhecimento inúmeros ganhos fisiológicos no sistema musculoesquelético, tais como aumento na massa óssea^{5, 6}, flexibilidade^{7, 8}, massa muscular e força^{9, 10, 11, 12, 13}.

Quanto ao sistema cardiorrespiratório, os exercícios resistidos ainda são considerados por muitos profissionais da área da saúde como sendo ineficientes para melhorar a ^{III}aptidão cardiorrespiratória e perigosos hemodinamicamente. O fato de os exercícios resistidos poderem induzir a um grande aumento na pressão arterial (PA) e na frequência cardíaca (FC) durante sua execução com carga máxima talvez explique o conceito que muitos profissionais de saúde ainda têm de que o treinamento resistido seria uma atividade de alto risco cardiovascular. No entanto, o baixo índice de acidentes cardiovasculares durante a execução destes exercícios¹⁴ e um melhor conhecimento da fisiologia do exercício por parte dos profissionais da área de saúde podem trazer uma maior tranquilidade quanto à utilização dos exercícios resistidos em diversas populações¹⁵.

Com relação à aptidão cardiorrespiratória, classicamente se sabe que os exercícios de resistência aeróbia fornecem um estímulo mais adequado para aumentar a potência aeróbia máxima^{IV} do que o exercício resistido.

Em geral, essas diferenças são causadas pela necessidade de bombear uma grande quantidade de sangue a uma pressão relativamente baixa, no caso dos exercícios de resistência aeróbia, ao passo que durante os exercícios resistidos uma quantidade relativamente pequena de sangue é bombeada a uma pressão alta. Dessa forma, as adaptações cardiovasculares ao treinamento aeróbio são diferentes das adaptações ao treinamento resistido¹⁶.

Embora os exercícios aeróbios forneçam melhores adaptações ao sistema cardiorrespiratório, a hipótese de que os exercícios resistidos possam oferecer estímulos positivos ao sistema cardiorrespiratório não deve ser descartada. Nesse contexto, a literatura tem demonstrado que os aumentos no $VO_{2máx}$, quando ocorrem em decorrência do treinamento resistido, podem ser observados mais frequentemente em populações consideradas debilitadas, como portadores de cardiopatias e idosos¹⁷. Valores elevados de $VO_{2máx}$ são fundamentais para muitas modalidades esportivas que exigem muito do sistema de transporte de oxigênio (ciclismo e maratona), porém não são de extrema importância para a

^{III} Componente da aptidão física que reflete a capacidade dos sistemas respiratório e cardiocirculatório de fornecer oxigênio para os músculos em exercício.

^{IV} Capacidade máxima de se captar, transportar e metabolizar o oxigênio para síntese oxidativa de ATP.

vida diária e para o trabalho físico comum, pois a maioria das pessoas não utiliza o $VO_{2máx}$ no seu limite máximo durante as atividades de lazer e laborativas.

O parâmetro da aptidão aeróbia que parece ter mais relação com qualidade de vida é a resistência aeróbia^V medida pelo limiar anaeróbio^{VI} (Lan)¹⁸. Este parâmetro está diretamente relacionado à capacidade de prolongar esforços em estado estável e à possibilidade de realizar aerobiamente as diversas atividades físicas. Nesse sentido, Hickson et al.¹⁹ sugerem que os aumentos na massa e força muscular proporcionados pelos exercícios resistidos podem melhorar a resistência aeróbia sem, contudo, serem acompanhados de um aumento no $VO_{2máx}$. Dessa forma, os aumentos na força muscular possibilitam que os sujeitos trabalhem numa baixa percentagem do pico de força para uma determinada carga de trabalho, utilizando, assim, mecanismos anaeróbios em menor grau²⁰. Isso significa menor intensidade de esforço; conseqüentemente, menores repercussões hemodinâmicas por mecanismos reflexos.

De uma forma especulativa, torna-se possível imaginar que o treinamento resistido e a hidroginástica^{VII}, por proporcionarem aumentos na força muscular, podem diminuir as respostas da frequência cardíaca (FC), pressão arterial (PA) e duplo produto (DPT) durante atividades submáximas, o que, conseqüentemente, diminuiria o estresse cardiovascular em determinadas tarefas do dia-a-dia.

^V Capacidade dos pulmões e do coração de receberem e transportarem quantidades adequadas de oxigênio para os músculos ativos, permitindo que as atividades nas quais participam grandes massas musculares (correr, nadar, pedalar) possam ser realizadas por longos períodos de tempo.

^{VI} Pode ser descrito como o nível de exercício acima do qual a produção de energia aeróbia é suplementada por mecanismos anaeróbios.

^{VII} Em virtude dos diferentes nomes que se encontram na literatura para a mesma modalidade de exercícios, neste trabalho, hidroginástica, exercícios na água e exercícios no meio líquido podem estar se referindo ao mesmo tipo de exercício físico.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 Efeitos do envelhecimento na massa e força muscular

O processo de envelhecimento humano está atrelado a perdas importantes em inúmeras capacidades físicas, as quais culminam, inevitavelmente, no declínio da capacidade funcional e da independência do idoso²¹. Todavia, grande parte desses prejuízos está associada à redução da massa e força muscular. A redução da massa muscular em idosos está bem documentada na literatura^{1, 22, 23, 24}, sendo conhecida como “sarcopenia”, a qual acarreta diretamente na diminuição da função muscular²⁵.

Nesse contexto, a diminuição no número de fibras musculares, em particular nas fibras do tipo II, está relacionada com o desuso do músculo esquelético^{25, 26}, e com fatores hormonais, como a queda da produção dos hormônios anabólicos, testosterona e hormônio do crescimento²⁷. Embora um declínio no número de fibras musculares seja a principal explicação para a perda de massa muscular com o envelhecimento, outro fator, a atrofia das fibras musculares, pode igualar-se em implicabilidade²⁴.

De acordo com dados expostos na literatura, a massa muscular decresce 10% entre os 24 e 50 anos de idade, mas entre os 50 e 80 anos ocorre uma perda adicional de 30% na área muscular original^{28, 29}. Recentemente, com o advento da tecnologia, Frontera et al.³⁰, num estudo longitudinal, examinaram a musculatura total de idosos por um período de 12 anos, verificando, por meio de tomografia computadorizada, que a ocorrência de sarcopenia se dá a uma taxa de 1,4% ao ano.

No estudo realizado por Larsson et al.²² 55 sujeitos do sexo masculino com idade entre 22 e 65 anos tiveram o músculo vasto lateral analisado. Os autores observaram que o envelhecimento provoca uma redução significativa nas fibras do tipo II e, quando foram comparados os grupos com idade de 20-29 e 60-65, observou-se uma redução 33% na área absoluta dessas fibras.

Nesse contexto, a sarcopenia está associada, evidentemente, a um decréscimo na força muscular, com um declínio de 10-15% por década, que se torna visível somente a partir dos cinquenta a sessenta anos de idade³¹. Assim, uma diminuição aproximada de 30% na força é geralmente encontrada entre os cinquenta e setenta anos de idade¹, bem como a força de extensão do joelho num grupo de homens e mulheres saudáveis de oitenta anos demonstra ser 30% menor do que numa população de homens e mulheres aos setenta anos³².

Nesse particular, a produção de potência muscular e a habilidade de desenvolver força rápida também declinam com a idade. Essas variáveis, atreladas à força muscular, são as variáveis de força, que declinam mais rapidamente com o processo de envelhecimento^{33, 34}. Além do mais, a potência muscular e a força rápida são muito importantes na prevenção de quedas em idosos, pois ambas contribuem para uma reação apropriada durante uma situação de emergência, como a perda súbita de equilíbrio.

1.2 Adaptações fisiológicas dos exercícios resistidos no sistema musculoesquelético

1.2.1 Massa muscular

Sabe-se que a sarcopenia é inerente ao processo de envelhecimento. Assim, para tentar minimizar, ou até mesmo frear, as perdas na massa muscular nos indivíduos idosos vem sendo proposta a utilização de modelos de treinamento que visam ao aumento da massa muscular (hipertrofia). Atualmente, sabe-se que o treinamento resistido é uma efetiva intervenção contra a sarcopenia, em decorrência de seus substanciais aumentos na potência, força e massa muscular³⁵.

Tentando ilustrar essa situação, inúmeros pesquisadores estão se dedicando a estudar os efeitos do treinamento resistido na massa muscular de idosos. Ainda que nem todos os programas de treinamento resistido produzam aumentos na massa muscular de idosos em

igual magnitude quando comparados a indivíduos jovens, muitos protocolos de treinamento resultam em alguma condição de hipertrofia muscular em idosos^{36, 37, 38}.

Em 25 mulheres (41-60 anos) com menopausa, o treinamento resistido realizado durante seis meses, três dias por semana e com três séries para cada exercício, demonstrou ser efetivo para aumentar a massa muscular. Neste estudo o grupo treinado em alta intensidade e com baixo número de repetições realizou oito repetições para cada exercício a 80% de 1RM; por sua vez, o grupo treinado em baixa intensidade e alto número de repetições realizou 16 repetições para cada exercício a 40% de 1RM. Assim, ambos os grupos demonstraram um aumento significativo ($p < 0.01$) na área de secção transversa do músculo reto femoral, com melhora de 20% nesta variável; a área de secção transversa do músculo bíceps braquial apresentou um aumento significativo de 33% ($p < 0.01$) no grupo de alta intensidade e baixo número de repetições³⁹.

Nichols et al.⁴⁰ também demonstraram resultados positivos quanto à hipertrofia muscular em idosos após seis meses de treinamento resistido, realizado três dias por semana, numa intensidade de 80% de 1RM, ou seja, ao final do estudo observaram um aumento significativo ($p < 0.01$) de 1,5 Kg na massa magra.

Em seu estudo clássico, Fiatarone et al.⁹ utilizaram um modelo de treinamento resistido durante oito semanas em nonagenários. O protocolo de treinamento utilizado consistia em três dias por semana de exercícios resistidos, três séries de oito repetições, com intervalo de descanso entre as séries de 1-2 minutos. Na primeira semana os idosos treinaram a 50% de 1RM; a partir da segunda semana, a 80% de 1RM. Com o intuito de demonstrar os efeitos do treinamento resistido em nível muscular, Fiatarone et al.⁹ utilizaram a tomografia computadorizada, uma das técnicas mais sensíveis para verificar hipertrofia muscular. Ao final do programa de treinamento, a área muscular média dos idosos aumentou 9,0% ($p = 0.05$), refletindo-se num aumento na área do quadríceps femoral de 10,9%.

Ao analisar, por meio de biópsia muscular, as características morfológicas do músculo vasto lateral de idosos (60- 72 anos) submetidos a 12 semanas de treinamento resistido para os músculos flexores e extensores do joelho, numa intensidade de 80% de 1RM, Frontera et al.⁴¹ verificaram importantes modificações morfológicas no músculo vasto lateral, com um aumento significativo de 28,2% ($p < 0.001$) na área média das fibras musculares, demonstrando a ocorrência de hipertrofia nestes músculos.

Nessa linha de raciocínio, parece razoável sugerir que somente a sobrecarga aplicada aos músculos via exercício resistido tem demonstrado evitar as perdas na massa e força muscular nos idosos. Klitgaard et al.⁴² constataram que homens idosos que nadavam ou

corriam tinham medidas similares de massa muscular e força, as de idosos sedentários, ao passo que os músculos de homens idosos que tinham se submetido ao treinamento resistido por 12-17 anos eram quase indistinguíveis, e até mesmo superiores em alguns aspectos, aos de homens saudáveis de 40-50 anos mais jovens que eles.

1.2.2 Força muscular

O treinamento resistido pode ser considerado a modalidade de exercício que mais contribui para reduzir as perdas de força e massa muscular, tipicamente associada com o envelhecimento normal. Estudos prévios apontam um amplo efeito na força muscular com programas de treinamento resistido tradicionais, que podem variar de 2% a 200% de aumento na força muscular⁴³. Essas discrepâncias encontradas na literatura em relação aos ganhos de força podem ser influenciadas pelo nível inicial de aptidão dos participantes, intensidade e volume de treinamento e potencial genético.

Conforme dados levantados na literatura, períodos curtos de treinamento resistido produzem modificações significantes na força muscular de crianças, adultos e idosos^{44, 45, 46, 9}. Essas alterações podem ser atribuídas principalmente às adaptações neurais, ou seja, maior ativação muscular, melhor recrutamento das fibras musculares, maior frequência de disparo das unidades motoras e diminuição da co-ativação dos músculos antagonistas ao movimento^{47, 48}.

Um incremento na força muscular sem uma notável presença de hipertrofia muscular é a principal linha de evidência para o envolvimento neural na aquisição de força muscular. Assim, o uso da técnica de eletromiografia de superfície revela que os ganhos de força na fase inicial do regime de treinamento estão associados com aumentos na amplitude da atividade eletromiográfica⁴⁸.

Tentando ilustrar essa situação, Hakkinen et al.⁴⁹ encontraram resultados que suportam uma predominância de aspecto neural no aumento da força muscular em idosos. Participaram deste estudo 21 sujeitos de meia-idade e 21 idosos, que, antes de iniciarem o período de treinamento de seis meses, passaram por um período controle de um mês. A força isométrica máxima e a força dinâmica dos extensores do joelho, bem como a ativação muscular (eletromiografia de superfície), foram avaliadas em cinco momentos antes e após o período de controle e a cada dois meses de treinamento. O treinamento por eles utilizado

consistiu de duas sessões semanais de exercícios resistidos, que foram divididos em três mesociclos de dois meses; no primeiro mesociclo foram utilizadas cargas de trabalho variando entre 50% e 70% de 1RM e, ao final do treinamento, as cargas alcançaram uma variação entre 70 % e 80% de 1RM. No final de seu estudo, Hakkinen et al.⁴⁹ demonstraram um aumento significativo em relação à força muscular de $p < 0.001$. No que se refere à amplitude do sinal eletromiográfico, também foram observados aumentos significativos amplos de $p < 0.05$ a $p < 0.001$, sugerindo um aumento das unidades motoras recrutadas e/ou aumento da frequência de disparo das unidades motoras, caracterizando uma adaptação neural ao treinamento.

Segundo os estudos desenvolvidos por Fiatarone et al.^{9, 10}, o treinamento resistido de alta intensidade 80% 1RM, realizado durante um curto período de tempo de oito a dez semanas, pode promover grandes aumentos na força muscular de idosos muito velhos. Fiatarone et al.⁹ demonstraram que o treinamento de alta intensidade para fortalecer a musculatura dos membros inferiores, quando realizado três vezes por semana, pode aumentar a força dos músculos extensores do joelho em 174%, o que representa um aumento altamente significativo de $p < 0,001$ na força muscular de idosos.

Os mesmos autores publicaram outro estudo, que investigou os efeitos do treinamento resistido de alta intensidade (80% 1RM), realizado três vezes por semana, em idosos frágeis institucionalizados (72-98 anos). Os resultados encontrados também demonstraram uma melhora significativa de 113% na força muscular nos sujeitos que haviam realizado um programa de treinamento resistido¹⁰.

Aumentos na força muscular de idosos, porém em menor magnitude, foram observados no estudo de Nichols et al.⁵⁰, que, após submeterem um grupo de 18 mulheres idosas (67.8 ± 1.6 anos) a 24 semanas de treinamento resistido de alta intensidade (80% 1RM), obtiveram aumentos significativos na força muscular de 17.5% a 71%, para os músculos flexores do joelho e na musculatura envolvida na articulação do ombro, respectivamente.

Da mesma forma, Brochu et al.⁵¹ observaram melhoras significativas na força muscular após um programa de treinamento resistido. Neste estudo trinta mulheres idosas (70.6 ± 4.5 anos) com doença arterial coronariana foram divididas em dois grupos (controle e intervenção). Os sujeitos que receberam a intervenção treinaram, inicialmente, numa intensidade 50% 1RM, que foi aumentada gradualmente até a intensidade de 80% 1RM; o programa de treinamento teve a duração de seis meses e foi realizado três vezes por semana. Os resultados indicaram um aumento na força muscular máxima nos membros inferiores de 53% ($p < 0.0005$) e 46% ($p < 0.0005$) nos exercícios *leg press* e extensão de joelhos,

respectivamente, e no pico de torque dos extensores do joelho de 12% ($p < 0.0005$) e 17% ($p < 0.05$), nas velocidades angulares de 30°/s e 120°/s, respectivamente.

Nesse contexto, o desenvolvimento da força muscular pode depender de fatores neurais e morfológicos⁴³. Os fatores neurais são responsáveis pela maior parte dos ganhos de força durante os estágios iniciais nas primeiras três a cinco semanas de um programa de treinamento resistido. Estudos eletromiográficos indicam que o treinamento resistido induz a várias adaptações no sistema nervoso, as quais permitem maior coordenação entre os músculos motores primários, sinergistas e antagonistas, visando ao desenvolvimento da força pura na direção do movimento pretendido. Assim, os estudos indicam que a hipertrofia muscular é o fator de influência predominante para o ganho de força após as primeiras três a cinco semanas; entretanto, o aumento na coativação das unidades motoras e as melhorias resultantes nos movimentos coordenados continuam a influenciar os ganhos de força ao longo da duração do programa de treinamento^{52, 53}.

1.3 Adaptações fisiológicas dos exercícios resistidos no sistema cardiorrespiratório

1.3.1 Potência aeróbia máxima ($VO_{2máx}$)

O efeito do exercício físico aeróbio no sistema cardiorrespiratório tem sido amplamente estudado, evidenciando-se, consistentemente, um aumento nos marcadores fisiológicos da aptidão cardiorrespiratória, ou seja, aumento na resistência aeróbia e na potência aeróbia máxima⁵⁴.

Diferentemente do que ocorre com os exercícios aeróbios, o efeito dos exercícios resistidos sobre a aptidão cardiorrespiratória tem sido pouco estudado, talvez pelo fato de estes terem pouco ou nenhum efeito sobre o $VO_{2máx}$, o qual é pertinente aos princípios da especificidade do treinamento^{55, 56}. Investigações prévias examinando o efeito dos exercícios resistidos sobre a aptidão cardiorrespiratória têm produzido resultados equivocados. Algumas têm demonstrado aumentos no $VO_{2máx}$ provocados pelos exercícios resistidos^{17, 19, 57, 58, 59, 60, 61}, ao passo que outras falharam em demonstrar melhoras no $VO_{2máx}$ após um período de treinamento resistido^{62, 63, 64, 65, 66}.

Hickson et al.¹⁹, estudando nove homens saudáveis com idade entre 18 e 27 anos, tiveram como objetivo principal determinar se a participação em treinamento resistido, realizado a uma intensidade elevada, resultaria em aumento do $VO_{2máx}$. O programa de treinamento resistido foi realizado cinco dias por semana, durante dez semanas. Em três dias da semana os sujeitos realizavam a seguinte seqüência de exercícios: agachamento, cinco séries com cinco repetições por série; flexão de joelhos, três séries de cinco repetições; extensão dos joelhos, também três séries de cinco repetições cada. E em dias alternados, realizavam o seguinte programa de exercícios: *leg press* (extensão de quadril e joelho), três séries de cinco repetições, e exercícios para a panturrilha, três séries com vinte repetições. Todos os exercícios foram realizados com a maior quantidade de pesos possível. Inicialmente, essa resistência foi de, aproximadamente, 80% da carga máxima e, quando havia um aumento da força (capacidade de realizar mais de cinco repetições por série), era adicionado peso para manter a mesma resistência relativa durante as repetições. De acordo com Hickson et al.¹⁹, os resultados mostraram que no exercício de agachamento, houve um aumento médio da força igual a 38%; no exercício de extensão de joelhos, um aumento de 50% e, na força medida através do exercício de flexão de joelhos, uma melhora média de 42%. No entanto, o $VO_{2máx}$ apresentou apenas uma leve melhora, de 4%, após o treinamento com pesos.

Outros pesquisadores encontraram resultados semelhantes aos deste estudo, como o realizado por Shaw e Shaw⁵⁹, que investigaram o efeito do treinamento resistido sobre o $VO_{2máx}$. Participaram deste estudo 28 homens, com idade média entre 20 e 35 anos, divididos em dois grupos: controle e treinados. O grupo experimental treinou três vezes por semana, por 60min, durante oito semanas. A sessão de exercícios iniciava e terminava com 5min no cicloergômetro a uma frequência cardíaca menor que cem batimentos. Os exercícios resistidos eram realizados numa intensidade equivalente a 60% de uma repetição máxima (1RM). Os sujeitos investigados por Shaw e Shaw⁵⁹ obtiveram um aumento significativo de 13,9% no $VO_{2máx}$ no grupo treinado em relação ao grupo de controle.

Aumento modesto nos valores de $VO_{2máx}$ também foi observado nos estudos de Haennel et al.⁵⁸ e Gettman et al.⁶¹, que obtiveram 11% e 12% de melhora no $VO_{2máx}$, respectivamente.

Por outro lado, Vincent et al.¹⁷, investigando o efeito de 24 semanas de treinamento resistido de alta (80% 1RM) e baixa intensidade (50% 1RM) em idosos, observaram aumentos de 23,5% e 20,1% no $VO_{2máx}$ nos grupos de alta e baixa intensidade, respectivamente, valores considerados altos como resposta ao treinamento resistido. Para explicar esse aumento considerável no $VO_{2máx}$, Vincent et al.¹⁷ assinalam que em sujeitos

jovens as adaptações fisiológicas provocadas pelo treinamento físico podem ser menores quando comparadas às adaptações provocadas em sujeitos idosos. Esse fato pode explicar por que os sujeitos do estudo demonstraram um grande aumento no $VO_{2máx}$. Wilmore et al.⁵⁷ relataram um aumento de 10,7% no $VO_{2máx}$ em mulheres que treinaram por dez semanas num circuito de treinamento com pesos; contudo, nenhum aumento no $VO_{2máx}$ foi observado nos sujeitos do sexo masculino. O aumento somente no grupo feminino pode estar relacionado a uma menor condição física das mulheres em relação aos homens, pois sujeitos com menores condições físicas geralmente demonstram grandes aumentos na força e aptidão se comparados com sujeitos com boa condição física⁶⁷.

Em oposição à teoria de que os treinamentos resistidos podem aumentar o $VO_{2máx}$ encontram-se os estudos dirigidos por Gettman et al.⁶⁸, Hurley et al.⁶⁵ e Bishop et al.⁶⁴.

No trabalho de Gettman et al.⁶⁸ foi hipotetizado que um programa de treinamento resistido realizado em forma de circuito, numa intensidade moderada, com várias repetições e um mínimo de repouso entre as séries, poderia estimular o desenvolvimento das adaptações cardiorrespiratórias. A fim de testar tal hipótese, setenta oficiais de polícia, com idade entre 21 e 35 anos, foram distribuídos em três grupos: um grupo realizou o programa de treinamento resistido em forma de circuito, outro realizou apenas trabalho de corrida contínua e um terceiro grupo foi utilizado como controle. Os programas de treinamento foram conduzidos três vezes por semana, com uma duração de 45min, durante vinte semanas. Para o grupo que utilizou treinamento resistido em circuito, a intensidade do trabalho foi ajustada em torno de 50% de 1RM, com o número de repetições progredindo de dez para vinte repetições por exercício nas primeiras seis semanas de treinamento, seguidas de uma redução para 15 repetições nas 14 semanas restantes. Os indivíduos moveram-se de um exercício para o outro com um repouso entre os exercícios de 30s nas primeiras cinco semanas; daí em diante, o período de intervalo entre um exercício e outro foi reduzido para 20 s. O grupo que realizou o treinamento com corrida contínua mesclou, nas primeiras semanas, caminhadas e corridas leves em distâncias similares; nas últimas semanas, o trabalho foi realizado essencialmente com corridas numa intensidade de 85% da frequência cardíaca máxima.

Pela análise dos dados, Gettman et al.⁶⁸ verificaram que o programa de treinamento resistido organizado na forma de circuitos foi mais específico para aumentar os níveis de força muscular, produzindo somente um efeito mínimo sobre a variável aeróbia $VO_{2máx}$, medido por meio de corrida em esteira rolante.

Com relação ao estudo realizado por Hurley et al.⁶⁵, os autores tiveram como objetivo examinar, através de exercício submáximo em esteira rolante, os efeitos do

treinamento resistido sobre o $VO_{2m\acute{a}x}$ e as respostas hemodinâmicas. No caso, sujeitos previamente destreinados, com idade entre 40-55 anos, treinaram de três a quatro vezes por semana durante 16 semanas; cada um realizou entre 8 a 12 repetições, usando a maior quantidade possível de peso para completar as repetições antes de a musculatura chegar à exaustão. Hurley et al.⁶⁵ observaram que o programa de treinamento por eles utilizado não produziu nenhuma melhora na função cardiovascular, concluindo que o insucesso no aumento do $VO_{2m\acute{a}x}$, apesar de uma constante elevação da FC durante o treinamento de força, poderia ser atribuído ao consumo de oxigênio relativamente baixo (45% do $VO_{2m\acute{a}x}$) para provocar adaptações no $VO_{2m\acute{a}x}$, dentro do programa de treinamento resistido.

No estudo de Bishop et al.⁶⁴, que teve como objetivo avaliar o efeito do treinamento resistido no desempenho de algumas variáveis aeróbias, foram avaliados 21 ciclistas do sexo feminino, com idade entre 18 e 42 anos, que foram designadas randomicamente para dois grupos: grupo que adicionou treinamento resistido ao seu programa de treinamento normal (grupo experimental) e grupo que manteve o programa de treinamento normal sem a adição do treinamento resistido (grupo de controle). O treinamento resistido adicional consistiu de exercícios de agachamento realizados em cinco séries de duas a oito repetições, executadas em esforço máximo, duas vezes por semana, durante 12 semanas consecutivas. O treinamento resistido foi organizado da seguinte maneira: 1ª série, 15 repetições realizadas a 50% 1RM; 2ª série, oito repetições executadas com 70% 1RM; 3ª série, cinco repetições a uma intensidade referente a 80% 1RM. Após as 12 semanas de treinamento resistido, Bishop et al.⁶⁴ demonstraram diferenças estatisticamente significativas no ganho de força para o grupo experimental, o que não foi observado para o grupo de controle. Com relação aos parâmetros relacionados ao rendimento aeróbio, não verificaram mudanças significativas neste parâmetro com a adição do treinamento resistido ao treinamento diário de ciclistas. Desse modo, concluíram que o aumento da força de membros inferiores não conseguiu, neste estudo, melhorar o rendimento aeróbio de ciclista do sexo feminino.

Em busca de uma explicação plausível, para a contradição observada entre os estudos que analisaram a influência da adição de treinamento resistido sobre o rendimento aeróbio, Bishop et al.⁶⁴ sugerem que os estudos que obtiveram sucesso com o treinamento resistido como forma de melhorar o rendimento aeróbio empregaram um maior volume de séries, realizadas com cargas mais baixas de peso. Como muitas das adaptações provocadas pelo treinamento resistido dependem do volume de treinamento, Bishop et al.⁶⁴ acreditam que há a necessidade de se determinar se realmente foram os aumentos nos índices de força ou

outras adaptações os responsáveis pela melhora no rendimento aeróbio quando adicionado treinamento resistido, como relatado em estudos anteriores.

Divergindo do estudo de Vincent et al.¹⁷, que verificaram um aumento no $VO_{2máx}$ em idosos que treinaram exercícios resistidos, encontram-se os estudos de Parker et al.⁶² e Ades et al.²⁰.

Parker et al.⁶² estudaram 14 idosos com idade entre 60 e 77 anos, os quais utilizaram o treinamento resistido três vezes por semana, por 16 semanas. Neste estudo foram realizadas 12 repetições para a parte superior do corpo e 15 para a parte inferior, com poucas séries de uma a duas séries por exercício, dependendo do exercício. A intensidade de treinamento, inicialmente, era de 50% 1RM e a resistência era aumentada quando os sujeitos conseguiam completar o número de repetições prescritas para cada série. Após o período de 16 semanas de treinamento, os autores conseguiram observar um aumento significativo nos níveis de força muscular para todos os exercícios realizados, porém, em relação ao $VO_{2máx}$, não observaram melhoras neste parâmetro da aptidão cardiorrespiratória.

Reforçando essa hipótese, Ades et al.²⁰ também avaliaram um grupo de idosos, com idade entre 65 e 79 anos, que treinaram por 12 semanas, três dias por semana, em três séries de oito repetições por exercícios. Os participantes começaram o treinamento utilizando uma intensidade de 50% 1RM, a qual foi sendo aumentada progressivamente, até que se exercitavam a 80% 1RM. Os autores, ao final de seu estudo, obtiveram resultados que se assemelham aos encontrados por Parker et al.⁶², ou seja, aumento nos índices de força muscular e nenhum aumento no $VO_{2máx}$.

O argumento de Vincent et al.¹⁷ de que sujeitos idosos têm uma maior resposta adaptativa quando comparada à resposta adaptativa de sujeitos jovens, utilizado para tentar justificar o grande aumento no $VO_{2máx}$ encontrado em seu grupo após um programa de treinamento resistido, foi desmentido por Ades et al.²⁰ e Parker et al.⁶², que não conseguiram demonstrar quaisquer aumentos nos níveis de $VO_{2máx}$ em idosos que utilizaram treinamento resistido em seu programa de exercícios físicos.

1.3.2 Resistência aeróbia (limiar anaeróbio e tempo de exaustão)

Em relação à resistência aeróbia, a literatura tem alertado para o fato de que a maior parte dos estudos que investigaram o efeito dos exercícios resistidos sobre a resistência

aeróbia tem verificado um aumento neste indicador da aptidão cardiorrespiratória, tanto em indivíduos saudáveis^{19, 57, 61, 66, 68} e atletas⁶³ como em idosos^{17, 62} e cardiopatas^{69,70}.

Alguns estudos que investigaram o efeito dos exercícios resistidos sobre a aptidão cardiorrespiratória não conseguiram demonstrar efeitos positivos ao utilizarem como parâmetro o $VO_{2máx}$; por outro lado, utilizando-se de outros marcadores da aptidão cardiorrespiratória, a resistência aeróbia, efeitos positivos foram demonstrados^{20, 62, 63, 66}.

Hickson et al.⁶³ não obtiveram êxito em demonstrar uma melhora no $VO_{2máx}$ após um programa de treinamento resistido em sujeitos que já apresentavam certo grau de condicionamento aeróbio. Com um treinamento resistido realizado três vezes por semana, durante dez semanas, os autores verificaram um aumento da força muscular das pernas de, em média, 30%. Os testes realizados para medir o TE, tanto de curta duração (4-8 minutos) como de longa duração (executado em uma intensidade de 80-85% do $VO_{2máx}$ de cada indivíduo), mostraram melhoras significativas. Nos testes de curta duração, realizados para medir o tempo que o sujeito levava para alcançar a exaustão, as melhoras foram de 11% e 13% para o cicloergômetro e corrida, respectivamente, ao passo que, no teste de exaustão de longa duração, verificou-se um aumento de 71 para 85 minutos após a adição do treinamento resistido. Esses resultados são semelhantes às conclusões obtidas por Parker et al.⁶², Marcinik et al.⁶⁶ e Ades et al.²⁰, que verificaram um aumento na resistência aeróbia sem uma elevação concomitante do $VO_{2máx}$. Para Hickson et al.⁶³, os resultados indicam que certos tipos de desempenho em atividades aeróbias, particularmente naquelas que requerem também o recrutamento de fibras brancas, podem ser melhorados com a suplementação de programas que visam aumentar a força muscular.

Na mesma linha de investigação, os pesquisadores Marcinik et al.⁶⁶ estudaram 18 voluntários saudáveis, que passaram por um programa de treinamento resistido três vezes por semana, durante 12 semanas. Também verificaram que, apesar de não ter ocorrido nenhuma mudança nos valores de $VO_{2máx}$ medido tanto na esteira como no cicloergômetro ao final da semana de treinamento resistido, foi possível observar um aumento de $33 \pm 5\%$ no TE, medido num cicloergômetro com intensidade referente a 75% do pico de $VO_{2máx}$. Os sujeitos pedalarão nessa intensidade até o momento em que não eram mais capazes de manter, no mínimo, cinquenta rotações por minuto no cicloergômetro. De acordo com os autores, a melhora no desempenho do teste de exaustão esteve associada a um aumento de 12% no Lan ($r = 0,78$; $p < 0,001$), a um aumento na produção do pico de torque ($r = 0,84$; $p < 0,001$) e a um aumento alcançado no teste de carga máxima realizado com as pernas ($r = 0,89$; $p < 0,001$).

Seguindo esse raciocínio, Marcinik et al.⁶⁶ acreditam que a hipótese levantada por Hickson et al.⁶³ pode também explicar a redução nos níveis de lactato plasmático observados durante o teste de exaustão realizado no estudo por eles dirigido. Como já se sabe que o fluxo sanguíneo, durante a contração muscular, está relacionado à força de contração, uma redução na percentagem do pico de tensão requerido para cada ciclo de rotação do pedal, após o término do programa de treinamento resistido, resultaria numa menor oclusão do sangue para a musculatura em atividade. Uma distribuição de sangue mais uniforme, provavelmente, afetaria os níveis de lactato com um efeito mínimo sobre o $VO_{2máx}$. Entretanto, os autores afirmam que não possuem dados que possam apoiar qualquer uma dessas especulações sobre os mecanismos responsáveis por melhorar o desempenho em atividades que envolvam resistência (teste de exaustão) e que reduzam os níveis de lactato (melhora no Lan de lactato) apenas com o treinamento resistido, sem um aumento concomitante do $VO_{2máx}$.

Confirmando o achado de Marcinik et al.⁶⁶, que verificaram um aumento no Lan de lactato após um período de treinamento resistido, encontra-se o estudo de Cider et al.⁷¹, os quais investigaram o efeito de um programa de exercícios resistido em pacientes com sintomas clínicos de insuficiência cardíaca. Participaram do estudo 24 pacientes, que foram randomizados em dois grupos: controle e treinados. O programa de treinamento utilizado por eles consistia num circuito de treinamento com pesos realizado duas vezes por semana, durante cinco meses. Os exercícios eram realizados em duas séries, numa intensidade de 60% de 1 RM, durante 1min. Os autores adotaram como fator de segurança a realização dos trabalhos com uma FC que não excedesse trinta batimentos acima do valor de repouso. Após cinco meses de treinamento, Cider et al.⁷¹ demonstraram um aumento no Lan e uma melhora nas respostas da FC (redução nas respostas da FC durante os exercícios resistidos), porém não houve melhora concomitante no $VO_{2máx}$ e nos parâmetros relacionados à força muscular (pico de torque isométrico e isocinético).

Em relação à FC, Cider et al.⁷¹ demonstraram que o treinamento resistido, com um menor estresse circulatório central, pode produzir respostas adaptativas no músculo esquelético e, desse modo, influenciar o sistema circulatório central. Uma melhora nas respostas da FC para níveis mais baixos durante os exercícios resistidos pode não ser de maior importância funcional para um sujeito em boas condições físicas, mas pode ser benéfica para um paciente com insuficiência cardíaca. Cider et al.⁷¹ atribuíram as diferenças encontradas entre os grupos no Lan à habilidade de suprir oxigênio para o trabalho muscular, a fim de manter o metabolismo aeróbio, que foi aumentado nos pacientes treinados.

Os exercícios resistidos, quando utilizados num programa de reabilitação cardíaca, podem desempenhar um papel de extrema importância no sentido de melhorar a resistência aeróbia. Svedahl et al.⁷⁰ observaram em seu estudo uma melhora na resistência aeróbia em pacientes pós-infarto do miocárdio que treinaram em equipamentos de resistência hidráulica por 12 semanas. Os participantes do estudo trabalharam em seis estações, por 40min, três dias por semana. Após o treinamento resistido, os autores constataram um aumento de 23% no pico de trabalho no cicloergômetro.

Em estudo similar, Derman et al.⁶⁹, que adicionaram a um programa tradicional de reabilitação cardíaca dez semanas de treinamento resistido, obtiveram após o período de intervenção um aumento de 19% na força muscular e, no TE, somente nos pacientes que adicionaram ao programa tradicional de reabilitação cardíaca treinamento resistido. McCartney et al.⁷² observaram que a combinação de exercícios resistidos com o treinamento aeróbio foi mais efetiva para aumentar a força e a resistência aeróbia do que somente o treinamento aeróbio. Esta investigação demonstrou uma melhora de 109% no TE após dez semanas de treinamento combinado.

Estudo bastante semelhante foi desenvolvido por Gettman, Ward e Hagan⁶¹, com o intuito de comparar o efeito de um programa de treinamento combinado (corrida e circuito de treinamento resistido) com o efeito de um programa convencional de treinamento resistido. Ao final de 12 semanas de treinamento a 40% 1RM, o qual foi realizado três dias por semana, os autores constataram que o treinamento combinado fora mais efetivo para aumentar a força e a resistência aeróbia do que o treinamento resistido. A força muscular aumentara no grupo combinado 24% e 21% nas mulheres e nos homens, respectivamente, ao passo que no grupo treinado somente com exercícios resistidos a força muscular aumentaram 12% e 17% nas mulheres e nos homens, respectivamente. A mesma tendência foi mantida em relação ao TE, em que o grupo combinado obteve 22% e 16% de aumento, ao passo que o grupo que utilizou exercícios resistidos obteve 14% e 10% de aumento para os grupos feminino e masculino, respectivamente.

No entanto, em estudos que empregaram exercícios resistidos em populações consideradas debilitadas, ou seja, que possuem certo grau de fragilidade, tanto cardíaca como musculoesquelética, tem sido demonstrado que os exercícios resistidos são seguros e apresentam qualidades fisiológicas para melhorar a aptidão cardiorrespiratória dessa população. A esse respeito, os estudos que avaliaram em população idosa os efeitos dos exercícios resistidos sobre a aptidão cardiorrespiratória são unânimes em demonstrar melhoras no TE^{17, 20, 62}. Desse modo, Ades et al.²⁰ demonstraram uma melhora de 38% (25 ± 4

min para 34 ± 9 min) no TE, medido na esteira rolante após 12 semanas de treinamento resistido. Para Vincent et al.¹⁷, as melhoras no TE foram de 26,4% nos idosos que treinaram a 50% 1RM e de 23,3% nos treinados a 80% 1RM. De forma semelhante, Parker et al.⁶² obtiveram uma melhora de 15% no TE no final de 16 semanas de treinamento.

Em oposição aos dados relatados nesta revisão, verifica-se que Bishop et al.⁶⁴ foram os únicos pesquisadores que não encontraram efeito positivo nos marcadores da aptidão cardiorrespiratória após um programa de treinamento resistido. Talvez esse fato possa ser explicado com base no fato de que os sujeitos do estudo, por serem atletas de *endurance* (ciclistas), já tinham certo grau de treinamento, ou seja, um platô que não favoreceu adaptação alguma nos marcadores da aptidão cardiorrespiratória com a adição de exercícios resistidos no programa de treinamento normal.

Baseando-se nas informações produzidas pela literatura a respeito do efeito dos exercícios resistidos nos marcadores da aptidão cardiorrespiratória, pode-se concluir que os exercícios resistidos em algumas situações não oferecem estímulos suficientes para melhorar o $VO_{2máx}$; porém, quando utilizada a resistência aeróbia (Lan e ou TE) para quantificar a aptidão cardiorrespiratória, os exercícios resistidos, na maior parte dos estudos demonstraram ser efetivos. A dificuldade de observar se existe algum efeito do treinamento resistido sobre as variáveis aeróbias deve-se ao fato de haver uma variabilidade no critério utilizado para quantificar a aptidão cardiorrespiratória utilizada nos diversos estudos.

1.3.3 Mecanismos responsáveis pelas melhoras na aptidão cardiorrespiratória através de exercícios resistidos

Os mecanismos responsáveis pelos aumentos nas variáveis aeróbias por meio de treinamento resistido permanecem obscuros. Dessa forma, várias hipóteses podem ser apontadas como sendo os possíveis mecanismos que proporcionam esses aumentos. Os ganhos de força muscular proporcionados por essa forma de treinamento podem interferir positivamente nas variáveis aeróbias; assim, o aumento de força muscular é um dos fatores responsáveis pelas melhoras no $VO_{2máx}$ e TE em idosos^{17, 73}.

É possível que a mensuração real do $VO_{2máx}$ em sujeitos destreinados, particularmente em idosos, esteja impossibilitada ou impedida por uma inadequada força de membros inferiores. Normalmente, os protocolos utilizados para mensurar o $VO_{2máx}$ são

caracterizados pelo incremento de esforço na velocidade e inclinação da esteira, o que exige um bom nível de força muscular nos membros inferiores⁷³. Conseqüentemente, o déficit de força de membros inferiores impossibilita os sujeitos de alcançarem um $VO_{2máx}$ com exata precisão, por falta de força, não por haver uma limitação cardiovascular central ou exaustão¹⁷. De acordo com as conclusões de Vincent et al.¹⁷, idosos com maiores capacidades de gerar força no exercício de extensão de joelhos mostram-se mais resistentes à fadiga do que pessoas destreinadas. Assim, os aumentos nas variáveis aeróbia proporcionados pelo treinamento resistido estão significativamente relacionados com um aumento na força muscular dos membros inferiores.

Nesse sentido, os aumentos na força muscular promovem mudanças no nível das fibras musculares. Para entender melhor esse mecanismo é necessário conceituar os diferentes tipos de fibras musculares, que podem ser classificadas quanto as suas características metabólicas ou funcionais. As fibras musculares podem ser divididas em dois grupos: as do tipo I, vermelhas, de contração lenta, mais adequadas a realizar exercícios aeróbios por terem como características altos níveis de atividade de enzimas aeróbias (oxidativas), alta densidade capilar, grandes reservas de triglicérides intramusculares e baixa fragilidade, recebendo a designação de fibras lentas-oxidativas; as do tipo II brancas, de contração rápida, são mais adequadas a realizar trabalhos anaeróbios, que contam, predominantemente, com fontes de energia anaeróbias (glicolíticas) para conseguir realizar a ação muscular¹⁶, e possuem duas subdivisões primárias, as fibras tipo IIa e tipo IIb. A fibra tipo IIa intermediária exibe uma alta velocidade de encurtamento, uma capacidade moderadamente bem desenvolvida para a transferência de energia das fontes tanto aeróbias quanto anaeróbias, recebendo a designação de fibra rápida oxidativa-glicolítica; por sua vez, o tipo de fibra IIb possui o maior potencial anaeróbio e a velocidade de encurtamento mais rápida e representa a “verdadeira” fibra rápida-glicolítica⁷⁴.

Em relação às fibras musculares, resta ainda mencionar o princípio do recrutamento das unidades motoras. Dentro deste princípio, as unidades motoras menores ou de baixo limiar são recrutadas primeiro, as quais são compostas predominantemente por fibras do tipo I. A medida que a intensidade do exercício aumentar, progressivamente vão sendo recrutadas unidades motoras com limiares cada vez mais altos, compostas predominantemente por fibras do tipo II¹⁶. As unidades motoras do tipo I são usadas durante os exercícios de baixa a moderada intensidade e as unidades motoras do tipo IIa são recrutadas para uma intensidade mais alta ou para um exercício mais prolongado. As fibras do tipo IIb são recrutadas para a produção de força máxima ou quando outros tipos de fibras demonstram fadiga^{74, 75}.

Assim, quando um corredor ou um ciclista alcança uma elevação numa prova de longa distância, algumas unidades motoras de contração rápida são ativadas para manter um ritmo razoavelmente constante num terreno instável⁷⁴.

Tanaka e Swensen⁷⁶ relatam em sua revisão que fibras musculares do tipo I mais fortes podem permitir a um corredor que utilizou treinamento resistido em seu treinamento adiar o recrutamento das fibras do tipo II, menos eficientes para atividades aeróbias. Reiterando essa afirmação, Hickson et al.⁶³ atribuem a melhora no TE, sem um concomitante aumento no $VO_{2máx}$, a mudanças no recrutamento das fibras musculares obtidas com o treinamento resistido. Para os autores, o aumento obtido na força de quadríceps resultaria numa maior taxa de recrutamento de fibras lentas e numa reduzida taxa de recrutamento de fibras de contração rápida durante o exercício com carga constante, o que poderia, possivelmente, levar a um aumento no TE em virtude de uma redução na porcentagem do pico de tensão requerido para cada ciclo de rotação do pedal.

Num contexto mais amplo, os pequenos aumentos na força muscular de membros inferiores possibilitam que os sujeitos trabalhem numa baixa porcentagem do pico de força para uma determinada carga de trabalho; desse modo, usam mecanismos anaeróbios em menor grau²⁰. Esse fato pôde ser confirmado nos estudos de Marcinik et al.⁶⁶ e Cider et al.⁷¹, que demonstraram um aumento no Lan após um programa de treinamento resistido.

Outro aspecto que pode acarretar uma melhora no desempenho das variáveis aeróbias em decorrência do treinamento resistido diz respeito às alterações ocorridas nos tipos de fibras musculares. Em geral, há relatos de que pode haver uma conversão das fibras do tipo IIb para o tipo IIa, visto que respostas similares também têm sido encontradas em indivíduos idosos^{77, 78}. Sharman et al.⁷⁸ relataram que em indivíduos jovens já foi observado que o treinamento resistido promove alterações nas isoformas de cadeia pesada de miosina, havendo uma conversão das isoformas tipo IIb para IIa, o que sugere a habilidade de um *pool* de fibras do tipo IIb se transformar em fibras metabolicamente mais oxidativas. Tem sido apontado que os altos níveis de lactato encontrados ao final das séries desse tipo de exercício seria a principal razão para a ocorrência de tais modificações⁷³.

Há muito tempo se argumenta que o treinamento resistido pode causar um decréscimo na densidade capilar⁷⁹ e na densidade mitocondrial⁸⁰, fatores que poderiam prejudicar o desempenho de atividades aeróbias. Entretanto, mais recentemente, alguns estudos que analisaram as adaptações vasculares e bioquímicas periféricas provocadas pelo treinamento resistido têm apresentado resultados contrários.

Nesse particular, é válido mencionar o estudo de Hagerman et al.⁷⁷, que observaram um aumento no número de capilares por fibra, indicando a formação de novos capilares no interior do músculo. Contudo, o aumento de 19% no número de capilares encontrado neste estudo não foi estatisticamente significante, o mesmo ocorrendo com a densidade capilar.

Em estudos posteriores, McGuigan et al.⁸¹, analisando o treinamento resistido em pacientes com doença arterial periférica, observaram um aumento no tamanho das fibras musculares, que foi acompanhado por um aumento no número e na densidade capilar. Esse aumento na densidade capilar proporciona um fornecimento mais eficiente de oxigênio, que pode ser um importante fator para o aumento da distância na caminhada. Isso pode indicar que uma mudança na densidade capilar poderia contribuir para a melhora da capacidade funcional com o treinamento. Cabe salientar que programas que enfatizam altas repetições (mais que dez) podem induzir à proliferação capilar⁷⁹.

Estudos prévios com treinamento resistido em idosos demonstraram um aumento significativo no tamanho das fibras musculares e no número de capilares^{82, 83}. Nesse aspecto Frontera et al.⁴¹ observaram um aumento de 15% no número de capilares em torno das fibras musculares após 12 semanas de treinamento resistido em idosos. O estudo destes autores demonstrou 38% de aumento na atividade da enzima citrato sintase após 12 semanas de treinamento resistido. O aumento na atividade da enzima mitocondrial citrato sintase, responsável pela catabolização dos carboidratos durante o exercício, resulta em aumento na taxa máxima de geração de ATP, a partir da fosforilação oxidativa, e no aumento da intensidade máxima de exercício em estado estável¹⁸.

A hipótese de que o treinamento resistido pode aumentar a atividade das enzimas oxidativas é confirmada em parte por Pu et al.⁸⁴, que estudaram numa população de idosos com insuficiência cardíaca os efeitos de um programa de treinamento resistido de alta intensidade (80% de 1RM), o qual era realizado três vezes por semana durante dez semanas. Ao final de seu estudo, os autores demonstraram um aumento significativo na área das fibras do tipo I ($9.5 \pm 16\%$) e um aumento, embora não significativo, na atividade da enzima citrato sintase ($35 \pm 21\%$), entre os grupos (treinado em treinamento resistido e grupo de controle), variáveis estas que demonstraram estar fortemente correlacionadas ($r^2 = 0.78$; $P = 0.0024$) com a melhora no teste de caminhada de 6min. Para Pu et al.⁸⁴, o aumento na performance funcional dos sujeitos deste estudo está relacionada a fatores periféricos, incluindo força muscular, resistência aeróbia, área das fibras do tipo I e capacidade das enzimas oxidativas, mas não está relacionado a mudanças nos fatores hemodinâmicos centrais ou no $VO_{2\text{pico}}$. Segundo os autores, 78% das mudanças que ocorreram com o aumento da capacidade para o

exercício são simplesmente explicadas por adaptações nas fibras do tipo I (aumento na área das fibras do tipo I e na capacidade das enzimas oxidativas).

Com base nos estudos revisados parece razoável sugerir que as modificações verificadas em algumas variáveis aeróbias em decorrência do treinamento resistido em idosos estão intimamente ligadas às adaptações periféricas provocadas pelo treinamento resistido, das quais se destacam o aumento da força muscular, as mudanças no recrutamento de fibras musculares, as alterações nos tipos de fibras musculares, o aumento no número e na densidade capilar e o aumento da atividade da enzima citrato sintase.

1.4 Efeito dos exercícios resistidos sobre as respostas hemodinâmicas

Com o avanço da idade ocorre um declínio marcante na massa e na força muscular⁸⁵. Esses declínios na massa e na força muscular nos idosos estão associados com um aumento da fragilidade e com dificuldade para realizar as tarefas da vida diária⁸⁶. Portanto, uma tarefa comum para muitas pessoas hígidas, como subir uma ladeira ou acelerar a passada para conseguir embarcar num ônibus, pode ocasionar no idoso um elevado estresse cardiovascular, que pode possibilitar o aparecimento de alguma complicação cardiovascular em idosos debilitados e cardiopatas⁶². Entretanto, no nível atual de conhecimento não se podem ignorar os efeitos dos exercícios resistidos sobre a aptidão cardiorrespiratória, embora seja de conhecimento científico que os exercícios resistidos são falhos em promover melhoras no parâmetro de aptidão cardiorrespiratória ($VO_{2máx}$), mas efetivos no sentido de melhorar o \dot{V}_E e o TE. Neste enfoque, os aumentos na força de membros inferiores e na resistência aeróbia promovidos durante o treinamento resistido podem favorecer a realização de atividades da vida diária, como caminhar, subir um lance de escadas, ou, ainda, prolongar atividades aeróbias de grande intensidade e longa duração¹⁷. Assim, especula-se que os sujeitos que utilizam exercícios resistidos como forma de treinamento podem diminuir as respostas hemodinâmicas (FC, PA e DPT) durante a realização de uma atividade física (caminhar, correr ou subir um lance de escada).

A esse respeito, Parker et al.⁶² afirmam que idosos ou pessoas debilitadas, quando realizam uma mesma tarefa resistida que um jovem forte, podem desenvolver altos valores de duplo produto. O duplo produto reflete a demanda de oxigênio pelo miocárdio e, em altos valores, pode potencialmente aumentar a probabilidade de ocorrerem arritmias, isquemia do

miocárdio ou disfunção do ventrículo esquerdo em pacientes com cardiopatias⁸⁷. Neste particular, algumas investigações haviam hipotetizado que o treinamento resistido poderia melhorar a função cardiovascular no sentido de diminuir as respostas hemodinâmicas e o estresse cardiovascular^{62, 65, 88, 89}.

Hurley et al.⁶⁵, estudando os efeitos do treinamento resistido sobre as respostas hemodinâmicas durante um teste submáximo em esteira rolante, concluíram que o programa de treinamento resistido por eles utilizados não produziu nenhuma melhora na função cardiovascular (FC e PA) e no $VO_{2máx}$.

Neste enfoque, o estudo de Wilke et al.⁹⁰ demonstrou que o treinamento resistido para a extremidade superior do corpo utilizado no estudo não foi suficiente para melhorar as respostas hemodinâmicas e metabólicas (FC, PA, $VO_{2máx}$) de idosos durante um teste de caminhada no qual os sujeitos carregavam um peso. Os autores concluíram que o circuito de treinamento com peso utilizado não foi específico para obter melhoras durante uma caminhada.

Ades et al.²⁰, que estudaram o efeito de 12 semanas de treinamento resistido em idosos, observaram que a FC e PAS durante um teste de exaustão permaneceu menor em alguns momentos do teste, porém, quando os valores foram comparados pela análise de variância para medidas repetidas, as diferenças não foram significativas.

Por outro lado, no estudo realizado por Parker et al.⁶², que também investigaram o efeito do treinamento resistido em idosos, foi possível observar melhoras nas respostas da FC, PAS e DPT. Os sujeitos do estudo obtiveram um aumento de 60% na força de membros inferiores, que pode ter influenciado para se obter um decréscimo significativo nas respostas hemodinâmicas durante os testes de caminhada submáxima e caminhada submáxima carregando um peso. Os decréscimos na FC e DPT foram menores para o teste de caminhada submáxima em relação ao teste de caminhada submáxima carregando um peso. Para Parker et al.⁶², o programa de treinamento resistido atuou no sentido de diminuir o estresse cardiovascular em ambos os exercícios, mas a redução foi maior durante o teste de caminhada submáxima carregando um peso.

Tentando ilustrar essa situação, Stone et al.⁹¹ em sua revisão de literatura encontraram estudos demonstrando o efeito do treinamento resistido no sentido de reduzir o DPT durante a execução de exercícios com pesos e durante a realização de uma caminhada. Quanto à redução do DPT durante um teste de caminhada, Stone et al.⁹¹ citam os estudos realizados por Goldberg et al. (1983, 1988), que demonstraram uma redução significativa no DPT durante um teste de caminhada.

Para Parker et al.⁶², os menores valores da PAS e DPT durante a realização das tarefas da vida diária estão, provavelmente, relacionados com uma redução na dificuldade de realizar as tarefas. Reforçando essa hipótese, o estudo de Hunter et al.⁹² demonstra que, após um programa de treinamento resistido, a atividade eletromiográfica do músculo bíceps braquial durante a sustentação de uma caixa foi reduzida em 50%. Nesse sentido, uma menor estimulação eletromiográfica e/ou uma menor geração de força máxima no músculo após um programa de treinamento resistido pode ser relacionada a uma diminuição na porcentagem de fibras musculares utilizadas durante a atividade muscular.

1.5 Adaptações fisiológicas da hidroginástica no sistema cardiorrespiratório

A popularidade e utilização de exercícios aquáticos é grande entre a população de idosos do Brasil. Conhecidos popularmente como “hidroginástica”, esses exercícios são muito procurados e utilizados por sujeitos portadores de disfunções ortopédicas, que acarretam aos indivíduos dificuldade para manter o apoio e sustentação em terra.

Na hidroginástica vários movimentos podem ser realizados sem que haja grande dificuldade na sua execução; assim, numa aula os adeptos podem realizar caminhadas, saltos, chutes e deslocamentos. A grande vantagem desta modalidade de exercícios, em relação aos exercícios realizados em terra, é o menor estresse articular^{93, 94, 95, 96, 97}, que nos sujeitos com problemas articulares e de sobrepeso pode ser um fator fundamental para a adesão ao programa de treinamento.

A resistência oposta que a água exerce sobre os movimentos articulares aumenta o custo energético em certos tipos de trabalho^{97, 98}. Por exemplo, a caminhada, quando realizada na água, apresenta um consumo máximo de oxigênio mais alto do que a mesma atividade realizada em terra^{99, 100, 101}.

Já foi demonstrado em idosas que caminhar dentro d'água promove uma carga suficiente para desenvolver a aptidão cardiorrespiratória¹⁰². Broman et al.¹⁰² constataram, após oito semanas de treinamento na água, uma melhora significativa no $VO_{2máx}$ de 24.5 para 27.2 ml/kg/min. Este aumento de 10% na potência aeróbia máxima demonstra claramente que os aumentos no $VO_{2máx}$ ocorridos dentro d'água são transferidos para atividades em terra, uma vez que essas melhoras foram observadas por meio de teste no cicloergômetro. Broman et al.¹⁰² também demonstraram que a frequência cardíaca diminuiu, em média, quatro

batimentos por minuto durante um trabalho submáximo. Todavia, em cinco participantes do estudo a frequência cardíaca diminuiu entre 8 e 15 batimentos por minuto, demonstrando que os exercícios aquáticos podem melhorar a capacidade de trabalho submáximo em exercícios realizados em terra.

Takeshima et al.¹⁰³ também obtiveram aumentos significativos na aptidão cardiorrespiratória de idosas submetidas a 12 semanas de exercícios na água. O programa de treinamento consistia em 20min de aquecimento, 30min de exercícios de resistência aeróbia (na qual estavam envolvidos danças e caminhadas), 10min de exercícios resistidos e 10min de relaxamento. Ao final do programa de treinamento, foram demonstradas melhoras significativas ($p < 0,05$) no VO_2 do Lan, de 0.77 para 0.93 l/min, e no $VO_{2\text{pico}}$, de 1.17 para 1.31 l/min.

Por outro lado, em pacientes com doença renal e em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica, os exercícios na água melhoraram a capacidade funcional, sem, contudo, haver melhoras no $VO_{2\text{max}}$ ^{104, 105}. Confirmando esses resultados, Carral e Pérez¹⁰⁶ demonstraram numa população de idosas que os exercícios na água combinados com exercícios resistidos e os exercícios na água combinados com exercícios de calistemia não provocaram adaptações suficientes no $VO_{2\text{max}}$ após cinco meses de treinamento, o qual era realizado cinco vezes por semana.

Os mecanismos que provocam adaptações na resistência aeróbia, como consequência de um programa de treinamento na água, podem estar, primeiramente, relacionados com a massa muscular periférica, como o aumento na diferença arteriovenosa de oxigênio, capilarização e aumento da atividade das enzimas mitocondriais. Durante a imersão na água, a pressão hidrostática pode aumentar os estímulos para que ocorram a proliferação capilar e a atividade das enzimas oxidativas¹⁰⁴. No entanto, algumas adaptações centrais não podem ser descartadas, tais como o aumento no débito cardíaco e no volume sistólico, que melhoram o desempenho do miocárdio.

Baseando-se nas informações produzidas em seu estudo, Takeshima et al.¹⁰³ acreditam que as melhoras no Lan observadas no grupo que treinou na água podem estar associadas a um aumento na atividade das enzimas aeróbias e/ou a um aumento na proporção de recrutamento de fibras musculares oxidativas.

1.6 Adaptações fisiológicas da hidroginástica no sistema musculoesquelético

Em virtude da resistência que a água imprime aos movimentos realizados no meio líquido, parece ser possível aumentar os níveis de força muscular com programas de treinamento realizados no meio líquido. Neste particular, o estudo de Suomi e Lindauer¹⁰⁷, após um programa de treinamento na água, demonstrou um aumento na força muscular nos músculos abdutores do quadril em mulheres com artrite. Os autores verificaram que os níveis de força muscular dos músculos abdutores do quadril aumentaram de 61.2 para 73.7 Nm na direita e de 64.4 para 74.3 Nm na esquerda.

De igual modo, Pöyhönen et al.¹⁰⁸ demonstraram que a resistência oposta exercida pela água sobre a musculatura envolvida nos treinos é suficiente para melhorar o condicionamento neuromuscular de mulheres saudáveis. Pelos resultados do estudo os autores indicam que dez semanas de treinamento na água que enfatize a resistência muscular podem resultar em aumentos nos torques isométrico e isocinético máximo dos músculos extensores e flexores dos joelhos. Ainda afirmam que os torques isométrico e isocinético mudaram, em média, de 5 a 13%. Essas mudanças foram consideradas pequenas quando os autores compararam os seus resultados aos de outros estudos que utilizaram trabalho de resistência muscular.

Nessa linha de pesquisa é válido salientar que, em idosos, os exercícios na água também aumentam a força muscular de seus praticantes^{105, 109}. Alves et al.¹⁰⁹ demonstraram um aumento significativo de $p < 0,001$ no teste de “sentar-levantar” de idosos, o qual permite, basicamente, verificar a força e a resistência do segmento corporal inferior. Portanto, três meses de hidroginástica, realizada duas vezes por semana, são efetivos para melhorar os índices de força da população de idosos investigada.

A esse respeito resta mencionar o estudo de Takeshima et al.¹⁰³, que demonstraram, num grupo de idosas praticantes de exercícios na água, um aumento de 8% e 13% na força muscular dos músculos extensores e flexores do joelho, respectivamente.

Por outro lado, o estudo desenvolvido por SY-C et al.¹¹⁰ não encontrou melhoras na força dos músculos do quadríceps de adultos velhos com osteoporose após um ano de atividades físicas praticadas na água, as quais eram realizadas duas vezes por semana, com duração de uma hora cada sessão.

Portanto, de acordo com os dados encontrados na literatura, os exercícios físicos realizados no meio líquido podem promover adaptações que se assemelham às encontradas tanto nos exercícios aeróbios quanto nos exercícios resistidos.

2 JUSTIFICATIVA

Em virtude das limitadas e controvertidas informações sobre os efeitos dos exercícios resistidos em alguns parâmetros da aptidão e função cardiorrespiratória e de o treinamento resistido e a hidroginástica serem uma das mais promissoras intervenções na prevenção e na reabilitação da saúde no idoso, justifica-se a realização deste estudo, no qual procura, acima de tudo, buscar respostas que venham solucionar alguns pontos obscuros e abrir caminhos para outras pesquisas sobre o assunto. Além disso, até o presente momento, poucos estudos investigaram os efeitos dessas duas modalidades de exercícios no (Lan) e no estresse cardiovascular durante uma atividade aeróbia. Por isso, fica clara a necessidade de maiores investigações envolvendo tais aspectos.

3 PROBLEMATIZAÇÃO

Com base no princípio da especificidade do treinamento, os exercícios resistidos são vistos como ineficientes para promover estímulos para a melhora da aptidão cardiovascular. O princípio da especificidade do treinamento e as respostas hemodinâmicas provocadas por essa modalidade durante a realização de exercícios com cargas máximas podem ter influenciado por muitos anos na não-utilização desses exercícios quando o objetivo era promover melhora no condicionamento cardiorrespiratório, tanto em sujeitos saudáveis quanto em cardiopatas e idosos. Terão sido esses os motivos pelos quais o treinamento resistido foi desaconselhado e pouco utilizado em pesquisas com o intuito de melhorar a aptidão cardiovascular? Os estudos existentes sobre o tema apresentam resultados conflitantes quanto ao verdadeiro potencial dos exercícios resistidos em melhorar a aptidão cardiorrespiratória.

Os aumentos no $VO_{2máx}$, quando ocorrem em decorrência do treinamento resistido, podem ser observados mais frequentemente em populações consideradas debilitadas, como portadores de cardiopatias e idosos? A “resistência aeróbia” pode ser considerada o parâmetro mais apropriado para demonstrar as melhoras provocadas pelos exercícios resistidos na aptidão cardiorrespiratória?

As melhoras no desempenho de atividades físicas, com predominância do metabolismo aeróbio, são provocadas pelo treinamento aeróbio e são acompanhadas de um aumento no $VO_{2máx}$. Quando ocorrem melhoras no desempenho de atividades físicas, com predominância do metabolismo aeróbio, em decorrência do treinamento resistido, isso pode ser visto como conseqüência de um melhoramento do sistema cardiovascular central ou na força muscular?

Menores respostas hemodinâmicas (FC, PA e DPT) durante a realização de um teste de esforço são verificadas frequentemente em sujeitos que fazem uso do treinamento

aeróbio. No entanto, esse comportamento é controverso e pouco estudado em sujeitos que fazem uso de métodos de treinamento resistido. Nesse contexto, terá o treinamento resistido capacidade de diminuir o estresse cardiovascular durante a realização de um teste de esforço?

A hidroginástica sempre foi considerada uma atividade física aeróbia, no entanto esta modalidade de exercícios apresenta componentes resistidos durante a sua execução, que podem melhorar a função musculoesquelética. Assim, a hidroginástica pode melhorar tanto o condicionamento cardiovascular quanto a força muscular?

4 HIPÓTESES

4.1 Hipótese 1

Baseando-se no princípio da especificidade do exercício, espera-se que os idosos do grupo que utilizou treinamento resistido mais hidroginástica aumentem a força muscular isocinética (pico torque).

4.2 Hipótese 2

Partindo do pressuposto de que o treinamento resistido aumenta a força muscular de membros inferiores e que fibras musculares do tipo I mais fortes permitem que um sujeito adie o recrutamento das fibras do tipo II, menos eficientes para desempenhar atividades aeróbias, espera-se que os idosos do grupo treinamento resistido mais hidroginástica adiem a utilização das fontes de energia anaeróbias para tentar sustentar uma atividade e, assim, tenham melhorado o seu limiar anaeróbio.

4.3 Hipótese 3

Alguns estudos mostram que a porcentagem de força máxima utilizada durante um trabalho muscular diminui após um programa de treinamento resistido, o que, provavelmente,

levaria a uma diminuição na vasoconstrição durante uma atividade muscular. Assim, espera-se que o grupo que utilizou treinamento resistido mais hidroginástica diminua as respostas da PAS e DPT durante o exercício, apresentando, por consequência, um menor estresse cardiovascular.

4.4 Hipótese 4

Por ser uma atividade contínua e com predominância do metabolismo aeróbio, espera-se melhorar a função cardiovascular com a hidroginástica.

4.5 Hipótese 5

Assumindo que a água exerce uma resistência oposta aos exercícios executados dentro dela, espera-se demonstrar aumentos na força muscular isocinética (pico torque) no grupo que utilizou a hidroginástica isoladamente.

5 OBJETIVOS

5.1 Objetivo Geral

Este estudo tem a finalidade de avaliar, por meio de teste no cicloergômetro, os efeitos da hidroginástica e do treinamento resistido combinado com a hidroginástica sobre as respostas hemodinâmicas e metabólicas em idosos.

5.2 Objetivos Específicos

1 Medir os efeitos da hidroginástica e do treinamento resistido combinado com a hidroginástica na força muscular isocinética de membros inferiores (flexão e extensão de joelhos).

2 Investigar os efeitos da hidroginástica e do treinamento resistido combinado com a hidroginástica na resistência aeróbia (Lan).

3 Determinar os efeitos da hidroginástica e do treinamento resistido combinado com a hidroginástica na redução do estresse cardiovascular (FC, PA e DPT) no cicloergômetro.

6 METODOLOGIA

6.1 Delineamento do Estudo

Estudo de ensaio clínico não randomizado.

6.2 População e Amostra

A amostra foi selecionada no Centro Regional de Estudos da Terceira Idade (Creati) de Passo Fundo - RS, tendo em sua composição 25 idosos, voluntários (com sessenta anos ou mais), de ambos os sexos, aparentemente saudáveis (com liberação de um médico geriatra para realizar exercícios físicos), praticantes de exercícios físicos (hidroginástica), os quais foram divididos aleatoriamente em dois grupos: Grupo 1 - praticantes de treinamento resistido e hidroginástica (TR + Hidro); Grupo 2 - praticantes de hidroginástica (Hidro).

Foram adotados como critérios de exclusão para participar do estudo:

* que os indivíduos participassem de alguma outra forma de exercícios físicos que não as descritas acima;

* que apresentassem problemas cardíacos e musculoesqueléticos que durante o estudo pudessem sofrer alguma intercorrência, vindo a comprometer a sua integridade física.

Com base nos indicadores gerais de saúde (sinais e sintomas sugestivos de doença cardiovascular, pulmonar e metabólica (Anexo A)) mais a aplicação do PAR-Q¹¹¹ (Anexo B), ficou estabelecido se o sujeito tinha possibilidade de participar do estudo.

Cada indivíduo foi informado sobre os procedimentos metodológicos do estudo em uma reunião agendada e por meio de um termo de consentimento (Anexo C), que foi assinado pelos participantes individualmente.

6.3 Coleta dos Dados

A coleta dos dados foi realizada na Faculdade de Educação Física e Fisioterapia da Universidade de Passo Fundo, em dias distintos e em dois momentos: uma semana antes do início e após o fim programa de treinamento, nos Laboratório de Biomecânica e Ergoespirometria. Para alcançar os objetivos do estudo foram utilizadas medidas antropométricas para caracterizar a amostra; avaliação isocinética para determinar a força muscular e testes de resistência aeróbia: Lan e respostas hemodinâmicas (10min).

6.4 Medidas Antropométricas

6.4.1 Estatura

Para a obtenção da estatura utilizou-se um estadiômetro Cardiomed Seca com definição de 0,1 cm, no qual o avaliado deve permanecer em posição ortostática, pés descalços e unidos, com a cabeça orientada no plano de Frankfurt e as superfícies posteriores dos calcânhares, cintura pélvica, cintura escapular e região occipital em contato com a parede¹¹².

6.4.2 Massa Corporal

Para a verificação da massa corporal foi utilizada balança antropométrica Lucastec PLE-180, com definição de 50 gramas, à qual o avaliado deveria subir com o menor volume de roupa possível, colocando um pé de cada vez e posicionando-se no centro do aparelho¹¹².

6.4.3 Índice de Massa Corporal (IMC)

De posse dos valores de massa corporal e estatura, calculou-se o índice de massa corporal por meio da equação: $[IMC = MC (Kg) \div EST (m^2)]^{18}$.

6.5 Teste de Força Muscular Isocinética

A força muscular máxima dos músculos flexores e extensores do joelho foi avaliada no membro dominante e no não dominante com um dinamômetro isocinético Biodex (Figura 1), em duas velocidades distintas: 120°s e 180°s. Após os avaliados estarem confortavelmente sentados, procedeu-se à colocação dos cintos, ajustados no nível do tronco, quadril e coxa, de modo a estabilizar esses segmentos corporais e restringir ao máximo possível o movimento à flexão e extensão dos joelhos.

O eixo de rotação do dinamômetro foi alinhado com o epicôndilo lateral do fêmur e a carga de resistência foi colocada cerca de 2cm acima dos maléolos. A referência anatômica angular da articulação do joelho introduzida no dinamômetro foi obtida com a utilização de um goniômetro. Os possíveis erros induzidos no torque pela força da gravidade foram corrigidos com base no peso do membro inferior a 0°s e calculados pelo próprio *software* do equipamento.

Antes de realizarem o teste, os avaliados fizeram aquecimento numa bicicleta ergométrica durante cinco minutos. Para o teste, efetuaram três repetições máximas nas duas velocidades angulares, havendo um período de repouso de 30s entre cada velocidade angular. Durante os testes os avaliados foram verbalmente encorajados a desenvolverem a sua força máxima, esta considerada como sendo o maior pico de torque alcançado durante as repetições¹¹³.



Figura 1 – Dinamômetro isocinético.

6.6 Determinação do Limiar Anaeróbio

Para determinar o limiar anaeróbio foi utilizado um teste de esforço no cicloergômetro Biotec 1800 de frenagem mecânica, com incremento progressivo de carga (protocolo de rampa) e análise direta de gases (ergoespirômetria) (Figura 2). Após 2min de aquecimento com carga inicial de 30 watts, a potência foi aumentada 15 watts a cada minuto, até o ponto em que o sujeito alcançasse o limiar ventilatório. O teste também foi finalizado quando o sujeito não conseguia manter uma frequência de pedaladas de sessenta rotações por minuto, ou quando ocorresse algum sinal ou sintoma limitante. O teste foi realizado sob monitoramento eletrocardiográfico de 12 derivações, com registro da pressão arterial a cada 3min. As variáveis ventilatórias e respiratórias foram analisadas pelo sistema de análise de gases VO₂₀₀₀, previamente calibrado, que registrou o consumo de oxigênio (VO₂), produção de dióxido de carbono (VCO₂) e volume ventilatório minuto (VE). O limiar anaeróbio foi determinado no ponto em que houve a quebra na linearidade do equivalente respiratório de oxigênio (VE/VO₂) ou no menor valor do equivalente respiratório de oxigênio, antes do seu aumento progressivo (Figura 3). Além disso, pôde ser observada uma menor pressão expirada de oxigênio (PET O₂)^{114, 115, 116, 117, 118}.



Figura 2 – Teste de esforço submáximo com análise direta de gases (ergoespirometria).



Figura 3 – Quebra na linearidade do equivalente respiratório O_2 (VE/VO_2).

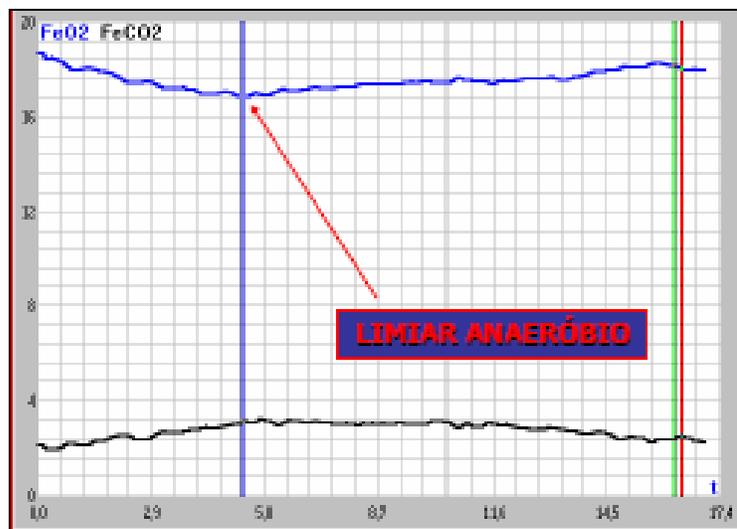


Figura 4 – Menor pressão expirada de oxigênio (PET O₂)

6.7 Teste Submáximo

As respostas hemodinâmicas da FC, PAS e DPT foram avaliadas durante um teste submáximo de 10min no cicloergômetro, realizado na intensidade do Lan. As respostas da FC foram anotadas no repouso e a cada minuto do teste, sob monitoramento de um freqüencímetro da marca Polar, modelo Sport TesterTM GBR 1665020, e a verificação da PAS foi realizada por um avaliador treinado, pelo método auscultatório, utilizando um esfigmomanômetro de coluna de mercúrio e estetoscópio. O DPT (FC multiplicada pela PAS¹¹⁹) e a PAS foram anotados no período de repouso e, posteriormente, a cada 2min.

6.8 Hidroginástica

As aulas de hidroginástica foram ministradas uma vez por semana, com duração aproximada de 50 min, durante um período de 12 semanas. Os exercícios foram realizados numa piscina com profundidade aproximada 1,20 m e temperatura da água entre 26 e 28 °C. As aulas consistiam de três partes: 1 - Aquecimento (alongamento realizado durante 5 min); 2 - Exercícios de deslocamento com movimentos combinados de braços e pernas e exercícios

de resistência com auxílio de objetos que ofereciam uma resistência ainda maior ao movimento (duração 40 min); 3 - Relaxamento (duração 5 min).

6.8 Treinamento resistido

As sessões de treinamento foram realizadas três vezes por semana (segunda-feira, quarta-feira e sexta-feira), com duração aproximada de 40min, durante um período de 12 semanas. O aquecimento foi realizado nos aparelhos de musculação, sendo considerada como aquecimento a primeira série de cada exercícios, realizada numa intensidade submáxima leve; assim, o aquecimento foi específico para cada grupamento muscular e articulação utilizada durante o treinamento. O tempo de intervalo e descanso utilizado entre as séries foi de 1min.

6.9.1 Periodização do treinamento resistido

O treinamento foi periodizado em seis microciclos e a intensidade de treinamento foi submáxima definida por aproximação sucessiva das cargas, sendo as cargas de trabalho de cada série definidas observando-se a dificuldade apresentada para completar o número de repetições planejadas. O treinamento resistido submáximo foi constituído de exercício de resistência de força no qual as cargas de trabalho utilizadas não levaram o músculo à falência muscular; quando a contração concêntrica tornava-se lenta, portanto, próxima da isometria, a série era interrompida. Este ponto do exercício também pode ser identificado pela tendência incontrolável para a apnéia. As três variações de intensidade utilizadas durante o treinamento podem ser definidas da seguinte forma: série submáxima leve, na qual se utilizava aproximadamente 50% da carga utilizada para realizar a série submáxima pesada, e série submáxima média, aplicasse aproximadamente 75% da carga utilizada para realizar a série submáxima pesada¹²⁰.

As intensidades e os volumes de treinamento utilizados durante os microciclos e os momentos em que foram adequadas as cargas podem ser visualizados no Quadro 1.

Quadro 1- Periodização do treinamento.

Microciclos	Semanas	Volume	Intensidade	Adequação das cargas
1º microciclo	1ª - 2ª	1 x 12	submáxima leve	Adequação das cargas
		2 x 10	submáxima média	
		1 x 8	submáxima pesada	
2º microciclo	3ª - 4ª	1 x 12	submáxima leve	Readequação das cargas
		2 x 10	submáxima média	
		1 x 8	submáxima pesada	
3º microciclo	5ª - 6ª	1 x 12	submáxima leve	
		1 x 10	submáxima média	
		2 x 8	submáxima pesada	
4º microciclo	7ª - 8ª	1 x 12	submáxima leve	Readequação das cargas
		1 x 10	submáxima média	
		2 x 8	submáxima pesada	
5º microciclo	9ª - 10ª	1 x 12	submáxima leve	
		1 x 10	submáxima média	
		2 x 8	submáxima pesada	
6º microciclo	11ª - 12ª	1 x 12	submáxima leve	Readequação das cargas
		1 x 10	submáxima média	
		2 x 8	submáxima pesada	

6.9.2 Exercícios para membros inferiores

Leg-press (pressão de pernas), extensão de joelho, flexão de joelhos.

6.9.3 Exercícios para membros superiores

Rosca bíceps (flexão e extensão dos antebraços), rosca tríceps (tríceps com polia alta, mãos em pronação), voador, voador invertido.

6.10 Procedimentos estatísticos

A fim de atender aos objetivos propostos pelo estudo os dados foram digitados no programa Excel e, posteriormente, tratados estatisticamente com uso do pacote estatístico SPSS versão 14.0. Inicialmente, foi realizada uma análise exploratória dos dados, a fim de verificar os pressupostos essenciais para utilização de testes paramétricos. A normalidade das distribuições foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilks, que é o mais indicado em estudos com amostras pequenas, e a homogeneidade das variâncias, pelo teste de Levene.

Para a caracterização da amostra utilizou-se estatística descritiva (média, desvio-padrão, coeficiente de variação e valores mínimos e máximos). A igualdade das médias entre os dois grupos no momento basal foi testada pelo teste t para amostras independentes. As variáveis de força muscular (pico de torque), resistência aeróbia (Lan) e as respostas hemodinâmicas (FC, PAS E DPT) no pré e pós-teste foram analisadas pela análise de variância (ANOVA) de dois caminhos 2x2 (dois grupos experimentais, duas medidas) com medidas repetidas, a fim de verificar a existência de interação entre os grupos (TR + Hidro e Hidro) e ao longo do tempo (pré e pós).

Com relação à análise estatística realizada nas respostas hemodinâmicas, foram excluídos todos os sujeitos que faziam uso de algum tipo de medicamento que poderia influenciar nos resultados.

O coeficiente de correlação de Pearson foi empregado a fim de se verificar se houvera relação entre o desempenho da força muscular e a resistência aeróbia. Foi utilizado neste estudo um nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

7 RESULTADOS

Vinte e quatro idosos completaram o estudo, visto que no grupo hidroginástica um sujeito desistiu por motivos de saúde. Ao final das 12 semanas de treinamento, o grupo TR + Hidro contava com 14 sujeitos (n = 14) e o grupo Hidro, com 10 sujeitos (n = 10).

7.1 Caracterização da amostra

Na Tabela 1 encontram-se as informações de toda a amostra (n = 25) referentes a tendência central (média), variabilidade (desvio-padrão), coeficiente de variação (CV) e valores mínimos e máximos das variáveis idade, massa corporal (MC), estatura (EST) e índice de massa corporal (IMC).

Tabela 1 – Valores médios desvio-padrão, coeficiente de variação e valores mínimos e máximos das variáveis idade, massa corporal, estatura e índice de massa corporal de toda a amostra.

	Média (DP)	CV (%)	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	67.3 ± 5.4	8.06	60	78
MC (kg)	71.0 ± 10.0	14.1	52.0	90.5
EST (cm)	160.6 ± 9.7	6.09	142	184
IMC	27.4 ± 3.3	12.2	22.7	35.3

É possível observar na Tabela 2, a qual caracteriza a amostra da pesquisa, que não há diferença estatística significativa entre os grupos em relação à idade e às variáveis

antropométricas. Os resultados mostram uma semelhança entre os grupos analisados antes do treinamento.

Tabela 2 – Comparação dos valores médios, desvio-padrão e coeficiente de variação das variáveis que caracterizam a amostra.

	Treinamento Resistido + Hidroginástica		Hidroginástica		t	p
	Média (DP)	CV (%)	Média (DP)	CV (%)		
Idade (anos)	66.2 ± 5.1	7.7	67.7 ± 5.0	7.5	0.812	0.425
MC (kg)	72.4 ± 9.9	13.7	69.5 ± 10.8	15.6	0.687	0.498
EST (cm)	160 ± 10.5	6.6	160.6 ± 9.6	5.9	0.048	0.962
IMC	28.1 ± 3.5	12.7	26.8 ± 3.2	11.9	0.870	0.393

7.2 Resistência aeróbia

Ao final das 12 semanas de treinamento foi possível observar alterações estatisticamente significativas em todas as variáveis utilizadas para expressar o Lan (Tabela 3 e figuras 5, 6, 7, 8). A Tabela 3 mostra a existência de interação grupo x tempo, demonstrando um comportamento diferenciado entre os grupos experimentais. O Lan expresso em valores absoluto (VO_2 l/min) e relativo (VO_2 ml/kg/min) apresentou também um efeito significativo com relação ao tempo. As melhoras no Lan no grupo TR + Hidro foram de 25,85% e 26,37% com relação aos valores relativo e absoluto, respectivamente, no entanto no grupo Hidro ocorreu uma queda de -6,3% e -4% no Lan em valores relativo e absoluto, respectivamente. De forma semelhante, o Lan expresso em watts e pelo tempo de teste aumentou no grupo TR + Hidro. Essas melhoras foram de 20,3% e 24,57% para os valores expressos em watts e tempo de teste, respectivamente. Uma diminuição no Lan de -2,5% e -4,7% ocorreu nos valores expresso em watts e tempo de teste, respectivamente, no grupo Hidro. As melhoras no Lan em watts e tempo de teste demonstram que o grupo que utilizou treinamento resistido em seu programa de atividades físicas conseguiu sustentar uma atividade aeróbia por um período de tempo maior antes que a fadiga se instalasse.

Tabela 3 – Comportamento do limiar aeróbio expresso em valores relativos (VO_2 ml/kg/min), absoluto (VO_2 l/min), potência física (watts) e tempo de teste (min); antes e após 12 semanas de treinamento.

Limiar anaeróbio	TR + Hidro (n =14)	Hidro (n =10)	Efeitos	F	P
ANOVA					
VO_2 ml/kg/min			Grupo	0.95	0.33
Pré	12.61 ± 2.30	13.48 ± 3.78	Tempo	5.01	0.03*
Pós	15.87 ± 3.39	12.62 ± 3.44	Grupo x Tempo	14.79	0.001*

ANOVA					
VO_2 l/min			Grupo	1.57	0.22
Pré	0.91 ± 0.19	0.92 ± 0.28	Tempo	5.06	0.03*
Pós	1.15 ± 0.31	0.88 ± 0.28	Grupo x Tempo	9.55	0.005*

ANOVA					
Watts			Grupo	2.02	0.16
Pré	63.21 ± 14.62	60.00 ± 18.70	Tempo	3.95	0.06
Pós	76.07 ± 20.77	58.50 ± 21.73	Grupo x Tempo	6.32	0.02*

ANOVA					
Tempo (min)			Grupo	1.76	0.19
Pré	3.54 ± 0.92	3.41 ± 1.28	Tempo	3.89	0.06
Pós	4.41 ± 1.41	3.25 ± 1.38	Grupo x Tempo	7.94	0.01*

*p < 0,05

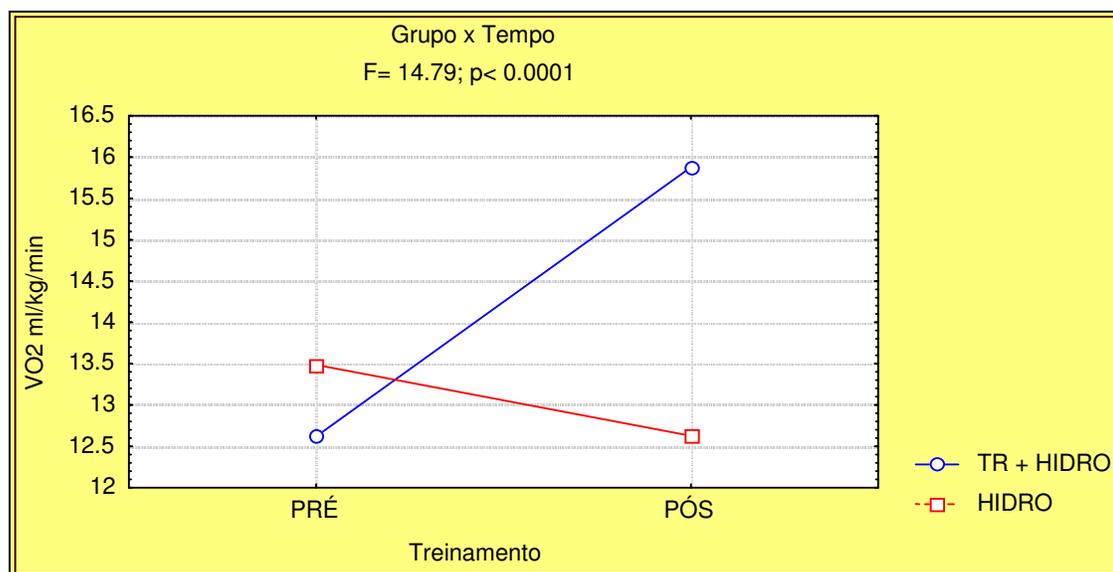


Figura 5 - Comportamento do limiar aeróbio expresso em valores relativos (VO_2 ml/kg/min) com relação à interação grupo x tempo.

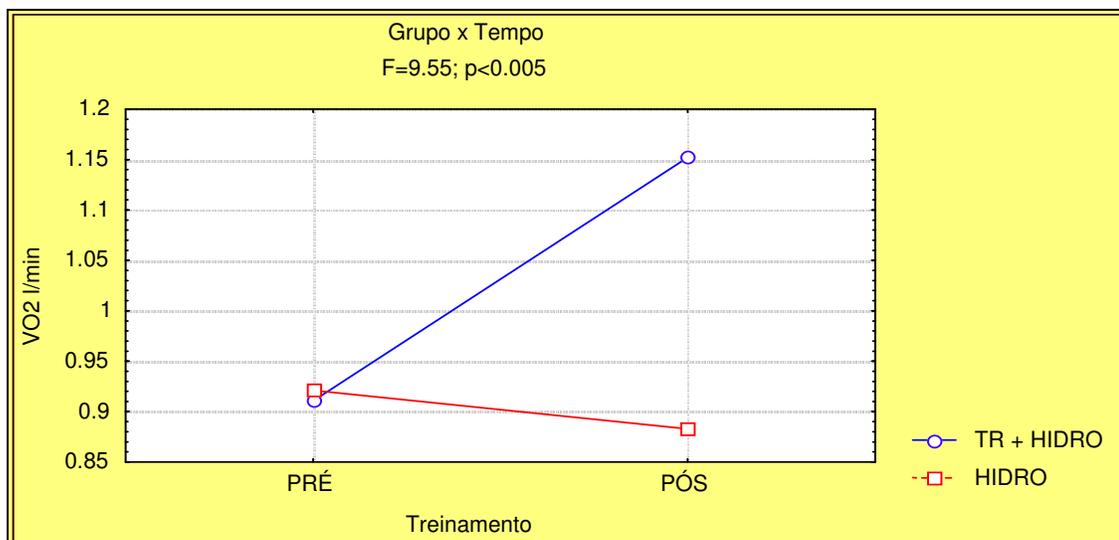


Figura 6 - Comportamento do limiar aeróbio expresso em valores absolutos (VO₂ l/min) com relação à interação grupo x tempo.

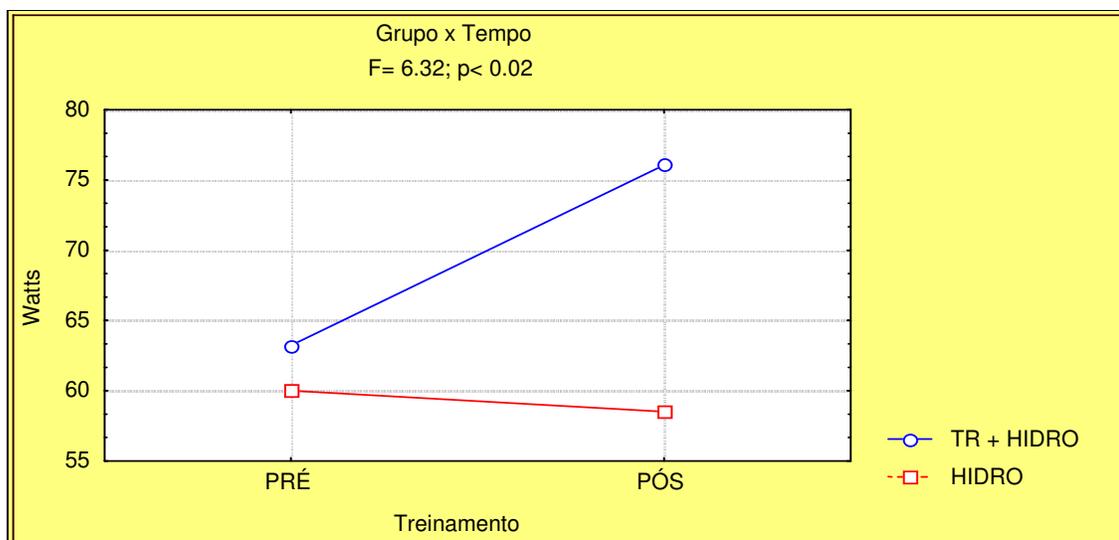


Figura 7 - Comportamento do limiar aeróbio expresso pela potência física (Watts) com relação à interação grupo x tempo.

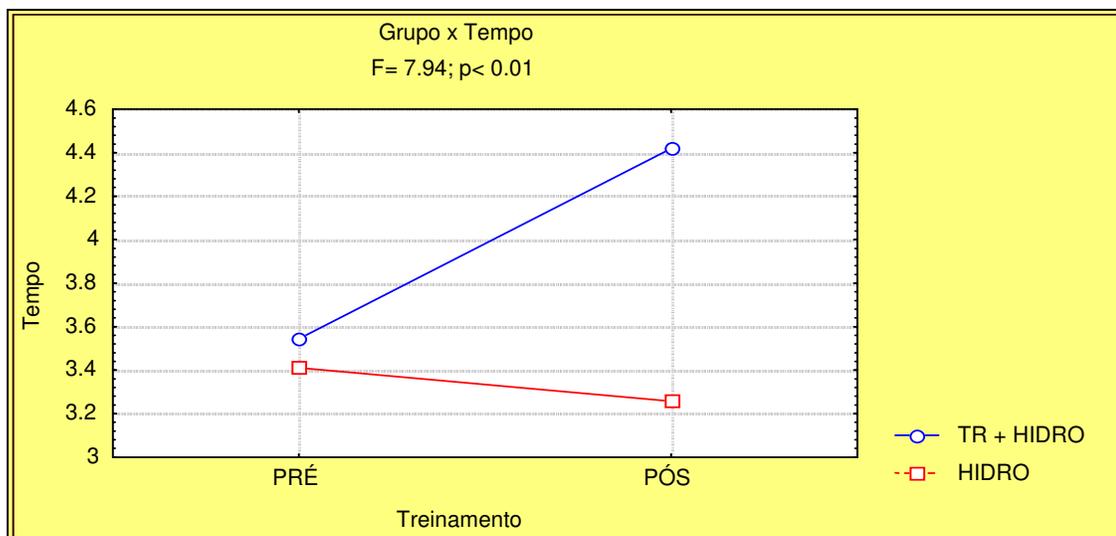


Figura 8 - Comportamento do limiar aeróbio expresso pelo tempo de teste (min) com relação à interação grupo x tempo.

7.3 Força muscular

Os valores de pico de torque a 120°s nos movimentos de flexão e extensão de joelhos, medidos antes e após as 12 semanas de treinamento, são apresentados na Tabela 4 e nas figuras 9, 10, 11, 12. Com relação ao grupo e à interação grupo x tempo, não ocorreram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos, demonstrando que ambos tiveram o mesmo comportamento ao longo das 12 semanas de treinamento. Quanto ao efeito do tempo, todos os movimentos articulares testados sofreram alterações estatisticamente significativas. Apesar da falta de significância estatística nas comparações entre os grupos, a maior parte das variações observadas do pré ao pós-teste foi superior no grupo TR + Hidro em relação ao grupo Hidro. Na velocidade angular de 120°s, o único movimento articular que apresentou um aumento superior no grupo Hidro em relação aos valores encontrados no grupo TR + Hidro foi a extensão do joelho direito, que obteve 12,60% de aumento, contra 11,22% do grupo TR + Hidro. Os movimentos articulares de extensão do joelho esquerdo (17,52% x 5,83%), flexão do joelho direito (13,23% x 8,60%) e esquerdo (17,88% x 12,00%) apresentaram um percentual de aumento maior no grupo TR + Hidro do que no grupo Hidro, respectivamente.

Tabela 4 – Comportamento do pico de torque a 120°s nos movimentos de flexão e extensão de joelhos antes e após 12 semanas de treinamento.

Pico de torque 120°s	TR + Hidro (n =14)	Hidro (n =10)	Efeitos	F	P
ANOVA					
Extensão direita			Grupo	0.40	0.52
Pré	89.00 ± 31.09	80.24 ± 35.24	Tempo	9.97	0.004*
Pós	98.99 ± 34.17	90.35 ± 35.21	Grupo x Tempo	0.00	0.98

ANOVA					
Extensão esquerda			Grupo	0.15	0.69
Pré	79.94 ± 30.34	79.68 ± 29.95	Tempo	13.88	0.001*
Pós	93.95 ± 30.79	84.33 ± 32.21	Grupo x Tempo	3.49	0.07

ANOVA					
Flexão direita			Grupo	0.65	0.42
Pré	42.01 ± 14.24	37.54 ± 20.83	Tempo	10.12	0.004*
Pós	47.57 ± 15.75	40.77 ± 18.94	Grupo x Tempo	0.71	0.40

ANOVA					
Flexão esquerda			Grupo	0.29	0.59
Pré	40.09 ± 16.54	37.67 ± 15.38	Tempo	8.12	0.009*
Pós	47.26 ± 18.42	42.19 ± 19.08	Grupo x Tempo	0.41	0.52

*p < 0,05

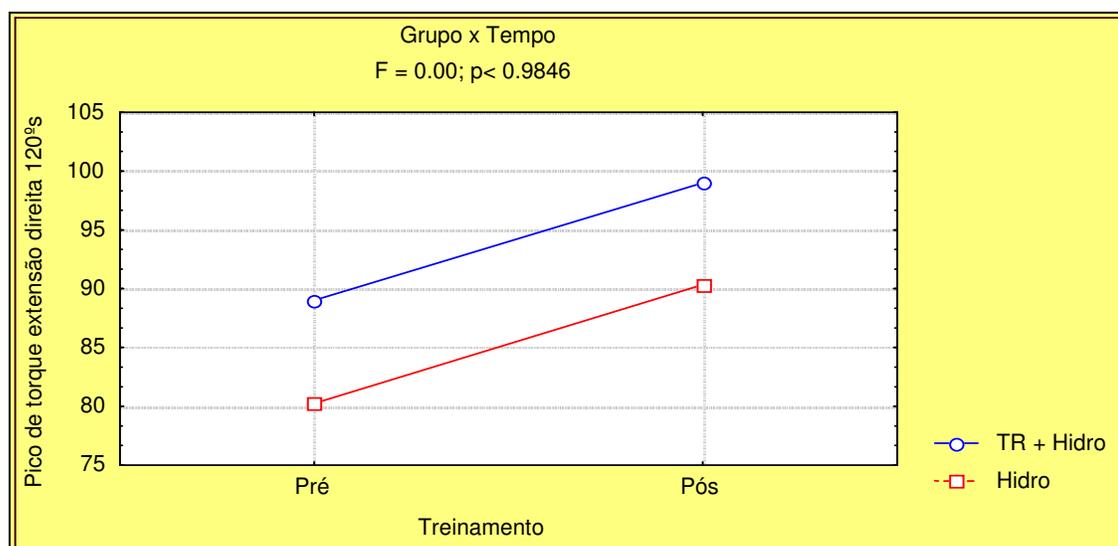


Figura 9 - Comportamento do pico de torque a 120°s no movimento de extensão do joelho direito com relação à interação grupo x tempo.

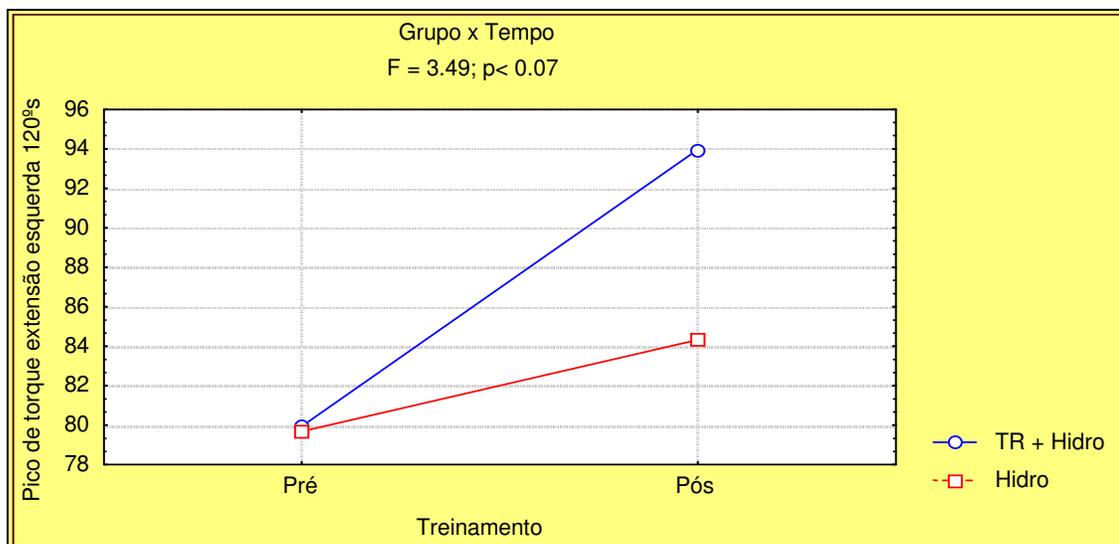


Figura 10 - Comportamento do pico de torque a 120°s no movimento de extensão do joelho esquerdo com relação à interação grupo x tempo.

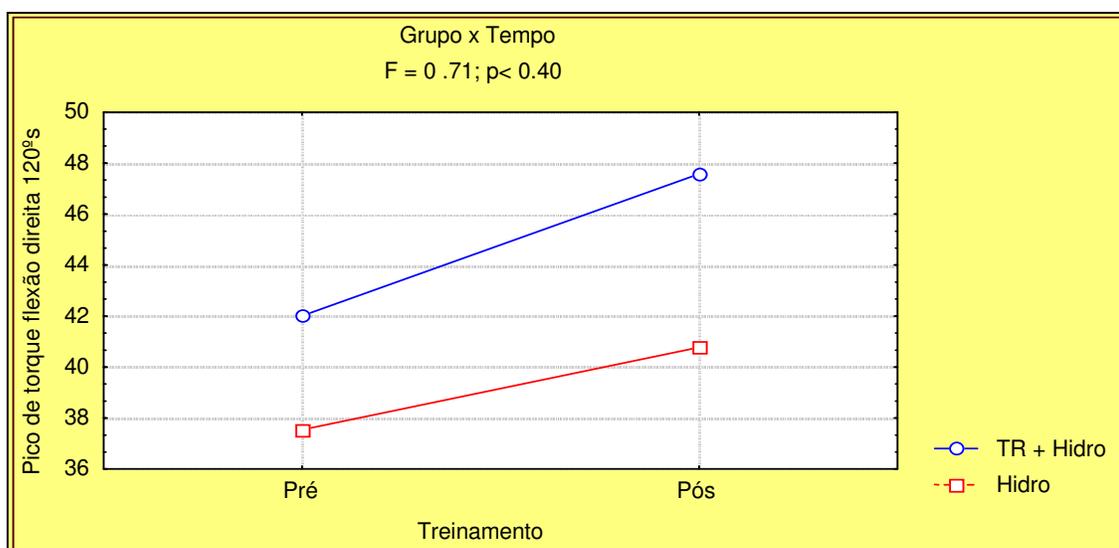


Figura 11 - Comportamento do pico de torque a 120°s no movimento de flexão do joelho direito com relação à interação grupo x tempo.



Figura 12 - Comportamento do pico de torque a 120°s no movimento de flexão do joelho esquerdo com relação à interação grupo x tempo.

Os valores de pico de torque a 180°s nos movimentos de flexão e extensão de joelhos, medidos antes e após as 12 semanas de treinamento, são apresentados na Tabela 5 e nas figuras 13, 14, 15, 16. Verifica-se que o tempo de treinamento teve efeito significativo sobre o pico de torque em todos os movimentos articulares medidos a 180°s, não existindo efeito estatisticamente significativo em relação ao grupo e na interação grupo x tempo. Na velocidade angular de 180°s o movimento articular de extensão, tanto no joelho esquerdo quanto no direito, apresentou um percentual de melhora maior no grupo TR + Hidro em relação ao grupo Hidro, embora essas melhoras não tenham sido superiores estatisticamente. No movimento de extensão do joelho direito os aumentos foram de 16,25% para o grupo TR + Hidro e 7,13% para o grupo Hidro; já, no movimento extensão do joelho esquerdo, o grupo TR + Hidro obteve um aumento de 14,12% e o grupo Hidro, 5,58%. Em contraposição, no movimento articular de flexão em ambos os joelhos, o grupo Hidro apresentou um percentual de melhora maior do que o grupo TR + Hidro, embora essa melhora não tenha sido superior estatisticamente. No movimento de flexão do joelho direito o aumento foi de 10,88% e 8,02% para o grupo Hidro e TR + Hidro, respectivamente. Quanto ao movimento de flexão do joelho esquerdo, as melhoras foram de 13,58% e 11,93% para o grupo Hidro e TR + Hidro, respectivamente.

Tabela 5 – Comportamento do pico de torque a 180°s nos movimentos de flexão e extensão de joelhos antes e após 12 semanas de treinamento

Pico de torque 180°s	TR + Hidro (n =14)	Hidro (n =10)	Efeitos	F	P
ANOVA					
Extensão direita			Grupo	0.24	0.62
Pré	71.50 ± 22.70	69.58 ± 27.80	Tempo	9.56	0.005*
Pós	83.12 ± 28.63	74.54 ± 27.74	Grupo x Tempo	1.54	0.22
ANOVA					
Extensão esquerda			Grupo	0.13	0.71
Pré	67.77 ± 23.36	66.92 ± 27.86	Tempo	11.38	0.002*
Pós	77.34 ± 23.90	70.66 ± 26.52	Grupo x Tempo	2.18	0.15
ANOVA					
Flexão direita			Grupo	0.49	0.48
Pré	38.67 ± 13.26	33.91 ± 18.99	Tempo	10.12	0.004*
Pós	41.77 ± 14.61	37.60 ± 15.95	Grupo x Tempo	0.07	0.78
ANOVA					
Flexão esquerda			Grupo	0.36	0.55
Pré	39.73 ± 18.23	35.47 ± 16.92	Tempo	8.69	0.007*
Pós	44.47 ± 15.40	40.29 ± 19.35	Grupo x Tempo	0.00	0.98

*p < 0,05



Figura 13 - Comportamento do pico de torque a 180°s no movimento de extensão do joelho direito com relação à interação grupo x tempo.



Figura 14 - Comportamento do pico de torque a 180°s no movimento de extensão do joelho esquerdo com relação à interação grupo x tempo.

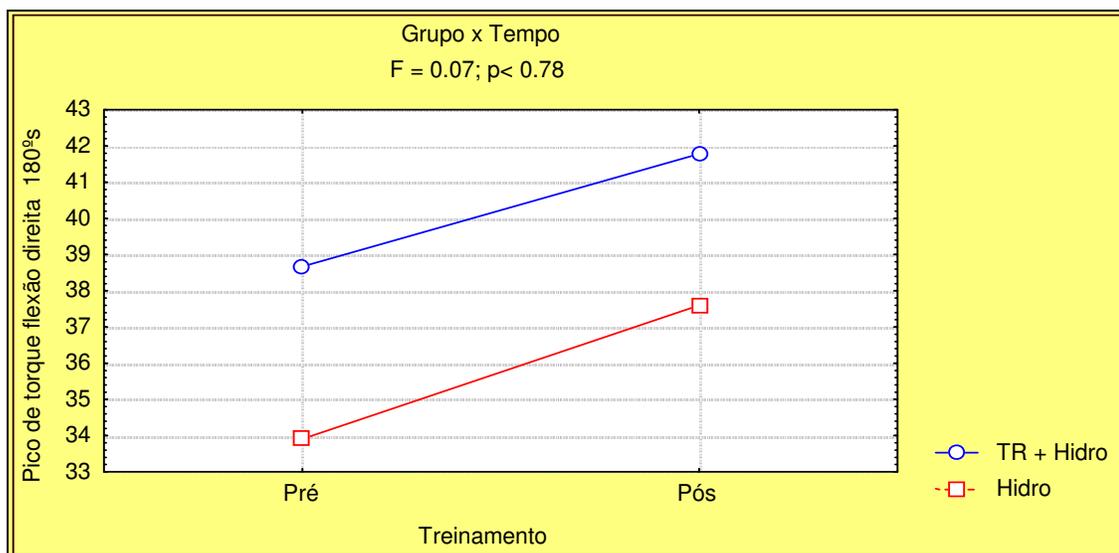


Figura 15 - Comportamento do pico de torque a 180°s no movimento de flexão do joelho direito com relação à interação grupo x tempo.



Figura 16 - Comportamento do pico de torque a 180°s no movimento de flexão do joelho esquerdo com relação à interação grupo x tempo.

7.4 Respostas hemodinâmicas

7.4.1 Frequência cardíaca

As respostas da FC anotadas no repouso e a cada minuto do teste submáximo de 10min são apresentadas na Tabela 6, com os valores do pré e pós-treinamento. As respostas da frequência cardíaca durante o minuto 2 até 10min do teste apresentaram valores significativamente menores em relação ao tempo. Quanto às demais comparações, não foram encontrados efeitos estatisticamente significativos em relação ao grupo e na interação grupo x tempo.

Tabela 6 – Comportamento das respostas da frequência cardíaca durante o teste de esforço submáximo antes e após 12 semanas de treinamento.

Frequência cardíaca	TR + Hidro (n =11)	Hidro (n =07)	Efeitos	F	P
			ANOVA		
Repouso			Grupo	0.003	0.95
Pré	81.54 ±16.75	79.14 ± 9.54	Tempo	1.23	0.28
Pós	76.81 ± 9.96	78.57 ± 9.71	Grupo x Tempo	0.75	0.39
Minuto 1			Grupo	0.02	0.87
Pré	102.18 ± 12.78	102.42 ± 10.37	Tempo	3.48	0.08
Pós	99.27 ± 8.01	97.57 ± 8.67	Grupo x Tempo	0.21	0.64
Minuto 2			Grupo	0.08	0.77
Pré	109.09 ±11.39	107.85 ± 13.32	Tempo	12.04	0.003*
Pós	105.09 ± 8.92	103.42 ± 9.58	Grupo x Tempo	0.03	0.86
Minuto 3			Grupo	0.05	0.81
Pré	113.45 ± 11.35	110.28 ± 16.10	Tempo	13.93	0.001*
Pós	105.09 ± 10.79	105.57 ± 11.20	Grupo x Tempo	1.08	0.31
Minuto 4			Grupo	0.01	0.90
Pré	114.36 ± 12.06	111.42 ± 16.97	Tempo	17.15	0.001*
Pós	105.27 ± 11.71	106.71 ± 12.28	Grupo x Tempo	1.72	0.20
Minuto 5			Grupo	0.02	0.86
Pré	116.09 ± 10.98	113.00 ± 15.80	Tempo	19.10	0.001*
Pós	106.54 ± 11.62	107.71 ± 11.85	Grupo x Tempo	1.57	0.22
Minuto 6			Grupo	0.11	0.74
Pré	115.36 ±11.79	112.85 ± 16.33	Tempo	18.30	0.001*
Pós	107.27 ± 12.37	105.71 ± 12.21	Grupo x Tempo	0.07	0.79
Minuto 7			Grupo	0.22	0.64
Pré	116.36 ± 11.36	114.28 ±16.80	Tempo	12.53	0.003*
Pós	110.00 ± 11.80	106.71 ± 9.23	Grupo x Tempo	0.09	0.76
Minuto 8			Grupo	0.20	0.65
Pré	117.09 ± 11.44	116.14 ± 18.85	Tempo	10.53	0.005*
Pós	111.18 ± 11.57	106.85 ± 10.66	Grupo x Tempo	0.52	0.48
Minuto 9			Grupo	0.25	0.62
Pré	119.09 ± 12.05	115.42 ± 18.14	Tempo	16.70	0.001*
Pós	110.63 ± 13.35	107.85 ± 12.17	Grupo x Tempo	0.05	0.82
Minuto 10			Grupo	0.30	0.59
Pré	119.90 ± 10.41	116.42 ± 18.52	Tempo	9.71	0.007*
Pós	111.45 ± 13.32	108.57 ± 10.27	Grupo x Tempo	0.01	0.91

*p < 0,05

7.4.2 Pressão arterial sistólica

Os valores pressóricos obtidos no repouso e durante o teste de esforço submáximo de 10min, verificados antes e após as 12 semanas de treinamento, são apresentados na Tabela 7 (pressão arterial sistólica). A tabela mostra a existência de diferenças estatísticas significativas com relação ao tempo de treinamento nas pressões arteriais sistólicas obtidas durante o teste; em contrapartida, não foi possível observar efeito significativo no grupo e na interação grupo x tempo. Esses dados demonstram que ambos os programas de treinamento contribuíram para que os valores pressóricos diminuíssem durante o teste submáximo. Quanto à pressão sistólica de repouso, não se verificou diferença estatística significativa.

Tabela 7 – Comportamento da pressão arterial sistólica durante o teste de esforço submáximo antes e após 12 semanas de treinamento.

Pressão arterial sistólica	TR + Hidro (n =11)	Hidro (n =07)	Efeitos	F	P
			ANOVA		
Repouso			Grupo	0.15	0.70
Pré	122.72 ± 14.03	120.00 ± 12.16	Tempo	0.86	0.36
Pós	118.54 ± 15.26	116.85 ± 15.22	Grupo x Tempo	0.017	0.89

			ANOVA		
Minuto 2			Grupo	0.03	0.84
Pré	154.90 ± 16.90	154.28 ± 10.85	Tempo	8.10	0.01*
Pós	139.63 ± 17.43	142.85 ± 19.62	Grupo x Tempo	0.16	0.68

			ANOVA		
Minuto 4			Grupo	0.19	0.66
Pré	168.36 ± 21.31	164.57 ± 15.17	Tempo	9.91	0.006*
Pós	155.09 ± 21.80	151.14 ± 19.48	Grupo x Tempo	0.00	0.98

			ANOVA		
Minuto 6			Grupo	0.07	0.79
Pré	170.00 ± 22.94	167.14 ± 15.04	Tempo	8.21	0.01*
Pós	155.63 ± 24.60	153.42 ± 21.31	Grupo x Tempo	0.00	0.94

			ANOVA		
Minuto 8			Grupo	0.10	0.75
Pré	169.81 ± 23.15	170.00 ± 14.92	Tempo	7.54	0.01*
Pós	161.81 ± 22.22	155.42 ± 23.40	Grupo x Tempo	0.63	0.43

			ANOVA		
Minuto 10			Grupo	0.19	0.66
Pré	171.27 ± 23.92	166.85 ± 12.48	Tempo	7.27	0.01*
Pós	158.00 ± 19.16	154.57 ± 24.32	Grupo x Tempo	0.01	0.91

*p < 0,05

7.4.3 Duplo produto

Os valores do DPT obtidos no repouso e durante o teste de esforço submáximo de 10min verificados antes e após as 12 semanas de treinamento são apresentados na Tabela 8. Nenhum efeito estatisticamente significativo entre os grupos e na interação grupo x tempo foi verificado nos minutos em que o DPT foi calculado, no entanto um efeito do tempo foi encontrado no DPT do minuto 2 até o término do teste de esforço submáximo.

Tabela 8 – Comportamento do duplo produto durante o teste de esforço submáximo antes e após 12 semanas de treinamento.

Duplo produto	TR + Hidro (n =11)	Hidro (n =07)	Efeitos	F	P
			ANOVA		
Repouso			Grupo	0.09	0.76
Pré	9969.45 ± 2268.03	9494.28 ± 1509.20	Tempo	2.47	0.13
Pós	9113.45 ± 1810.36	9109.42 ± 1024.40	Grupo x Tempo	0.35	0.55
			ANOVA		
Minuto 2			Grupo	0.00	0.93
Pré	16953.09 ± 2995.19	16664.57 ± 2609.08	Tempo	13.30	0.002*
Pós	14707.45 ± 2542.41	14808.00 ± 2707.35	Grupo x Tempo	0.11	0.73
			ANOVA		
Minuto 4			Grupo	0.12	0.72
Pré	19307.27 ± 3546.43	18432.29 ± 3883.93	Tempo	17.47	0.001*
Pós	16402.36 ± 3536.31	16151.43 ± 2987.27	Grupo x Tempo	0.25	0.62
			ANOVA		
Minuto 6			Grupo	0.15	0.69
Pré	19651.09 ± 3640.94	18899.14 ± 3937.59	Tempo	17.75	0.001*
Pós	16820.00 ± 4088.14	16232.29 ± 2995.27	Grupo x Tempo	0.01	0.90
			ANOVA		
Minuto 8			Grupo	0.20	0.65
Pré	19902.91 ± 3640.50	19870.00 ± 4402.56	Tempo	13.19	0.002*
Pós	18083.18 ± 3765.02	16612.57 ± 2884.21	Grupo x Tempo	1.05	0.31
			ANOVA		
Minuto 10			Grupo	0.33	0.57
Pré	20539.09 ± 3458.66	19555.14 ± 4178.25	Tempo	12.40	0.003*
Pós	17665.82 ± 3502.04	16891.86 ± 3005.02	Grupo x Tempo	0.01	0.89

*p < 0,05

8 DISCUSSÃO

8.1 Resistência aeróbia

Os resultados deste estudo indicam que os idosos do grupo TR + Hidro obtiveram um aumento estatisticamente significativo no Lan quando comparado com o grupo que utilizou somente hidroginástica.

Embora o treinamento resistido não tenha sido empregado isoladamente no grupo TR + Hidro, as melhoras no Lan provocadas neste grupo parecem estar relacionadas ao treinamento resistido, pelo fato de os idosos do grupo Hidro não melhorarem o Lan ao final das 12 semanas de treinamento. Isso demonstra que as adaptações metabólicas ocorridas no grupo TR + Hidro foram provocadas pelo treinamento resistido.

Como visto na revisão bibliográfica, o treinamento resistido não é a modalidade de exercícios mais apropriada para se obterem melhoras no condicionamento cardiorrespiratório, mas, sim, para provocar benefícios em nível musculoesquelético. A respeito, os estudos realizados por Gettman et al.⁶⁸, Hurley et al.⁶⁵ e Bishop et al.⁶⁴ demonstraram que o treinamento resistido não provoca adaptações no $VO_{2máx}$, porém melhora a força muscular. Este princípio pode ter uma resposta diferenciada em idosos, uma vez que alguns estudos verificaram melhoras significativas no desempenho da resistência aeróbia e força muscular após um programa de treinamento resistido^{17, 20, 62, 73, 121}. De acordo com as afirmações de Vincent et al.¹⁷, os ganhos de força muscular proporcionados por esta forma de treinamento podem interferir positivamente nas variáveis aeróbias. Para os autores, os idosos com mais capacidade de gerar força no exercício de extensão de joelhos mostram-se mais resistentes à fadiga do que pessoas destreinadas.

Estudos prévios reportados na literatura têm associado níveis de força muscular com desempenho em atividades de resistência aeróbia^{17, 122}. Flouris et al¹²² demonstraram a existência de associação entre o pico de torque nos movimentos articulares de flexão ($r = 0.58$) e extensão de joelhos ($r = 0.53$) a 60°s com o teste de predição do $VO_{2\text{máx}}$ de “Léger”. A respeito, Vincent et al.¹⁷ também observaram uma correlação significativa entre a força de membros inferiores medida nos exercícios de extensão de joelhos com o $VO_{2\text{pico}}$ ($r = 0.54$) e o tempo de exaustão ($r = 0.43$). De forma semelhante aos resultados encontrados por Vincent et al.¹⁷ e Flouris et al.¹²², o presente estudo também demonstrou correlação significativa entre o pico de torque, em todas as velocidades angulares medidas, com o Lan (Apêndice A), indicando que os idosos com grande aumento na força muscular tendem, também, a desenvolver um aumento no Lan após o período de treinamento.

De uma forma especulativa, sugere-se que as melhoras na força muscular de membros inferiores (pico de torque) encontradas após as 12 semanas de treinamento podem ter adiado o recrutamento de fibras musculares do tipo II, menos adequadas a realizar trabalhos aeróbios. Portanto, os aumentos nos níveis de força muscular, principalmente nas fibras musculares do tipo I, podem ter contribuído para uma menor utilização de mecanismos anaeróbios durante o teste no cicloergômetro, o que contribuiu para a melhora no Lan após as 12 semanas de treinamento. Reiterando essa descoberta encontram-se os estudos de Marcinik et al.⁶⁶ e Cider et al.⁷¹, os quais, de maneira semelhante, demonstraram uma melhora no Lan após a utilização de treinamento resistido. Portanto, a habilidade de fornecer oxigênio para o trabalho muscular, na ordem de manter o metabolismo aeróbio, foi melhorado⁷¹ no grupo TR + Hidro. Antes das 12 semanas de treinamento os sujeitos do grupo TR + Hidro alcançaram o Lan com 3.54min de teste; após o período de treinamento, o Lan foi alcançado com 4.41min de teste, demonstrando que os sujeitos do grupo TR + Hidro conseguem suportar uma atividade física com predominância do metabolismo aeróbio por mais tempo antes que um quadro de fadiga se instale.

Estudos bastante semelhantes foram desenvolvidos por Conraads et al.^{123, 124}, os quais demonstraram que, combinando exercícios de resistência aeróbia com treinamento resistido, podem-se obter melhoras no Lan de cardiopatas. Reforçando esses achados encontra-se o estudo de Takeshima et al.¹²⁵, que numa população de idosos que treinou por 12 semanas utilizando exercícios aeróbios e resistidos, demonstraram aumento significativo de 29% no Lan (pré 0.79 l/min x pós 1.02 l/min). A única diferença encontrada entre a pesquisa de Takeshima et al.¹²⁵ e o presente estudo parece estar na forma de exercício aeróbio empregado nos treinamentos, que naquele estudo¹²⁵ foi realizado em terra e, neste, na água.

Embora exista uma diferença no tipo de treinamento aeróbio utilizado nos treinos, os resultados deste estudo são muito semelhantes aos encontrados por Takeshima et al.¹²⁵, pois houve uma melhora de 26,37% (pré 0.91 l/min / pós 1.15 l/min) no Lan do grupo que utilizou treinamento resistido mais o exercício aeróbio de hidroginástica.

Em contraposição aos resultados encontrados no presente estudo, é válido salientar o trabalho de Carral e Pérez¹⁰⁶, que submeteram um grupo de idosas durante cinco meses a um programa de treinamento que consistia de exercícios na água, realizados duas vezes por semana, mais treinamento resistido três vezes na semana. Embora os autores não tenham utilizado o mesmo método para avaliar a aptidão cardiorrespiratória que o do presente estudo, os resultados encontrados demonstram não ser possível melhorar o $VO_{2máx}$ de idosas com um programa combinando treinamento resistido e exercícios na água.

Uma outra explicação que pode justificar as melhoras no Lan no grupo TR + Hidro diz respeito à alteração no tipo de fibras musculares. Recentemente, foi observada em idosos praticantes de treinamento resistido a possibilidade de ocorrer uma conversão de fibras do tipo IIB para IIa^{77, 78, 126}. Comparativamente, as fibras do tipo IIa são mais oxidativas que as fibras do tipo IIB; dessa forma, um aumento no tipo de fibras IIa resultaria num aumento da capacidade oxidativa do músculo, que poderia direcionar para uma melhora no desempenho em atividades de resistência aeróbia, melhorando a capacidade para a produção de energia aeróbia¹²⁷.

Nesse contexto, resta mencionar que algumas adaptações vasculares e bioquímicas periféricas também podem ter melhorado o fornecimento e a utilização de oxigênio em nível muscular. Embora não seja consenso na literatura, o treinamento resistido pode proporcionar a seus praticantes um aumento na vascularização muscular^{41, 81, 82, 128} e na atividade da enzima citrato sintase⁴¹. No estudo de McGuigan et al.⁸¹ foram observados aumentos significativos na densidade capilar após um programa de treinamento resistido em idosos. Esses aumentos encontrados na densidade capilar possibilitaram um maior aporte de oxigênio em nível muscular, o que, por sua vez, pode explicar o melhor desempenho em atividades aeróbias encontrado após o período de treinamento resistido. Buscando comprovação de que o aumento no suprimento capilar está relacionado com um aumento no VO_{2pico} , Hepple et al.⁸² demonstraram correlação significativa entre as duas variáveis ($r = 0,52$ $p < 0,01$), sugerindo a possibilidade de que mecanismos similares podem estar envolvidos no aumento do VO_{2pico} após o treinamento resistido de alta intensidade e treinamento aeróbio em idosos.

Nesse aspecto, o estudo de Frontera et al.⁴¹ chama atenção por demonstrar um aumento significativo tanto no número de capilares por fibra (15,1%, $p = 0,42$) quanto na

atividade da enzima citrato sintase (38%, $p = 0,018$). Os resultados de Frontera et al.⁴¹ sugerem que o treinamento resistido pode melhorar a capacidade de alguns componentes do sistema de transporte de oxigênio, e o aumento da atividade da enzima citrato sintase pode contribuir para acelerar as reações do metabolismo aeróbio.

Embora o presente estudo não tenha feito avaliações das adaptações vasculares e bioquímicas periféricas, a melhora no Lan no grupo TR + hidro pode estar relacionada com alguns desses acontecimentos. Neste particular, resta mencionar que o programa treinamento resistido utilizado nos treinos (grande número de repetições) pode ter favorecido a proliferação capilar⁷⁹.

Em relação ao grupo Hidro, os dados disponíveis na literatura demonstram que um programa de exercícios físicos, quando realizado na água, pode melhorar a aptidão cardiovascular¹²⁹ e manter o desempenho de atividades da vida diária como subir escadas e caminhar¹³⁰. Nesse contexto, é importante ressaltar que os mesmos exercícios físicos, quando realizados dentro ou fora d'água, podem obter respostas fisiológicas agudas semelhantes^{131, 132}. Assim, os efeitos cardiovasculares dos exercícios na água podem ser similares aos realizados em terra¹³³.

Em contrapartida, o resultado encontrado no grupo que utilizou somente hidroginástica em seus treinamentos demonstrou que os exercícios de hidroginástica não foram suficientes para melhorar o Lan dos idosos após as 12 semanas de treinamento, diferentemente dos resultados encontrados no grupo que utilizou TR + Hidro.

Com relação ao efeito da hidroginástica na resistência aeróbia, Alves et al.¹⁰⁹ procuraram investigar a existência de melhoras no teste de caminhada de 6min após um programa de hidroginástica de 12 semanas, realizado duas vezes por semana, com duração de 45 minutos cada seção. Ao final das 12 semanas de treinamento foi possível observar no grupo que realizou as aulas de hidroginástica uma melhora estatisticamente significativa ($p < 0,001$) na distância percorrida durante o teste de caminhada de 6min. Antes do treinamento os idosos tinham percorrido 419,8 m em 6min e, após o período de treinamento, percorreram 513 metros. Esses resultados demonstram ser possível obter melhoras na resistência aeróbia de idosos somente com a utilização de exercícios de hidroginástica.

De forma semelhante à metodologia proposta para avaliar a resistência aeróbia no presente estudo, encontra-se o trabalho de Takeshima et al.¹⁰³, que avaliaram em idosas submetidas a um programa de treinamento na água alguns aspectos da aptidão física. Este estudo submeteu as idosas a um período de treinamento de 12 semanas que interferiu positivamente no $VO_{2\text{pico}}$ e VO_2 do limiar de lactato. Estes autores conseguiram observar uma

melhora significativa ($p < 0,05$) de 12% e 20% no $VO_{2\text{pico}}$ e VO_2 do limiar de lactato, respectivamente.

Embora existam dados demonstrando ser possível melhorar a aptidão cardiorrespiratória de idosos, com exercícios físicos realizados na água, os resultados desfavoráveis com relação à resistência aeróbia encontrados no grupo Hidro podem ser uma consequência do pouco volume de treinamento empregado nos treinos.

8.2 Força muscular

Com base nos resultados obtidos, pode-se observar que, tanto na velocidade angular de 120°s quanto na 180°s, todos os movimentos articulares avaliados foram positivamente afetados pelo tempo de treinamento. Por outro lado, a interação grupo x tempo não apresentou resultados significativos, demonstrando não haver diferença entre os tipos de treinamento quando o objetivo é melhorar a força muscular. Quase todos os estudos que utilizam treinamento resistido como forma de treinamento melhoram os parâmetros de força muscular, como o pico de torque, que foi empregado neste estudo. A esse respeito Galvão e Taaffe¹³⁴ demonstraram em 16 sujeitos idosos ($69,7 \pm 4.4$ anos), que foram submetidos a cinco meses de treinamento resistido, realizado três vezes por semana, um aumento significativo ($p < 0,001$) no pico de torque da extensão do joelho direito a 120°s. De forma semelhante, Tarnopolsky et al.¹³⁵ encontraram uma melhora significativa ($p < 0,0001$) no pico de torque da extensão do joelho a 120°s em idosos submetidos a seis meses de treinamento resistido com suplementação alimentar.

Reiterando essas afirmativas, o estudo de Brochu et al.⁵¹ demonstrou que o treinamento resistido em idosos com doença arterial coronariana foi efetivo para melhorar o pico de torque a 120°s ($p < 0,05$) na extensão de joelho do membro dominante. Os autores observam um aumento de 12% no pico de torque dos idosos que utilizaram treinamento resistido em seu programa de exercícios. Os resultados encontrados por Brochu et al.⁵¹, assemelham-se aos obtidos no presente estudo, que demonstrou um aumento significativo de 11,22% e 17,52% no pico de torque a 120°s no grupo TR + Hidro para os movimentos articulares de extensão de joelhos direito e esquerdo, respectivamente.

Tal como no presente estudo, Carral e Pérez¹⁰⁶ obtiveram um aumento significativo ($p < 0,001$) na força muscular de idosas submetidas a um programa de treinamento resistido

combinado com exercícios na água. Os autores demonstraram uma melhora de 19,62% na força dos músculos extensores do joelho que é superior a alguns dos resultados encontrados no presente estudo. As diferenças encontradas entre os estudos podem estar relacionadas ao treinamento de alta intensidade utilizado por Carral e Pérez¹⁰⁶, ao passo que, neste estudo, utilizou-se o treinamento submáximo.

Segundo alguns estudos que investigaram o efeito do treinamento resistido sobre o pico de torque a 180°s, nesta velocidade angular também são encontradas melhoras significativas^{136, 137, 138, 139}, como as demonstradas neste estudo. Partindo dessa afirmativa, o estudo de Suetta et al.¹³⁷ demonstrou que os idosos, após realizarem 12 semanas de treinamento resistido, melhoraram em 22% o pico de torque da extensão de joelhos a 180°s. Por sua vez, Carvalho et al.¹³⁸ demonstraram em idosos que realizavam três sessões de ginástica de manutenção, mais duas sessões semanais de exercícios resistidos, uma melhora significativa ($p < 0,05$) no pico de torque medido na velocidade 180°s. Após seis meses de treinamento as melhoras foram verificadas nos movimentos de flexão e extensão de joelhos nos membros não dominantes. Os autores também avaliaram os níveis de força muscular pelo método de 1RM, demonstrando que a força muscular dos extensores e flexores dos joelhos melhorou a partir do terceiro mês de treinamento, o oposto do método isocinético, que demonstrou aumentos na força somente a partir do sexto mês de treinamento. Outro fato interessante encontrado no estudo de Carvalho et al.¹³⁸ diz respeito à porcentagem de melhora na força muscular, pois os resultados da avaliação da força de forma isocinética foram inferiores aos obtidos pela avaliação isotônica através do método de 1RM. Na opinião dos autores, embora mais rigorosa, a avaliação isocinética pode, de certa forma, subestimar o ganho da capacidade funcional do músculo.

Nesta linha de pesquisa, é válido salientar o trabalho de Cider et al.⁷¹, no qual foi demonstrado que o programa de treinamento periférico envolvendo exercícios de resistência (treinamento resistido) não foi efetivo para aumentar o pico de torque medido a 60°s e a 180°s. A dificuldade para demonstrar melhoras nos parâmetros que medem a força muscular pode estar relacionada ao método de avaliação, uma vez que é raro encontrar estudos que não tenham demonstrado melhoras na força muscular após um programa de treinamento resistido.

O método de avaliação isocinética pode sofrer variações ligadas ao sujeito, de modo que é possível dizer que qualquer fator que seja responsável por influenciar a performance do sujeito é uma fonte potencial de diferença quando o primeiro e o segundo teste são comparados; conseqüentemente, o controle de tal fator, apesar de difícil, é essencial para assegurar a reprodutibilidade. Além disso, no presente contexto a reprodutibilidade refere-se à

medida da performance humana, não ao efeito de uma carga externamente aplicada¹¹³. Assim, a ausência de motivação e cooperação pode ter influenciado diretamente nos resultados encontrados por Cider et al.⁷¹.

Com relação aos efeitos dos exercícios aquáticos sobre a força muscular, na literatura consultada apenas um estudo foi encontrado com metodologia semelhante. Pöyhönen et al.¹⁰⁸, que utilizaram a mesma metodologia e o mesmo tipo de exercícios empregado neste estudo, demonstraram aumentos significativos no pico de torque da extensão e flexão de joelhos, os quais variaram entre 8 e 13%.

Estudando o efeito dos exercícios aquáticos sobre a força muscular, Suomi e Lindauer¹⁰⁷ relataram que após seis meses de treinamento é possível melhorar a força muscular dos músculos abdutores do quadril em mulheres com artrite. Os resultados encontrados pelos autores indicam uma melhora de 17% e 13,3% na força dos músculos abdutores do quadril direito e esquerdo, respectivamente.

De forma semelhante, Takeshima et al.¹⁰³ demonstraram que, ao término de 12 semanas de exercícios aquáticos em idosas, é possível verificar melhoras significativas na força muscular de membros inferiores. No movimento de extensão de joelho os autores verificaram um aumento de 8 % e, no movimento de flexão de joelhos, os níveis de força muscular melhoraram 13%. Esses resultados se assemelham aos encontrados no presente estudo, onde se verificou uma melhora de 12,60% e 8,60% na extensão e flexão do joelho direito a 120ºs, respectivamente; em relação à velocidade de 180ºs, as melhoras foram de 7,13% e 8,02% para os movimentos de extensão e flexão do joelho direito, respectivamente.

Por fim, o aumento no pico de torque demonstrado no grupo TR + Hidro já era esperado; no entanto, as melhoras obtidas no grupo Hidro podem comprovar que a resistência promovida pela água que rodeia o corpo é suficiente para promover um aumento no pico de torque em idosos submetidos a um programa de exercícios na água.

Talvez uma das explicações que possam justificar as respostas semelhantes encontradas no pico de torque dos grupos Hidro e TR + Hidro seja o fato de que a avaliação isocinética, embora mais rigorosa, pode, de certa forma, subestimar o ganho da capacidade funcional do músculo, uma vez que está descrito na literatura que os testes físicos que melhor reproduzem a velocidade e as características do movimento utilizados durante os treinos apresentam respostas mais evidentes na força muscular¹⁴⁰. Partindo dessa premissa, o teste de 1RM, se utilizado, poderia demonstrar maiores aumentos na força muscular no grupo que utilizou treinamento resistido quando comparado ao grupo Hidro.

8.3 Respostas hemodinâmicas

Após as 12 semanas de treinamento, foi possível observar uma queda nas respostas hemodinâmicas obtidas durante o teste submáximo de 10min com relação ao tempo. Nesse sentido, as respostas da FC, PAS e PDT obtidas a partir do segundo minuto de teste permaneceram menores até o décimo minuto. Por outro lado, não foi possível verificar qualquer efeito significativo nas variáveis hemodinâmicas com relação à interação grupo x tempo, demonstrando que as respostas hemodinâmicas não foram influenciadas pelo tipo de exercício empregado nos treinos, e, sim, pelo tempo de treinamento.

Estudos prévios haviam demonstrado que as respostas hemodinâmicas durante a realização de exercícios submáximos realizados de forma contínua permaneceram inalteradas após um programa de treinamento resistido^{20, 65}. Na opinião de Hurley et al.⁶⁵, o treinamento resistido fracassa em promover adaptações na função cardiovascular e tudo leva a crer que os estímulos promovidos por essa modalidade de exercício não são suficientemente altos (somente 45% VO_{2max}) para produzir aumentos nesta função.

Entretanto, foi hipotetizado no presente estudo que os aumentos na força muscular poderiam diminuir as respostas da FC, PAS e DPT, o que levaria à redução do consumo de oxigênio para o miocárdio. A esse respeito, os aumentos na força muscular demonstrados num grupo de pacientes com insuficiência cardíaca, que se fez valer de um programa de treinamento que combinava exercícios aeróbios com treinamento resistido, foram suficientes para diminuir o DPT medido durante a carga de trabalho referente ao limiar anaeróbio¹²⁴. De forma semelhante, Maiorana et al.¹⁴¹ demonstraram menores respostas nos valores do DPT em pacientes com insuficiência cardíaca após um programa combinado de exercícios aeróbios e resistido. Assim, os menores valores encontrados no DPT após o treinamento sugerem que a demanda de oxigênio para o miocárdio foi diminuída.

Já foi demonstrado que as respostas pressóricas durante treinamento resistido são determinadas pela contração voluntária máxima e pela massa muscular envolvida¹⁴². Assim, os aumentos na força muscular demonstrados em ambos os grupos do presente estudo podem ser os responsáveis pelas menores respostas hemodinâmicas obtidas no teste, uma vez que o número de fibras musculares recrutadas durante o teste submáximo pode ter diminuído com o aumento da força muscular. Esse menor recrutamento de fibras musculares para uma mesma carga constante talvez tenha sido o responsável pela menor oclusão do sangue durante as

contrações musculares, o que ocasiona uma menor vasoconstrição periférica e, conseqüentemente, uma resposta diminuída nos valores pressóricos.

Resta mencionar que numa população de idosos a FC, PAS e o DPT obtidos durante um teste submáximo também foram diminuídas após um programa de treinamento resistido⁶².

Partindo dessa afirmativa, o estudo realizado por Pierson et al.¹⁴³ demonstrou uma queda nas respostas hemodinâmicas durante um teste submáximo realizado na carga de trabalho referente ao limiar anaeróbio no grupo que utilizou exercícios aeróbio e resistidos; em contrapartida, no grupo que treinou somente com exercícios aeróbios não foram observadas melhoras significativas em tais aspectos. Os resultados de Pierson et al.¹⁴³ com relação ao grupo que treinou somente com exercícios aeróbios divergem dos encontrados no presente estudo, uma vez que o grupo Hidro demonstrou uma queda nas respostas hemodinâmicas. Embora a hidroginástica não seja a mesma modalidade de exercícios empregada no estudo de Pierson et al.¹⁴³, esta modalidade de exercício pode ser considerada uma atividade física contínua, com predominância do metabolismo aeróbio, que possui as mesmas características metabólicas da atividade física utilizada no estudo dirigido por Pierson et al.¹⁴³.

Com base nas informações produzidas neste estudo, parece claro que os aumentos na força muscular ocorridos em decorrência do tempo de treinamento foram responsáveis pelas menores respostas da FC, PAS e DPT. Essa hipótese é sustentada por ter sido observado aumento na aptidão cardiorrespiratória somente no grupo TR + Hidro, demonstrando que a melhora no Lan não foi o principal aspecto que pode ter contribuído para um menor estresse cardiovascular, mas, sim, os aumentos que ocorreram na força muscular.

9 CONCLUSÃO

Este estudo demonstrou que um programa de exercícios físicos combinando treinamento resistido com hidroginástica é mais eficiente para melhorar a resistência aeróbia (Lan) de idosos do que um programa de hidroginástica isolado. Essas adaptações metabólicas ocorridas no grupo TR + Hidro, provavelmente, foram provocadas pelo treinamento resistido, uma vez que não foram obtidas melhoras no grupo que utilizou somente hidroginástica. No entanto, o maior volume de treinamento empregado no grupo TR + Hidro pode ter influenciado nos resultados.

Outros fatores podem ter sido responsáveis pelas adaptações que levaram a um aumento no Lan, como a melhora na força muscular, resultando numa maior economia de movimento, além de algumas adaptações vasculares e bioquímicas periféricas responsáveis pelo maior fornecimento de oxigênio e utilização deste em nível muscular. Neste particular, a melhora no Lan, provavelmente, não está relacionada ao aprimoramento do sistema cardiovascular central, mas às adaptações neuromusculares provocadas pelo aumento da força muscular. Nesse contexto, alguns fatores apontados como responsáveis pela melhora no desempenho do Lan são baseados em suposições observadas em outros estudos.

Com relação à força muscular, tanto o grupo Hidro quanto o grupo TR + Hidro aumentaram os níveis de força em idosos. Esse fenômeno ocorreu, provavelmente, em decorrência da resistência oposta oferecida aos músculos, que, no caso do treinamento resistido, deve-se aos pesos e, na hidroginástica, à resistência da água.

Além disso, a força muscular pode ter influenciado nas respostas hemodinâmicas, uma vez que a melhora na força muscular encontrada em ambos os grupos de idosos pode ter diminuído a quantidade de fibras musculares recrutadas para manter o ciclo de rotações do pedal. Esse fato pode ter colaborado para que tenha ocorrido uma melhora na passagem do

fluxo sanguíneo por entre as fibras musculares, diminuindo a resistência vascular periférica.

Neste particular, as fibras musculares do tipo I mais fortes podem adiar o recrutamento das fibras do tipo II; conseqüentemente, haverá uma menor repercussão hemodinâmica por mecanismos reflexos. Assim, a menor oclusão do fluxo sanguíneo na musculatura envolvida na atividade e a menor utilização da via metabólica anaeróbia são as hipóteses que fundamentam o menor estresse cardiovascular encontrado nos sujeitos deste estudo.

Essas descobertas têm implicações importantes na vida diária, sugerindo que indivíduos idosos que passaram a utilizar o treinamento resistido e hidroginástica regularmente apresentaram uma habilidade considerável para aumentar tanto a capacidade aeróbia como a força muscular. Fica evidente, portanto, que a participação ativa em esportes, em programas de exercícios físicos, ou a mudança para um estilo de vida mais ativo tendem a reduzir o impacto do envelhecimento sobre o desempenho humano. Isso não significa que a atividade física regular pode interromper o envelhecimento biológico, mas que um estilo de vida ativo pode reduzir acentuadamente muitas perdas da capacidade do trabalho físico.

BIBLIOGRAFIA

1. American College of Sports Medicine. Position Stand: Exercise and Physical Activity for Older Adults. *Med Sci Sport Exerc.* 1998; 30(6): 992-1008.
2. Matsudo SM, Matsudo VKR, Barros Neto TL. Efeitos benéficos da atividade física na aptidão física e saúde mental durante o processo de envelhecimento. *Rev Bras Ativ Fís Saúde.* 2000; 5: 60-76.
3. Nóbrega ACL, Freitas EV, Oliveira MAB, et al. Posicionamento oficial da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte e da Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia: atividade física e saúde no idoso. *Rev Bras Med Esporte.* 1999; 5: 207-11.
4. Evans JW. Exercise training guidelines for the elderly. *Med Sci Sport Exerc.* 1999; 31: 12-17.
5. Vincent KR, Braith RW. Resistance exercise and bone turnover in elderly men and women. *Med Sci Sport Exerc.* 2002; 34: 17-23.
6. Villareal DT, Binder EF, Yarasheski KE, et al. Effects of exercise training added to ongoing hormone replacement therapy on bone mineral density in frail elderly women. *J Am Geriatr Soc.* 2003; 51: 985-990.
7. Barbosa AR, Santarem JM, Jacob WF, et al. Effects of the resistance training on the sit-and-reach test in elderly women. *J Strength Cond Res.* 2002; 16: 14-18.

8. Gonçalves R, Gurjão ALD, Gobbi S. Efeitos de oito semanas do treinamento de força na flexibilidades de idosos. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2007; 9(2): 145-153.
9. Fiatarone MA, Marks EC, Ryan ND, et al. High-intensity strength training in nonagenarians. *JAMA.* 1990; 263: 3029-3034.
10. Fiatarone MA, O'Neill EF, Ryan ND, et al. Exercise training and nutrition supplementation for physical frailty in very elderly people. *N Engl J Med.* 1994; 330(25): 1769-1775.
11. Binder EF, Yarasheski KE, Steger-May K, et al. Effects of progressive resistance training on body composition in frail older adults: results of a randomized, controlled trial. *J Gerontol Med sci.* 2005; 60A: 1425-1431.
12. Nichols JF, Omizo DK, Peterson KK, et al. Efficacy of heavy-resistance training for active women over sixty: muscular strength, body composition, and program adherence. *J Am Geriatr Soc.* 1993; 41: 205-210.
13. Nahas MV. Atividade física, saúde e qualidade de vida: conceitos e sugestões para um estilo de vida ativo. 2 ed. Londrina: Midiograf; 2001.
14. Gordon NF, Kohl ML, Pollock H. Cardiovascular safety of maximal strength testing in healthy adults. *Am J Cardiol.* 1995; 76: 851-853.
15. Kura, G. G. Adaptações agudas e crônicas dos exercícios resistidos no sistema cardiovascular [Monografia]. São Paulo (SP): Universidade de São Paulo; 2004.
16. Fleck SJ, Kraemer WJ. Fundamentos do treinamento de força muscular. 2 ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul Ltda; 1999.
17. Vincent KR, Braith RW, Feldman RA, et al. Improved Cardiorespiratory Endurance Following 6 Months of Resistance Exercise in Elderly Men and Women. *Arch Intern Med.* 2002; 162: 673-678.
18. Robergs RA, Roberts SO. Princípios fundamentas de fisiologia do exercício: para aptidão, desempenho e saúde. São Paulo: Porth; 2002.

19. Hickson C, Rosenkoetter MA, Brown MM. Strength training effects on aerobic power and short-term endurance. *Med Sci Sport Exerc.* 1980; 12: 336-339.
20. Ades PA, Ballor DL, Ashikaga T, et al. Weight Training Improves Walking Endurance in Healthy Elderly Persons. *Ann Intern Med.* 1996; 124: 568-572.
21. Matsudo SMM, Matsudo VKR, Araújo TL. Perfil do nível de atividade física e capacidade funcional de mulheres maiores de 50 anos de idade de acordo com a idade cronológica. *Rev Bras Ativ Fís Saúde.* 2001; 6(1): 12-24.
22. Larsson L, Sjodin B, Karlsson L. Histochemical and biochemical changes in human skeletal muscle with age in sedentary males, age 22-65 years. *Acta Physiol Scand.* 1978; 103: 31-39.
23. Evans WJ. What is sarcopenia? *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 1995; 50A: 5-8.
24. Evans WJ, Campbell WW. Sarcopenia and age-related changes in body composition and functional capacity. *J Nutr* 1993;123: 465–468.
25. Deschenes MR. Effects of aging on muscle fibre type and size. *Sports Med.* 2004; 34(12): 809-824.
26. Mazzeo RS, Tanaka H. Exercise prescription for the elderly: current recommendations. *Sports Med.* 2001; 31(11): 809-818.
27. Tortora GJ, Grabowski SR. *Princípios de anatomia e fisiologia.* 9 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2002.
28. Booth FW, Weeden SH, Tseng BS. Effect of aging on human skeletal muscle and motor function. *Med Sci Sports Exerc.* 1994; 26: 556-560.
29. Lexel L, Taylor CC, Sjostrom M. What is the cause of ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83-year-old men. *J Neurol Sci.* 1988; 84: 275-294.

30. Frontera WR, Hughes VA, Fielding RA, et al. Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. *J Appl Physiol.* 2000; 88: 1321-1326.
31. Matsudo SMM, Matsudo VKR, Barros TLN. Impacto do envelhecimento nas variáveis antropométricas, neuromotoras e metabólicas da aptidão física. *Rev Bras Ciên e Mov.* 2000; 8(4): 21-32.
32. Danneskoild-Samsøe B, Kofod V, Munter J, et al. Muscle strength and functional capacity in 77-81 year-old men and women. *Eur. J. Appl. Physiol.* 1984. 52: 123-35.
33. De Vito G, Bernardi M, Forte R, et al. Determinants of maximal instantaneous muscle power in women aged 50-75 years. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1999; 78: 59-64.
34. Metter EJ, Conwit R, Tobin J, et al. Age-associated loss of power and strength in the upper extremities in women and men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 1997; 52: B267- 276.
35. Hurley BF, Roth SM. Strength training in the elderly: effects on risk factors for age-related diseases. *Sports Med.* 2000; 30(4): 249-268.
36. Brown AB, McCartney N, Sale DG. Positive adaptations to Weight-lifting training in the elderly. *J Appl Physiol.* 1990; 69(5): 1725-1733.
37. Hikita RS, Staron RS, Hagerman FC, et al. Effects of high-intensity resistance training on untrained older men: II. Muscle fiber characteristics in nucleo-cytoplasmic relationships. *J Gerontol.* 2000; 55A(7): B347-354.
38. Charette SL, McEvoy L, Pyka G, et al. Muscle hypertrophy response to resistance training in older women. *J Appl Physiol.* 1991; 70(5): 1912-1916.
39. Bembien DA, Feters NL, Bembien MG, et al. Musculoskeletal responses to high- and low-intensity resistance training in early postmenopausal women. *Med Sci Sports Exerc.* 2000; 32(11): 1949-1957.

40. Nichols JF, Omizo DK, Peterson KK, et al. Efficacy of heavy- resistance training for active women over sixty: muscular strength body composition, and program adherence. *J Am Geriatr Soc.* 1993; 41(3): 205-210.
41. Frontera WR, Meredith CN, O'Reilly KP, et al. Strength training and determinants of VO_{2max} in older men. *J Appl Physiol.* 1990; 68: 329-333.
42. Klitgaard H, Mannoni M, Schiaffino S, et al. Function, morphology and protein expression of aging skeletal muscle: a cross-sectional study of elderly men with different training backgrounds. *Acta Physiol Scand.* 1990; 140: 41-54.
43. Feigenbaum MS. Prescrição de exercícios para indivíduos saudáveis. In: Graves JE, Franklin BA, organizadores. *Treinamento resistido na saúde e reabilitação.* Rio de Janeiro: Revinter; 2006. p. 107-132.
44. Gurjão ALD, Cyrino ES, Caldeira LFS, et al. Variação da força muscular em teste repetidos de 1RM em crianças pré-púberes. *Rev Bras Med Esp.* 2005; 11(6): 450-455.
45. Dias RMR, Cyrino ES, Salvador EP, et al. Impacto de oito semanas de treinamento com pesos sobre a força muscular de homens e mulheres. *Rev Bras Med Esp.* 2005; 11(4): 224-228.
46. Barbosa AR, Santarém JM, Jacob Filho W, et al. Efeitos de um programa de treinamento contra resistência sobre a força muscular de mulheres idosas. *Rev Bras Ativ Saúde.* 2000; 5(3): 12-20.
47. Häkkinen K, Alen M, Kallinen M, et al. Neuromuscular adaptation during prolonged strength training, detraining and re-strength-training in middle-aged and elderly people. *Eur J Appl Physiol.* 2000; 83(1): 51-62.
48. Gabriel DA, Kamen G, Frost G. Neural adaptations to resistive exercise. *Sports Med.* 2006; 36(2): 133-149.

49. Häkkinen K, Kallinen M, Izquierdo M, et al. Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people. *J. Appl. Physiol.* 1998; 84(4): 1341–1349.
50. Nichols JF, Omoto DK, Peterson KK, et al. Efficacy of heavy-resistance training for active women over Sixty: muscular strength, body composition, and program adherence. *J Am Geriatr Soc.* 1993; 41(3): 205-210.
51. Brochu M, Savage P, Lee M et al. Effects of resistance training on physical function in older disabled women with coronary heart disease. *J Appl Physiol.* 2002; 92: 672-678.
52. Moritani T, Vries HÁ. Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gains. *Am J Phys Med Rehabil.* 1979; 58: 115-130.
53. Sale DG. Neural adaptation to resistance training. *Med Sci Sport Exerc.* 1988; 20: S135-S145.
54. Nieman DC. Exercício e saúde. São Paulo: Manole; 1999.
55. Maughan R, Gleeson M, Greenhaff PL. Bioquímica do exercício e treinamento. 1 ed. São Paulo: Manole; 2000.
56. Barbanti VJ. Treinamento físico: bases científicas. 3 ed. São Paulo: CLR Balieiro; 2001.
57. Wilmore JH, Parr RB, Girandola RN, et al. Physiological alterations consequent to circuit weight training. *Med sci sport.* 1978; 10: 79-84.
58. Haennel RG, Quinney HA, Kappagoda CT. Effects of hydraulic circuit training following coronary artery bypass surgery. *Med Sci Sport Exerc.* 1991; 23: 158-165.
59. Shaw BS, Shaw I. Effect of resistance training on cardio-respiratory endurance and coronary artery disease risk. *Cardiovasc J South Afr.* 2005; 16: 256-259.

60. Selig SE, Carey MF, Menzies DG, et al. Moderate-intensity resistance exercise training in patients with chronic heart failure improves strength, endurance, heart rate variability, and forearm blood flow. *J Cardiac Fail.* 2004; 10: 21-30.
61. Gettman LR, Ward P, Hagan RD. A Comparison of combined running and weight training with circuit weight training. *Med Sci Sport Exerc.* 1982; 14: 229-234.
62. Parker ND, Hunter GR, Treuth MS, et al. Effects of strength training on cardiovascular responses during a submaximal walk and a weight-loaded walking test in older females. *J Cardiopulm Rehabil.* 1996; 16: 56-63.
63. Hickson R C, Dvorak BA, Gorostiaga EM, et al. Potential for strength and endurance training to amplify endurance performance. *J Appl Physiol.* 1988; 65: 2285-2290.
64. Bishop D, Jenkins DG, Mackinnon LT, et al. The effects of strength training on endurance performance and muscle characteristics. *Med Sci Sport Exerc.* 1999; 31: 886-891.
65. Hurley BF, Seals DR, Ehsani AA, et al. Effects of high-intensity strength training on cardiovascular function. *Med Sci Sport Exerc.* 1984; 16: 483-488.
66. Marcinik EJ, Potts J, Schlabach G, et al. Effects of strength training on lactate threshold and endurance performance. *Med Sci Sport Exerc.* 1991; 23: 739-743.
67. Gettman LR; Pollock ML. Circuit weight training: a critical review of its physiological benefits. *Phys Sports Med.* 1981; 9: 44-60.
68. Gettman LR, Ayres JJ, Pollock ML, et al. The effect of circuit weight training on strength, cardiorespiratory function, and body composition of adult men. *Med Sci sports.* 1978; 10: 171-176.
69. Derman EW, Scales N, Clark DR, et al. Circuit weight training improves exercise tolerance of cardiac rehabilitation patients without causing left ventricular hypertrophy. *Medicine Med Sci Sport Exerc.* 1994; 26: s142, suppl 1.

70. Svedahl K, Haennel RG, Hudec R, et al. The effect of circuit training on the physical fitness of post-myocardial infarction (MI) patients. 1994). *Med Sci Sport Exerc.* 1994; 26: s185, supp 1.
71. Cider A, Tygesson H, Hedberg M, et al. Peripheral muscle training in patients with clinical signs of heart failure. *Scand J Rehab Med.* 1997; 29: 121-127.
72. McCartney N, McKelvie RS, Haslam DRS, et al. Usefulness of weight lifting training in improving strength and maximal power output in coronary artery disease. *Am J Cardiol.* 1991; 67: 939-945.
73. Brentano MA. Os efeitos do treinamento de força e do treinamento em circuito na ativação e na força muscular, no consumo máximo de oxigênio e na densidade mineral óssea de mulheres pós-menopáusicas com perda óssea. [Dissertação]. Porto Alegre (RS): Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2004.
74. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano.* 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2003.
75. Foss ML, Keteyian SJ. Fox. *Bases fisiológicas do exercício e do esporte.* 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara koogan; 2000.
76. Tanaka H, Swensen T. Impact of resistance training on endurance performance: a new form of cross-training? *Sports Med.* 1998; 25: 192-200.
77. Hagerman, F. C. et al. Effects of hight-intensity resistance training on untrained older men. I. Strength cardiovascular, and metabolic responses. *J Gerontol Biol Sci*, v. 55A, n. 7, p. B336-B346, 2000.
78. Sharman, M. J. et al. Changes in myosin heavy chain composition with heavy resistance training in 60- to 75-year-old men and women. *Eur J Appl Physiol*, v. 84, p. 127-132, 2001.
79. Schantz, P. G. Capillary supply in heavy-resistance trained non-postural human skeletal muscle. *Acta Physiol Scand*, v.117, n.1, p. 153-155, 1983.

80. MaCDougall, J. D. et al. Mitochondrial volume density in human skeletal muscle following heavy resistance training. *Med Sci Sports Exerc*, v. 11, n. 2, p. 164-166, 1979.
81. McGuigan, M. R. M. et al. Resistance training in patients with peripheral arterial disease: effects on myosin isoforms, fiber type distribution, and capillary supply to skeletal muscle. *J Gerontol Biol Sci*, v. 56A, n. 7, p. B302-B310, 2001.
82. Hepple, R.T. et al. Resistance and aerobic training in older men: effects on VO_{2peak} and the capillary supply to skeletal muscle. *J Appl Physiol*, v. 82, n. 4, p. 1305-1310, 1997.
83. Hepple, R. T. et al. Quantitating the capillary supply and the response to resistance training in older men. *Pflügers Arch*, v. 433, p. 238-244, 1997.
84. Pu, C. T. et al. Randomized trial of progressive resistance training to counteract the myopathy of chronic heart failure. *J Appl Physiol*, v. 90, p. 2341-2350, 2001.
85. Hunter GR, McCarthy JP, Bamman MM. Effects of resistance training on older adults. *Sports Med*. 2004; 34: 329-348.
86. Raso V. Exercícios com pesos para pessoas idosas: a experiência do Celafiscs. *Rev Bras Ciên e Mov*. 2000; 8: 41-49.
87. Verrill DE, Ribisl PM. Resistive exercise training in cardiac rehabilitation: an update. *Sports Med*. 1996; 21: 347-383.
88. Sparling PB, Cantwell JD, Dolan CM, et al. Strength training in a cardiac rehabilitation program: a six-month follow-up. *Arch Phys Med Rehabil*. 1990; 71: 148-152.
89. Kelemen MH, Stewart FKJ, Gillilan RE, et al. Circuit weight training in cardiac patients. *J Am College Cardiol*. 1986; 7: 38-42.
90. Wilke NA, Sheldahl LM, Levandoski SG, et al. Transfer effect of upper extremity training to weight carrying in men with ischemic heart disease. *J Cardiopulm Rehabil*. 1991; 11: 365-372.

91. Stone MH, Fleck SJ, Triplett NT, et al. Health and performance related potential of resistance training. *Sports Med.* 1991; 11: 210-231.
92. Hunter GR, Treuth MS, Weinsier RL, et al. The effects of strength conditioning on older women's ability to perform daily tasks. *J Am Geriatr Soc.* 1995; 43: 756-760.
93. Cassady SL, Nielsen DH. Cardiorepiratory responses of healthy subjects to calisthenics performed on land versus in water. *Physical Therapy.* 1992; 72(7): 532-538.
94. Wilber RL et al. Influence of water run training on the maintenance of aerobic performance. *Med Sci Sports Exerc.* 1996;28 (8): 1056-1062.
95. Evans BW, Cureton KJ, Purvis JW. Metabolic and circulatory responses to walking and jogging in water. 1978; *Res Q Exerc Sport* 49: 442-449
96. Goldby LJ, Scott DL. The way forward for hydrotherapy. *Br J Rheumatol.* 1993; 32: 771-773.
97. Ruoti RG, Troup JT, Berger RA. The effects of non-swimming water exercises on older adults. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1994; 19: 140-145.
98. Costill DL. Energy requirement during exercise in the water. *J sports Med Phys Fitness.* 1971; 11: 87-92.
99. Hall J, et al. Cardiorespiratory responses to underwater treadmill walking in healthy females. *Eur J Appl Physiol.* 1998; 77: 278-284.
100. Shono T, et al. Cardiorespiratory responses to low-intensity walking in water and on land in elderly women. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci.* 2001; 20(5): 269-274.
101. David RD, et al. Oxygen consumption, heart rate, rating of perceived exertion, and systolic blood pressure with water treadmill walking. *JAPA.* 2008; 16: 14-23.

102. Broman Gi, et al. High intensity deep water training can improve aerobic power in elderly women. *Eur J Appl Physiol*. 2006; 98:117–123.
103. Takeshima N, Rogers ME, Watanabe E, et al. Water-based exercise improves health-related aspects of fitness in older women. *Med Sci Sports Exerc*. 2002; 33(3): 544-551.
104. Pechter Ü, Ots M, Mesikepp S et al. Beneficial effects of water-based exercise in patients with chronic kidney disease. *Int J Rehabil Res*. 2003; 26:153–156.
105. Wadell K, Sundelin G, Henriksson-Larsén K, et al. High intensity physical group training in water-and effective training modality for patients with COPD. *Respir Méd*. 2004; 98:428–438.
106. Carral JMC, Pérez CA. Effects of high intensity combined training on women over 65. *Gerontology*. 2007; 53: 340-346.
107. Suomi R, Lindauer S. Effectiveness of arthritis foundation program on strength and range of motion in women with arthritis. *J Ageing Phys Activity*. 1997; 5: 341-351.
108. Pöyhönen T, et al. Effects of aquatic resistance training on neuromuscular performance in healthy women. *Med Sci Sports Exerc*. 2002; 34(12): 2103-2109.
109. Alves RV, Mota J, Costa MC, et al. Aptidão física relacionada à saúde de idosos: influência da hidroginástica. *Rev Bras Med Esporte*. 2004; 10: 31-37.
110. Sy-c L et al. Community rehabilitation for older adults with osteoarthritis of the lower limb: a controlled clinical trial. *Clinical Rehabilitation* 2004; 18: 92–101.
111. American College of Sports Medicine. Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição. 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2000.
112. Alvarez BR, Pavan AL. Alturas e comprimentos. In: Petroski EL, organizador. *Antropometria técnicas e padronizações*. Porto Alegre: Pallotti; 1999. p. 29-51.

113. Dvir Z. Isocinética avaliações musculares, interpretações e aplicações clínicas. São Paulo: Manole; 2002.
114. Ribeiro JP. Limiares metabólicos e ventilatórios durante o exercício: aspectos fisiológicos e metabólicos. *Arq Bras Cardiol.* 1995; 64: 171-181.
115. Yazbek P, Carvalho RT, Sabbag LMS, et al. Ergoespirometria: testes de esforço cardiopulmonar, metodologia e interpretação. *Arq Bras Cardiol.* 1998; 71: 719-724.
116. Stein R. Teste cardiopulmonar de exercício: noções básicas sobre o tema. *Rev Soc Cardiol Rio Grand Sul.* 2006; 09: 1-4.
117. Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, et al. Principles of exercise testing and interpretation: including pathophysiology and clinical applications. 3ed. Maryland: Baltimore; 1999.
118. Braga AMFWB, Nunes N. Ergoespirometria aplicada à cardiologia. In: Negrão CE, Barreto ACP, organizador. *Cardiologia do exercício: do atleta ao cardiopata.* Barueri: Manole; 2005. p. 128-147.
119. Gobel FL, Nordstrom LA, Nelson RR, et al. The o rate-pressure product as an index of myocardial oxygen consumption during exercise in patients with angina pectoris. *Circulation.* 1978; 57: 549-556.
120. Santarem JM. Fisiologia do exercício e treinamento resistido na saúde, na doença e no envelhecimento. Disponível em: < <http://www.saudetotal.com/cecafi/texto.asp> Acesso em: 25 jul. 2006.
121. Wieser M, Haber P. The effects of systematic resistance training in the elserly. *Int J Sports Méd.* 2007; 28: 59-65.
122. Flouris AD, Metsios GS, Koutedakis Y. Contribution of muscular strength in cardiorespiratory fitness tests. *J Sports Méd Phys Fitness.* 2006; 46: 197-201.

123. Conraads VM, Beckers P, Bosmans J, et al. Combined endurance/resistance training reduces plasma TNF- α receptor levels in patients with chronic heart failure and coronary artery disease. *Eur Heart J.* 2002; 23: 1854 – 1860.
124. Conraads VM, Beckers P, Vaes J, et al. Combined endurance/resistance training reduces NT-proBNP levels in patients with chronic heart failure. *Eur Heart J.* 2004; 25: 1797 – 1805.
125. Takeshima N, Rogers ME, Islam MM, et al. Effect of concurrent aerobic and resistance circuit exercise training on fitness in older adults. *Eur J Appl Physiol.* 2004; 93:173 – 182.
126. Fry AC. The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptations. *Sports Med.* 2004; 34: 663-679.
127. Laursen PB, Chiswell SE, Callaghan JÁ. Should endurance athletes supplement their training program with resistance training to improve performance? *J Strength Cond Res.* 2005; 27: 50-55.
128. McCall GE, Byrnes WC, Dickinson A, et al. Muscle fiber hypertrophy, hyperplasia, and capillary density in college men after resistance training. *J Appl Physiol.* 1996; 81: 2004 - 2012.
129. Chu KS, Eng JJ, Dawson AS, Harris JE et al. Water-based exercise for cardiovascular fitness in people with chronic stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85: 870-874.
130. Sanders ME. Bridging land and water exercise. *The Journal on Active Aging.* 2003; July August: 52-54.
131. Kruehl LFM. Alterações fisiológicas e biomecânicas em indivíduos praticando exercícios de hidroginástica dentro e fora d'água [tese]. Santa Maria (RS): Universidade Federal de Santa Maria; 2000.

132. Finkelstein I. Comportamento de variáveis cardiorrespiratórias durante e após exercício, nos meios terra e água, em gestantes e não-gestantes [dissertação]. Porto Alegre (RS): Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2005.
133. Stevenson J, Tacia S, Thompson J, et al. A comparison of land and water exercise programs for older individuals. *Méd Sci Sports Exerc.* 1988; 20: 537.
134. Galvão DA, Taaffe DR. Resistance exercise dosage in older adults: single versus multiset effects on physical performance and body composition. *J Am Geriatr Soc.* 2005; 53: 2090-2097.
135. Tarnopolsky M, Zimmer A, Paikin J, et al. Creatine monohydrate and conjugated linoleic acid improve strength and body composition following resistance exercise in older adults. *Plos One.* 2007; 2(10): 1-11.
136. Kryger AI, Andersen JL. Resistance training in the oldest old: consequences for muscle strength, fiber types, fiber size, and MHC isoformas. *Scand J Med Sci Sports.* 2007;17: 422-430.
137. Suetta C, Magnusson SP, Rosted A. Resistance training in the early postoperative phase reduces hospitalization and leads to muscle hypertrophy in elderly hip surgery patients – a controlled randomized study. *J Am Geriatr Soc.* 2004; 52: 2016-2022.
138. Carvalho J, Oliveira J, Magalhães J. Força muscular em idosos II – efeitos de um programa complementar de treino na força muscular de idosos de ambos os sexos. *Rev Port Cienc Desporto.* 2004; 4 (1): 58-65.
139. Carvalho J, Oliveira J, Magalhães J. Efeito de um programa de treino em idosos: comparação da avaliação isocinética e isotônica. *Rev Paul Educ Fís.* 2003; 17(1): 74-84.
140. Murphy AJ, Wilson GL. The ability of tests of muscular function to reflect training induced changes in performance. *J Sport Sci.* 1997; 15: 191-200.

141. Maiorana A, O'Driscoll G, Cheetham C, et al. Combined aerobic and resistance exercise training improves functional capacity and strenght in CHF. *J Appl Physiol.* 2000; 88: 1565-1570.

142. Forjaz C, Tinucci T. A medida da pressão arterial no exercício. *Rev Bras Hipertens.* 2000; 7: 79-87.

143. Pierson LM, Herbert WG, Norton J, et al. Effects of combined aerobic and resistance training versus aerobic training alone in cardiac rehabilitation. *J Cardpulm Rehabil.* 2001; 21: 101-110.

APÊNDICE

Apêndice A - Coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis que expressam a resistência aeróbia e o pico de torque.

Tabela – Coeficiente de correlação de Pearson entre o pico de torque a 120ºs e as variáveis aeróbias.

Pico de torque 120ºs	Ex d pré	Ex d pós	Ex e pré	Ex e pós	Fl d pré	Fl d pré	Fl e pré	Fl e pós
V_{O2} ml/kg/min								
Pré	0.37	0.28	0.32	0.35	0.49*	0.39	0.38	0.37
Pós	0.51*	0.52**	0.46*	0.54**	0.58**	0.54**	0.45*	0.47*
V_{O2} l/min								
Pré	0.68**	0.66**	0.64**	0.71**	0.75**	0.70**	0.67**	0.71**
Pós	0.74**	0.80**	0.70**	0.80**	0.75**	0.75**	0.68**	0.71**
Watts								
Pré	0.71**	0.78**	0.70**	0.79**	0.68**	0.69**	0.63**	0.75**
Pós	0.55**	0.57**	0.51*	0.55**	0.58**	0.57**	0.60**	0.58**
Tempo (min)								
Pré	0.73**	0.80**	0.72**	0.79**	0.74**	0.71**	0.66**	0.74**
Pós	0.55**	0.59**	0.51**	0.56**	0.59**	0.59**	0.61**	0.59**

*p < 0,05 **p < 0,001

Tabela – Coeficiente de correlação de Pearson entre o pico de torque a 180ºs e as variáveis aeróbias.

Pico de torque 180ºs	Ex d pré	Ex d pós	Ex e pré	Ex e pós	Fl d pré	Fl d pré	Fl e pré	Fl e pós
V_{O2} ml/kg/min								
Pré	0.33	0.24	0.29	0.29	0.38	0.34	0.37	0.34
Pós	0.40*	0.50*	0.40*	0.50*	0.53**	0.53**	0.43*	0.44*
V_{O2} l/min								
Pré	0.65**	0.63**	0.64**	0.67**	0.72**	0.63**	0.69**	0.72**
Pós	0.66**	0.79**	0.66**	0.77**	0.76**	0.74**	0.68**	0.72**
Watts								
Pré	0.69**	0.75**	0.72**	0.74**	0.71**	0.69**	0.64**	0.75**
Pós	0.54**	0.59**	0.51**	0.52**	0.59**	0.57**	0.59**	0.56**
Tempo (min)								
Pré	0.73**	0.76**	0.74**	0.76**	0.76**	0.71**	0.69**	0.77**
Pós	0.54**	0.61**	0.52**	0.53**	0.61**	0.59**	0.61**	0.57**

*p < 0,05 **p < 0,001

ANEXOS

ANEXO A

FICHA DE ANAMNESE

Nome: _____ Idade: _____ Sexo _____

1- Contra indicação médica p/ fazer exercício.

2-Fuma? _____ Deixou de fumar? _____ Toma bebida de álcool? _____ Frequência? _____

Faz atividade física? _____ A quanto tempo? _____ Com que frequência? _____

3- Ultimamente você tem sentido:

A- Dor ou desconforto no peito, pescoço, maxilar ou braços?

B- Falta de ar em repouso ou com um esforço ligeiro?

C- Vertigem, tontura ou desmaio?

D- Palpitação ou taquicardia?

4- Você tem alguma doença?

5- Você tem alergia?

6- Você já esteve hospitalizada?

7- Você já fez alguma cirurgia?

8- Você já sofreu alguma fratura?

9- Nos últimos meses você realizou algum exame médico ou laboratorial? Informe os resultados?

10- Você toma algum medicamento de uso contínuo? Quais?

ANEXO B

Questionário de Prontidão para
Atividade Física. PAR-Q (revisado em 1994)

PAR-Q E VOCÊ

(Um Questionário para Pessoas com 15 a 69 Anos de Idade)

A atividade física regular é alegre e saudável, com um número cada vez maior de pessoas começando a se tornar mais ativas a cada dia. Ser mais ativo é muito seguro para a maioria das pessoas. Entretanto, algumas pessoas devem consultar-se com seu médico antes de começarem a se tornar muito mais fisicamente ativas.

Se você está planejando tornar-se muito mais fisicamente ativo do que atualmente, convém começar respondendo a sete questões no boxe abaixo. Se você tem entre 15 e 69 anos de idade, o PAR-Q lhe dirá se precisa consultar seu médico antes de começar. Se você tem mais de 69 anos de idade e não costumava ser muito ativo, consultar seu médico.

O bom senso é seu melhor guia ao responder essas questões. Queira ler as questões com extremo cuidado e responder cada uma delas com honestidade: checar SIM ou NÃO.

SIM	NÃO	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1. Seu médico já lhe disse que você é portador de uma afecção cardíaca e que somente deve realizar a atividade física recomendada por um médico?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2. Você sente dor no tórax quando realiza uma atividade física?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3. No último mês, você teve dor torácica quando não estava realizando uma atividade física?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4. Você perdeu o equilíbrio em virtude de uma tonteira ou já perdeu a consciência?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5. Você sofre de algum problema ósseo ou articular que poderia ser agravado por uma mudança em sua atividade física?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6. Seu médico está lhe receitando atualmente medicamentos (por exemplo, diuréticos) para pressão arterial ou alguma condição cardíaca?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7. Você está a par de alguma outra razão pela qual não deveria realizar uma atividade física?

SIM para uma ou mais questões

Se
você
respondeu

Falar com seu médico por telefone ou pessoalmente ANTES de começar a se tornar muito mais fisicamente ativo ou antes de realizar uma avaliação para aptidão. Falar com seu médico acerca do PAR-Q e das questões para as quais sua resposta foi SIM.

- Você pode ser capaz de realizar qualquer atividade que queira—desde que comece lentamente e que progrida gradualmente. Ou, você pode ter que restringir suas atividades àquelas que são seguras para você. Fale com seu médico acerca dos tipos de atividades de que deseja participar, e siga seu conselho.
- Descobrir que programas comunitários são seguros e úteis para você.

NÃO a todas as questões

Se você respondeu não com honestidade a todas as questões do PAR-Q, então pode estar razoavelmente seguro de que pode:

- começar a tornar-se muito mais fisicamente ativo—começar lentamente e progredir gradualmente. Esta é a maneira mais segura e mais fácil de prosseguir.
- tomar parte em uma avaliação da aptidão—esta é uma excelente maneira de determinar sua aptidão básica, para que possa planejar a melhor maneira de viver ativamente.

ESPERAR PARA TORNAR-SE MUITO MAIS ATIVO:

- se você não está se sentindo bem em virtude de uma enfermidade temporária tipo resfriado ou febre—esperar até sentir-se melhor; ou
- se você está ou pode estar grávida—falar com seu médico antes de começar a tornar-se mais ativa.

Queira observar: Se sua saúde se modificou, de forma que agora você responde sim a qualquer uma das questões acima, informar seu profissional de aptidão ou de saúde. Perguntar se você deve modificar seu plano de atividade física.

Utilização consciente do PAR-Q: A Canadian Society for Exercise Physiology, Health Canada, e seus agentes não assumem qualquer responsabilidade pelas pessoas que realizam uma atividade física e, se estiverem em dúvida após completar este questionário, consultem seu médico antes de realizar a atividade física.

Você é encorajado a copiar o PAR-Q, porém somente se utiliza o formulário inteiro

NOTA: Se o PAR-Q está sendo fornecido a uma pessoa antes de ela participar de um programa de atividade física ou de uma avaliação da aptidão, esta seção pode ser utilizada com finalidades legais ou administrativas.

Li, compreendi e completei este questionário. Todas as dúvidas que eu tinha foram respondidas de uma maneira plenamente satisfatória.

NOME _____

ASSINATURA _____

DATA _____

ASSINATURA DO PROGENITOR _____
ou do TUTOR (para a participação antes da maioridade)

TESTEMUNHA _____

© Sociedade Canadense para a Fisiologia do Exercício
Société canadienne de physiologie de l'exercice

Supervisionado por:



Health
Canada

Santé
Canada

ANEXO C

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Estamos convidando você a participar como sujeito do estudo intitulado “Efeitos de um programa de treinamento que combina hidrogenástica e treinamento resistido sobre as respostas hemodinâmicas e metabólicas em idosos”, que tem como objetivo avaliar, em um teste no cicloergômetro, os efeitos de um programa de treinamento combinando Hidrogenástica e treinamento resistido sobre as respostas hemodinâmicas e metabólicas em idosos.

Este estudo tem a finalidade de verificar se um programa de treinamento, que tem como característica principal o ganho de força muscular, pode melhorar o desempenho da variável aeróbia limiar anaeróbio e diminuir as respostas hemodinâmicas (frequência cardíaca, pressão arterial e duplo produto) durante um teste de esforço.

O estudo terá uma duração de aproximadamente 12 semanas, onde envolverá treinamento resistido (musculação) e alguns testes físicos. As sessões de treinamento resistido serão realizadas três vezes por semana em uma academia, com duração de aproximadamente uma hora. Os exercícios serão realizados e mantidos numa intensidade submáxima, visando o máximo de segurança musculoesquelética e cardiovascular. O risco relacionado a sua participação no programa de exercícios resistidos é muito baixa, havendo a possibilidade de desconforto muscular e dor muscular tardia muito pequena. No momento que algum destes fatores ocorrer o exercício será interrompido e a intensidade de trabalho será readequada.

Entendo que os testes que realizarei são parte deste estudo e terão a finalidade de possibilitar a análise dos efeitos de um programa de treinamento resistido, em algumas variáveis relacionadas à saúde da população idosa, tais como, força, limiar anaeróbio (Lan), frequência cardíaca e pressão arterial.

Eu por meio desta, autorizo Denise Cantarelli Machado, Gustavo Graeff Kura e demais profissionais envolvidos no estudo, a realizarem os seguintes procedimentos:

- a- fazer-me responder um questionário específico
- b -fazer-me medidas corporais
- c- aplicar-me testes no cicloergômetro, com intensidade de esforço submáxima
- d- aplicar-me dois testes de força muscular isocinética, envolvendo os músculos extensores e flexores dos joelhos

e- treinar-me por doze semanas com exercícios resistidos e hidrogenástica

Eu entendo que no teste de esforço submáximo no cicloergômetro:

a- Estão envolvidos riscos e desconfortos, tais como dor e cansaço muscular temporário. Há a possibilidade de ocorrerem certas alterações durante o teste. Elas incluem pressão sanguínea anormal, ritmo cardíaco irregular, rápido ou lento e, em raras circunstâncias, ataque cardíaco. Todo o esforço será feito para diminuir esses riscos pela avaliação das informações preliminares relacionadas a sua saúde e por observações durante o teste. Porém eu entendo que minha frequência cardíaca e pressão arterial serão monitoradas através de um freqüencímetro e um esfigmomanômetro durante todos os testes de laboratório respectivamente, e que eu posso terminar o teste em qualquer momento sob o meu critério.

b- durante o teste submáximo você estará respirando através de um bocal, o qual estará anexado um analisador de gases.

c- Estará presente uma equipe médica, além de estar disponível, no laboratório, uma linha telefônica para a assistência médica de emergência (33168301 e/ou 33171717).

d- Eu entendo que, no caso de eu necessitar atendimento médico, serei levado para o hospital mais próximo e, no caso de não ter um plano de saúde privado, serei atendido no Sistema Único de Saúde, pois o estudo não dispõem de verba para o atendimento privado.

Eu entendo que no teste de força muscular isocinética:

a- Estão envolvidos os seguintes riscos e desconfortos: dor e cansaço muscular temporário.

Eu entendo que não haverá compensação financeira pela minha participação no estudo.

Eu entendo que não poderei realizar qualquer outro tipo de exercício físico além dos utilizados no estudo, afim de não interferir nos dados da pesquisa.

Eu entendo que posso fazer contato com a Dr. Denise Cantarelli Machado e com o Prof. Gustavo Graeff Kura, para quaisquer problemas referentes à minha participação no

estudo, ou caso eu sentir que haja violação dos meus direitos, através do telefone (0xx54) 99984488.

Eu,.....(participante) fui informado dos objetivos da pesquisa acima de maneira clara e detalhada. Recebi informação a respeito do estudo, recebido e esclareci minhas dúvidas. Sei que em qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão se assim eu o desejar. O pesquisador Gustavo Graeff Kura certificou-me de que todos os dados desta pesquisa referentes a minha pessoa serão confidenciais. Além disso, eu entendo que no momento da publicação, não irá ser feita associação entre os dados publicados e a minha pessoa.

_____	_____	_____
Assinatura do Participante	Nome	Data
_____	_____	_____
Assinatura do Pesquisador	Nome	Data
_____	_____	_____
Assinatura da testemunha	Nome	Data

ANEXO D



Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Ofício 0664/07-CEP

Porto Alegre, 18 de junho de 2007.

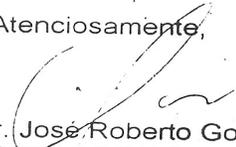
Senhor(a) Pesquisador(a):

O Comitê de Ética em Pesquisa da PUCRS apreciou e aprovou seu protocolo de pesquisa registro CEP 07/03681, intitulado: **"Efeito de um programa de treinamento resistido sobre as respostas hemodinâmicas e metabólicas em idosos"**.

Sua investigação está autorizada a partir da presente data.

Relatórios parciais e final da pesquisa devem ser entregues a este CEP.

Atenciosamente,


Prof. Dr. José Roberto Goldim
COORDENADOR DO CEP-PUCRS

Ilmo(a) Sr(a)
Profa Dra Denise Cantarelli Machado
N/Universidade

PUCRS

Campus Central
Av. Ipiranga, 6690 - 3º andar - CEP: 90610-000
Sala 314 - Fone Fax: (51) 3320-3345
E-mail: cep@pucrs.br
www.pucrs.br/prppg/cep







.

.



