Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro de Educação e Humanidades
Instituto de Educação Física e Desportos

Gabrielle da Silva Moreira Gomes

Estresse fisiológico induzido por uma simples sessão de exercício combinado na Academia Rio Ar Livre: um estudo em idosos

Rio de Janeiro
2018

Gabrielle da Silva Moreira Gomes

Estresse fisiológico induzido por uma simples sessão de exercício combinado na Academia Rio Ar Livre: um estudo em idosos

Dissertação apresentada, como requisito à obtenção do título de Mestre ao Programa de Pós Graduação em Ciências do Exercício e do Esporte da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Aspectos Biopsicossociais do Exercício Físico.

Orientadora: Dra. Nádia Souza Lima da Silva

Coorientador: Dr. Felipe Amorim da Cunha

Rio de Janeiro

2018

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/BIBLIOTECA CEH/B

G633 Gomes, Gabrielle da Silva Moreira.
Estresse fisiológico induzido por uma simples sessão de exercício combinado na Academia Rio Ar Livre: um estudo em idosos / Gabrielle da Silva Moreira Gomes. – 2018.
85 f. : il.

Orientadora: Nádia Souza Lima da Silva
Coorientador: Felipe Amorim da Cunha
Dissertação (mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Educação Física e Desportos.

1. Aptidão física em idosos – Testes – Teses. 2. Sistema cardiovascular – Avaliação – Teses. 3. Sistema cardiopulmonar - Avaliação – Teses. 4. Academias de ginástica – Teses. 5. Exercícios físicos para idosos - Aspectos da saúde – Teses. I. Silva, Nádia Souza Lima da. II. Cunha, Felipe Amorim da. III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Educação Física e Desportos. III. Título.

CDU 796-053.9

Bibliotecária: Eliane de Almeida Prata – CRB7- 4578/94

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação desde que citada a fonte.

_____ _____

Assinatura Data

Gabrielle da Silva Moreira Gomes

Estresse fisiológico induzido por uma simples sessão de exercício combinado na Academia Rio Ar Livre: um estudo em idosos

Dissertação apresentada, como requisito à obtenção do título de Mestre ao Programa de Pós Graduação em Ciências do Exercício e do Esporte da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Aspectos Biopsicossociais do Exercício Físico.

Aprovada em 3 de setembro de 2018.

Orientadores: Profª. Dra. Nádia Souza Lima da Silva
Instituto de Educação Física e Desportos – UERJ

Prof. Dr. Felipe Amorim da Cunha
Instituto de Educação Física e Desportos- UERJ

Banca Examinadora:

_____

Profª. Dra. Flávia Porto Melo Ferreira
Instituto de Educação Física e Desportos – UERJ

_____

Prof. Dr. Elirez Bezerra da Silva
Instituto de Educação Física e Desportos – UERJ

_____

Profª. Dr. Hélio Lemos Furtado
Universidade Castelo Branco

Rio de Janeiro
2018

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, amigos e ao meu namorado Felipe, pelo incentivo, apoio e amor sempre dedicados. A Deus, por ser sempre um pilar nas horas mais difíceis, pelos ensinamentos diários, e por me dar forças durante a caminhada da vida. À minha cachorrinha Kiara, que me mostrou que é preciso ser forte mesmo quando não temos mais esperança, e que o amor é capaz de vencer tudo.

AGRADECIMENTOS

Aos meus familiares, por terem me dado incentivo para seguir em frente nos estudos e na minha vida profissional.

Aos amigos de escola, por serem sempre meus apoiadores em todos os momentos difíceis da vida, e por conseguirem me fazer sorrir e amadurecer durante todos os anos de amizade.

À minha orientadora, Profª Dra. Nádia Souza Lima da Silva, pela paciência, sinceridade, clareza e apoio dedicados desde a época que fui aluna da graduação e durante a confecção dessa dissertação. Obrigada também pela oportunidade de poder trabalhar com a pesquisa, amadureci bastante ao longo desses anos profissionalmente e pessoalmente, mesmo diante das dificuldades enfrentadas.

Ao Prof. Dr. Felipe Amorim da Cunha por ter sido meu coorientador, pela paciência, acolhimento, ajuda, aconselhamentos e principalmente por me orientar quando estava com dificuldades para continuar o caminho da pesquisa, especialmente com a estatística deste trabalho.

À Profª Dra. Joana Carvalho, pelo curto período em que pudemos nos conhecer, pelas orientações dadas na minha qualificação e apoio ao meu trabalho mesmo de longe.

Aos professores participantes da minha banca, Flávia Porto, Elirez Bezerra e Hélio Furtado, por aceitarem fazer parte da reta final deste trabalho e por agregarem com sua bagagem acadêmica.

Aos voluntários, que se disponibilizaram a participar das coletas de dados muito prontamente e dispostos em ajudar com o que fosse preciso para o projeto se tornar possível, especialmente à Maria Izabel, pois se disponibilizou em outro dia, paralelo aos das coletas, para tirar as fotos nos aparelhos da ATI.

Ao meu namorado, amigo e companheiro Felipe, por ser meu maior incentivador em tudo que procuro fazer e conquistar, pela paciência, pelo carinho, dedicação e amor compartilhado. Você tem sido uma das minhas bases na vida, obrigada por ser quem você é, e por me ajudar tanto a amadurecer e crescer como ser humano.

A Deus, por todas as minhas conquistas. Obrigada por estar presente em cada momento da minha vida, e por restaurar e fortalecer minha fé nos momentos mais duros, e que por vezes acreditava serem impossíveis de serem superados.

Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.

Charles Chaplin

RESUMO

GOMES, Gabrielle da Silva Moreira. *Estresse fisiológico induzido por uma simples sessão de exercício combinado na Academia Rio Ar Livre:* um estudo em idosos. 2018. 85 f. Dissertação (Mestrado em Aspectos Biopsicossociais do Exercício Físico) – Instituto de Educação Física e Desportos, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

Com o aumento da população senil nas últimas décadas foi surgindo a necessidade de um atendimento mais específico para essa população, principalmente no que diz respeito à oferta de programas de exercícios físicos visando a prevenção e promoção da saúde desses indivíduos. As academias de ginástica do projeto Rio Ar Livre (RAL), outrora conhecidas como Academias da Terceira idade (ATI) do Rio de Janeiro, apresentam em sua estrutura o treinamento na forma de circuito combinado, composto por exercícios realizados em máquinas articuladas, que não oferecem a possibilidade de aumento e controle da carga de treinamento. Devido a essa peculiaridade das RALs, pouco se sabe sobre seu impacto, especialmente no sistema cardiorrespiratório e no custo energético em idosos. Assim, o presente estudo investigou se uma única sessão de exercício concorrente (EC) realizado em RALs atende às diretrizes do Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM) para custo energético e intensidade metabólica em idosos. Nove sujeitos (5 homens e 4 mulheres, com idades entre 63 e 80 anos) visitaram o laboratório para triagem clínica, avaliações antropométricas, e medida do consumo de oxigênio (VO_2) de repouso e máximo. Posteriormente, os sujeitos realizaram um circuito de EC, consistindo de um único circuito alternando exercícios aeróbios e de resistência em máquinas articuladas, utilizando massa corporal como carga (total de 9 exercícios, 1-2 séries de 15 repetições). Os gases expirados foram coletados durante as sessões de exercício através de analisador metabólico portátil. O valor médio do custo energético observado de 169,1 kcal foi ligeiramente maior do que o valor mínimo de 150 kcal reportado nas diretrizes do ACSM (p = 0,018). Assim como o custo energético e todos os marcadores de intensidade adotados para analisar o esforço fisiológico induzido pelo circuito de EC excederam significativamente seus valores de referência para intensidade moderada [valores de referência: 3,2 METs (valor médio observado = 4,6 METs, p = 0,002); 40%VO_2R (valor médio observado = 51,5%, p = 0,040); 40%FCR (valor médio observado = 64,1%, p <0,001), de acordo com as diretrizes do ACSM. Em conclusão, uma única sessão de circuito de EC realizada nas RALs na cidade do Rio de Janeiro foi capaz de induzir um estresse fisiológico (ou seja, custo energético e intensidade) compatível com as recomendações do ACSM para obter benefícios para a saúde entre os idosos.

Palavras-chave: Treinamento concorrente. Treinamento em circuito. Academias ao Ar Livre. Idosos. Sistema Cardiorrespiratório. Gasto calórico.

ABSTRACT

GOMES, Gabrielle da Silva Moreira. Physiological strain induced by a single bout of concurrent exercise at Third Age Academies (TAAs) of Rio de Janeiro City: a study in older adults. 85 f. 2018. Dissertação (Mestrado em Aspectos Biopsicossociais do Exercício Físico) – Instituto de Educação Física e Desportos, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

With the increase of the senile population in the last decades, the need for a more specific care for this population has arisen, mainly with regard to the offer of programs of physical exercises aimed at the prevention and health promotion of these individuals. The gymnasiums of the Rio Ar Livre (RAL) project, formerly known as Third Age Academies (TAAs) of Rio de Janeiro City (TAAs), present in their structure training in the form of a combined circuit, consisting of exercises performed on articulated machines, which do not offer the possibility of increasing and controlling the training load. Due to this peculiarity of TAAs, little is known about its impact, especially on the cardiorespiratory system and energy cost in older adults. Thus, the present study investigated whether a single bout of concurrent exercise (Ex Rx) at TAAs meets the American College of Sports Medicine (ACSM) guidelines for energy cost and metabolic intensity in older adults. Nine subjects (5 males and 4 females, aged 63–80 years) visited the laboratory for clinical screening, anthropometrical, resting and maximal VO_2 assessments. Thereafter, subjects performed an Ex Rx circuit, consisting of a single circuit alternating aerobic and resistance exercises at outdoor exercise equipment using body mass as the load (total of 9 exercises, 1-2 sets of 15 repetition). Expired gases were collected during exercise bouts via a metabolic cart. The mean observed energy cost value of 169.1 kcal was slightly greater than the minimum value of 150 kcal reported in the ACSM's guidelines (p = 0.018). Like energy cost, all the intensity markers adopted to analyze the physiological strain induced by the Ex Rx circuit significantly exceeded their reference values for moderate-intensity [reference values: 3.2 METs (mean observed value = 4.6 METs, p = 0.002); 40% of oxygen uptake reserve (mean observed value = 51.5%, p = 0.040); 40% of heart rate reserve (mean observed value = 64.1%, $p < 0.001$), according to the ACSM's guidelines. In conclusion, a single bout of Ex Rx circuit performed in TAAs at Rio de Janeiro City was able to induce a physiological strain (i.e. energy cost and intensity) compatible with the ACSM recommendations for eliciting health benefits among older adults.

Keywords: Concurrent training. Circuit training. Outdoor Academies. Seniors. Cardiorespiratory System. Caloric expenditure.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 – Posicionamentos oficiais com recomendações para a prática de exercícios físicos..... 22

Quadro 2 – **V**alores da intensidade absoluta e por idade do MET (ACSM, 2011..... 25

Quadro 3 – Artigos que investigaram os efeitos do treinamento combinado sobre a aptidão cardiorrespiratória e da força muscular em idosos..... 28

Figura 1 – Illustration of exercises included in the Ex Rx circuit..... 57

Tabela 1 - Sample descriptive statistics (N = 9)……..... 60

Tabela 2 - Descriptive statistics for metabolic equivalents (METs), percentage of heart rate reserve (%HRR), and oxygen uptake reserve (%VO_2R) determined at each of the exercises that composed the Ex Rx protocol..... 62

Figura 2 – Mean (range) metabolic equivalents (METs), percentage of heart rate reserve (%HRR), and oxygen uptake reserve (%VO_2R) at each one of the seven Ex Rx stations..... 63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAL Academia ao ar livre

ACSM American College of Sports and Medicine (Colégio Americano de Medicina e do Esporte)

ACR Aptidão cardiorrespiratória

ATI Academia da Terceira idade

BPM Batimentos por minuto

CPET Maximal cardiopulmonary exercise test

DCNTs Doenças crônicas não transmissíveis

DHHS Department of health and human services

EC Exercício concorrente

EGAL Equipamentos de ginástica ao ar livre

EUA Estados Unidos da América

EX RX Concurrent exercise

FCmáx Frequência cardíaca máxima

FCR Frequência cardíaca reserva

FITT-VP Frequency, Intensity, Time, Type, Volume, and Progression (Frequência, intensidade, tempo, tipo, volume e progressão)

GC Grupo controle

GE Grupo endurance

GEMod	Grupo de treinamento aeróbio com intensidade moderada
GEHigh	Grupo de treinamento aeróbio com intensidade alta
GES	Grupo endurance e força
GEX	Grupo de exercitantes
GS	Grupo força
GSE2	Grupo força 2x/semana
GSE3	Grupo força 3x/semana
GSE	Grupo força e endurance
GTA	Grupo de treinamento aeróbio
GTC	Grupo de treinamento concorrente
GTF	Grupo de treinamento de força
GTCOM	Grupo de treinamento combinado
GTC-RFS	Grupo de treinamento concorrente com restrição de fluxo sanguíneo
HA	Hipertensão arterial
HAS	Hipertensão arterial sistólica
HR	Heart rate (Frequência cardíaca)
HRR	Heart rate reserve (Frequência cardíaca reserva)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LV	Limiar ventilatório
MET	Metabolic Equivalent (Múltiplo de equivalente metabólico)

M.M.I.I.	Membros inferiores
M.M.S.S	Membros superiores
OMS	Organização Mundial da Saúde
PA	Pressão arterial
PAD	Pressão arterial diastólica
PAS	Pressão arterial sistólica
PSE	Percepção subjetiva de esforço
RAL	Rio ao Ar Livre
RFS	Restrição de fluxo sanguíneo
RM	Repetição máxima
RPM	Rotações por minuto
SEMEARC	Secretaria Municipal de Envelhecimento Ativo, Resiliência e Cuidado
SESQV	Secretaria de Envelhecimento Saudável e Qualidade de Vida
TAAs	Third Age Academies (Academias das terceira idade)
VE	Volume expirado de ventilação por minuto
VO_2Máx	Consumo máximo de oxigênio
VO_2R	Consumo de oxigênio reserva
WHO	World Health Organization (Organização Mundial da Saúde)

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 13

1 **REVISÃO DE LITERATURA** 20

1.1 **Recomendações gerais para a prática de atividades físicas em idosos** 20

1.2 **Respostas fisiológicas agudas e crônicas ao exercício concorrente** 25

1.3 **Academias ao ar livre, "*outdoor gym*", como estratégia para promover atividade física entre idosos** 44

2 **ESTUDO ORIGINAL – CONCURRENT EXERCISE CIRCUIT PROTOCOLPERFORMED IN PUBLIC FITNESS FACILITIES MEETS THE ACSM GUIDELINES FOR ENERGY COST AND METABOLIC INTENSITY AMONG OLDER ADULTS IN RIO DE JANEIRO CITY** 51

CONCLUSÃO GERAL 72

REFERÊNCIAS 73

INTRODUÇÃO

Atualmente, a expectativa para se viver até os 60 anos é uma realidade para a maioria das pessoas no mundo (WHO, 2018). Entre os anos de 2015 e 2050, o crescimento da população idosa deverá passar de 900 milhões para 2 bilhões de pessoas com 60 anos ou mais, correspondendo um aumento de 12% para 22% da população global, mostrando uma modificação bastante significativa no perfil populacional, comparando com o que era visto há anos atrás (WHO, 2018).

No Brasil, esse aumento da população senil também tem sido observado há décadas (INOUYE et al., 2008). Em 2010, de acordo com o censo demográfico a população brasileira encontrava-se em cerca de 190.755.199 milhões de pessoas, enquanto o quantitativo de pessoas idosas já era de 20.590.599 milhões, representando aproximadamente 10,8% da população total, sendo 55,5 % (11.434.487) correspondente ao sexo feminino e 44,5% (9.156.112) ao sexo masculino (IBGE, 2011). *"O envelhecimento populacional é, portanto, uma das consequências da transição demográfica, isto é, do declínio das taxas de fecundidade e mortalidade*", como afirma Bloom (2011 apud IESS, 2013).

Veras (2016) afirma que o Brasil incorpora todo ano cerca de 700 mil novos idosos, tendo a maioria algum tipo de doença crônica ou limitações funcionais. O cenário que nos encontramos atualmente é de uma população que envelhece carregando quadros de enfermidades complexas, mas também típicas da terceira idade, necessitando de cuidados constantes, medicação contínua e rotina de exames. Para Kalache et al. (1987) o aumento da população idosa é considerado um fenômeno mundial há bastante tempo, entretanto, Jacob Filho et al. (2012) afirmam que esse se intensificou de forma importante em datas mais recentes, particularmente no século XX, sendo, portanto, necessário compreendermos esse processo, já que o indivíduo passa ao longo dos anos por alterações em todos os sistemas orgânicos, que trazem maior vulnerabilidade às doenças crônicas não transmissíveis (DCNTs[1]), afetando economicamente a sociedade (GARCIA apud JACOB FILHO et al.,

[1] DCNTs: As doenças crônicas não transmissíveis, incluindo as cardiovasculares, câncer, diabetes, doenças respiratórias crônicas e transtornos mentais, tendem a ser de longa duração e são o resultado de uma combinação de fatores genéticos, fisiológicos, ambientais e comportamentais. O uso do tabaco, a inatividade física, o uso nocivo do álcool e dietas pouco saudáveis aumentam o risco de morrer por uma DCNT. A detecção, triagem e tratamento dessas enfermidades, bem como os cuidados paliativos, são componentes-chave da resposta a essas

2012). Sendo assim, essas mudanças afetam de forma significativa o aumento das despesas do país, gerando a necessidade de construir novos paradigmas e métodos de planejamento, gerência e prestação de cuidados, para que sejam promovidas a saúde e a qualidade de vida em idades mais velhas (MATSUDO, 2000; OMS, 2005; VERAS, 2016).

Sendo um fenômeno natural, o envelhecimento ocorre paralelamente ao avanço da idade e com ele mudanças incidem na estrutura e função de todos os sistemas orgânicos, provocando uma degradação nos diversos órgãos (ACSM, 2009). De forma resumida, essas mudanças fisiológicas relacionadas à idade, e que afetam amplamente os diferentes sistemas, podem influenciar negativamente também a capacidade de realização das atividades de vida diária (AVD) e a preservação da independência física em idosos (ACSM, 2009).

O sistema cardiovascular é um dos sistemas que sofre alterações importantes em sua estrutura e fisiologia devido ao processo de envelhecimento (NÓBREGA et al., 1999). Como alguns exemplos dessas mudanças pode-se citar depósito de colágeno no miocárdio, provocando um aumento da rigidez do coração; redução da complacência ventricular, prejudicando assim a função diastólica, pois determinará o tempo em que ocorrerá o relaxamento ventricular; além disso, a resposta ß-adrenérgica torna-se mais reduzida (menor funcionamento neural e diminuição da densidade dos receptores ß-adrenérgicos), ocasionando um menor cronotropismo, inotropismo e vasodilatação arterial, tendo como consequência uma diminuição da frequência cardíaca máxima ($FC_{máx}$) e do volume sistólico máximo durante a prática de exercícios [responsável por 50% da redução do consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$) associados a idade] (NÓBREGA et al., 1999). Os mesmos autores ainda citam que essas limitações cardiovasculares unidas acarretam a diminuição do débito cardíaco máximo, que produz também uma diminuição do $VO_{2máx}$ em torno de 1% ao ano em adultos (NÓBREGA, et al., 1999).

Outro sistema que influencia diretamente a saúde e a qualidade de vida dos indivíduos que estão envelhecendo é o cardiorrespiratório, sendo este considerado um dos sistemas orgânicos que mais sofre com o declínio funcional (ACSM, 1998; BORTZ et al., 1996). Quanto mais velho é o indivíduo, menor é a habilidade de captação e transporte de oxigênio para o suprimento da demanda metabólica corporal durante a realização de qualquer atividade física sustentada, fazendo com que o tempo suportado em esforço físico seja reduzido (FLEG

---

doenças. A OMS também reconhece que a poluição do ar é um fator de risco crítico para as DCNTs (OMS, 2018).

et al., 1988; PIMENTEL et al., 2003; TALBOT et al., 2000). Consequentemente, manter um adequado nível de atividade física ao longo da vida atenua o declínio da aptidão cardiorrespiratória, o que é indispensável para a manutenção da independência em idades avançadas, já que a mesma apresenta um impacto relevante na diminuição do risco para morbidade e/ou mortalidade por todas as causas e por doenças coronarianas (KRAUSE, 2007).

Em ordem de importância, devemos considerar que, após o impacto das alterações do sistema neuromuscular sobre a mobilidade e capacidade funcional do idoso, as alterações no sistema cardiovascular e respiratório geram um impacto negativo nas variáveis relacionadas à saúde e a qualidade de vida do idoso (MATSUDO, 2000).

Segundo o mais recente relatório da Comissão Independente Mundial de Alto Nível da World Health Organization (WHO) sobre as DCNTs, é urgente que sejam pensadas estratégias que visem o tratamento de enfermidades crônicas e transtornos mentais, necessitando dessa forma de um maior compromisso político para que sejam colocadas em prática ações capazes de combater a epidemia de DCNTs, já que essas são as principais causas de morte e de problemas de saúde no mundo (WHO, 2018).

Nos Estados Unidos da América (EUA), dois em cada três idosos possuem vários tipos de condições crônicas que os levam a gastar em média 66% do seu orçamento com saúde, o que é preocupante, pois representa mais da metade da renda sendo usada apenas em um setor de suas vidas (ZALESKI et al., 2016). No Brasil, entre 2002 a 2006 houve um aumento de 9,6% com o gasto total em saúde, enquanto que as despesas relacionadas aos medicamentos tiveram aumento de 123,9% nesse mesmo período (VIEIRA e MENDES, 2009).

Como a maioria dos fatores de risco (inatividade física, má alimentação, consumo excessivo de álcool, etc.) associados às DCNTs aumenta com a idade, a prática regular de atividade física[2] vem sendo considerada uma opção essencial para amenizar os declínios funcionais relacionados ao envelhecimento, consequentemente, ajuda a melhorar a saúde e a incapacidade entre idosos, possibilitando que estes tenham uma melhor qualidade de vida (ACSM et al., 2009).

[2] Atividade física: Atividade física é “qualquer força exercida pelos músculos esqueléticos que resulte em gasto de energia acima do repouso” (CASPERSEN et al., 1985). Isso inclui caminhar ou andar de bicicleta para transporte, dança, jogos tradicionais e passatempos, jardinagem e trabalho doméstico, bem como esporte ou exercício deliberado. O esporte geralmente envolve alguma forma de competição, e o exercício geralmente é feito deliberadamente para melhorar a saúde (WHO, 2006).

Em especial, as doenças cardiovasculares são as que mais matam no mundo segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2017). De acordo com a OMS (2017) as principais causas de mortalidade no mundo nos últimos 15 anos foram a cardiopatia isquêmica e o acidente vascular cerebral. Essas doenças provocaram 15 milhões de mortes em 2015.

Logo, com todas as alterações que ocorrem devido à senescência[3] e a senilidade[4], aumentam as chances de aparecerem essas DCNTs, sendo elas uma grande parte dos problemas de saúde enfrentados por idosos–e que podem levar a dependência, isolamento social e perda da funcionalidade e autonomia (JACOB FILHO et al., 2012), impactando nas políticas públicas de saúde (OMS, 2005). No entanto, muitas delas podem ser prevenidas ou retardadas quando o indivíduo adota comportamentos mais saudáveis (OMS, 2005). Até mesmo para as pessoas que apresentam declínios nas suas capacidades físicas e mentais é importante a presença de ambientes que possam dar apoio e suporte para garantirem uma vida mais digna e saudável (OMS, 2015).

Dentre todos os comportamentos saudáveis, destaca-se que os indivíduos que possuem um estilo de vida ativo envelhecem mantendo melhores níveis de capacidade funcional, evitando problemas de saúde pública, como o aumento do risco de institucionalização do idoso (DEL DUCA et al., 2012), fazendo da prática regular de exercícios físicos uma importante aliada para a prevenção e tratamento dos vários tipos de DCNTs (FIUZA-LUCES et al., 2013).

Podemos afirmar então que as DCNTs, estando associadas com o processo do envelhecimento, passam a ser um grande desafio para a saúde pública, principalmente no Brasil e nos países em desenvolvimento, que possuem uma disparidade socioeconômica muito grande (OMS, 2005). Além disso, as alterações nos estilos de vida das sociedades contemporâneas – mudança dos hábitos alimentares, aumento do sedentarismo e do estresse – e a crescente expectativa de vida da população, colaboraram para que houvesse maior presença das enfermidades crônicas, tendo o Brasil apresentado nas últimas décadas as principais causas de óbito e incapacidade prematura devido as DCNTs (VERAS, 2015). Sendo assim, o fato de a longevidade ter aumentado está diretamente associado com os riscos

---

[3] Senescência: É o processo natural do envelhecimento ou o conjunto de fenômenos associados a esse processo. É a somatória de alterações morfológicas e funcionais atribuídas aos efeitos dos anos sobre o organismo. (JACOB FILHO et al., 2012).

[4] Senilidade: É denominada como envelhecimento patológico, ou seja, está associada com os danos à saúde associados ao tempo, porém causados por doenças ou maus hábitos de vida (JACOB FILHO et al., 2012).

para que essas doenças apareçam e, consequentemente, isso afetará na qualidade de vida de pessoas idosas, como já observado anteriormente (LLOYD-SHERLOCK et al., 2012; MEIRELLES et al., 2010; SMITH, 2010).

Dessa forma, mediante ao panorama do envelhecimento aqui apresentado, é necessária uma preocupação em manter níveis de atividade física mais elevado no idoso, de modo a contribuir para sua independência funcional de forma saudável (LIMA, 2013). Para isso, os objetivos das políticas públicas voltadas para o envelhecimento devem incluir informação e programas de intervenção que sejam capazes de incentivar a manutenção de um estilo de vida mais ativo, o aumento da interação social e o engajamento em atividades desportivas, culturais, de lazer e de trabalho, buscando a melhoria das capacidades funcionais e a promoção da independência de forma rotineira em todos os níveis (FARINATTI, 2008).

Pautada nessa necessidade, uma das políticas públicas que foi pensada com intuito de estimular e aumentar a quantidade de atividade física pelas populações de uma forma geral é a instalação de equipamentos de fácil acesso e uso, e com boa durabilidade, nas praças (COHEN et al., 2007).

Esse tipo de projeto de política pública teve uma grande repercussão em diversas cidades brasileiras, com a adoção de equipamentos em espaços conhecidos como Academias ao Ar Livre (AALs) (LIMA, 2013). Essas academias na maioria das cidades brasileiras estão instaladas em locais públicos, como parques e praças, e tendem a causar um impacto positivo no nível de atividade física da população, por proporcionar a oportunidade de cumprimento das recomendações mínimas de atividade física do Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM) de 150 minutos semanais (KRUCHELSKI; GRANDE; WENDLING, 2011).

Na cidade do Rio de Janeiro essas academias também se destacaram como projeto de política pública e, segundo Harris (2017), a maior parte dos idosos entrevistados em seu estudo justificou ingressar no projeto Rio ao ar livre (RAL), como foi nomeada a academia na cidade citada, principalmente por motivos relacionados à prevenção e/ou tratamento de problemas de saúde, o que demonstra que a própria população já entende o papel fundamental da prática regular de exercícios físicos na manutenção da saúde. Entretanto, sabe-se que os exercícios físicos para trazerem benefícios devem atender à recomendações mínimas quanto a intensidade e volume do trabalho desenvolvido (ACSM, 2011), no entanto, um grande problema dos equipamentos das RALs é saber como quantificar o esforço físico gerado pelos

mesmos, pois esses apresentam algumas limitações logísticas devido à sua natureza autoexecutável e por não utilizarem cargas que possibilitem o aumento da intensidade do exercício, utilizando apenas o peso corporal do executante com sobrecarga (LIMA, 2013).

Assim sendo, o objetivo central do presente estudo é verificar se durante uma sessão de treinamento do protocolo da Academia RAL o idoso atinge as recomendações para intensidade e custo energético que, segundo o ACSM (2011), deve ser entre 40% a 85% da FCR[5] e/ou do VO_2R[6], de 3,2 a 6,7 METs[7], e 150 a 400 kcal por sessão para promover melhorias na aptidão cardiorrespiratória e manutenção da saúde no dia-a-dia, evitando que as DCNTs se manifestem.

Objetivo geral

Investigar se um simples protocolo de exercício combinado realizado nas RALs atinge as recomendações mínimas do ACSM para intensidade (METs, %FCR, e %VO_2R) e custo energético (mínimo de 150 kcal por sessão) em idosos.

Objetivos específicos

- Investigar as respostas fisiológicas agudas induzidas pelo circuito combinado das **RAL's** em idosos.
- Verificar se as variáveis de FC, VO_2, METs, e custo energéico atingem valores mínimos sugeridos pelas principais instituições de saúde para induzir melhorias de forma crônica no sistema cardiorrespiratório de idosos.

Justificativa e Relevância do Estudo

Diante da importância da RAL enquanto política pública da cidade do Rio de Janeiro e da quantidade insuficiente de informações acerca do impacto de suas academias sobre aspectos relacionados à saúde dos seus frequentadores, este estudo justifica-se por pretender agregar informações sobre a temática em questão, ajudando a compreender como treinamentos combinados podem influenciar no desenvolvimento do sistema cardiorrespiratório e da força muscular, componentes considerados fundamentais para a preservação da capacidade funcional e para o controle de DCNTs relacionadas à esse

[5] Frequência cardíaca de reserva (FCR) = ($FC_{máx}$ – FC de repouso) x % intensidade + FC de repouso)
[6] Consumo de oxigênio de reserva (VO_2R) = ($VO_{2máx}$ – VO_2 de repouso) x % intensidade + VO_2 de repouso
[7] Equivalentes metabólicos (METs)

sistemas, já que a sua regressão biológica provoca perda de autonomia, contribuindo para a diminuição da independência e redução da qualidade de vida em idades mais avançadas (KANEGUSUKU et al., 2011; DESLANDES, 2013). Além disso, com esse estudo pode-se reforçar sua importância enquanto projeto de política pública que oferta exercício físico de forma gratuita, principalmente que atenda a população idosa, cuja maioria dos indivíduos já apresenta diversos tipos de doenças ou limitações no dia-a-dia, necessitando assim de maiores cuidados com a saúde física e mental.

Para alcançar os objetivos traçados, o presente estudo apresenta um capítulo com uma revisão de literatura que aborda o processo do envelhecimento, as recomendações de exercícios pelas principais instituições de saúde, estudos com treinamento concorrente e a proposta das RAL's, com finalidade de ofertar uma aproximação com o tema central investigado, servindo como um embasamento teórico; e um segundo capítulo que apresenta um estudo original intitulado "Estresse fisiológico induzido por uma simples sessão de exercício combinado na Academia Rio Ar Livre: um estudo em idosos", desenvolvido para verificar as respostas fisiológicas agudas obtidas no circuito combinado da academia RAL sobre o sistema cardiorrespiratório de idosos e se essas respostas atingem percentuais mínimos dos principais posicionamentos da área da saúde, com intenção de manter e promover saúde e independência funcional de idosos.

1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Recomendações gerais para a prática de atividades físicas em idosos

A perda do equilíbrio homeostático ocorre gradativamente em função das mudanças mentais e orgânicas, que em longo prazo poderão afetar negativamente a independência funcional da população idosa e, em última análise, a qualidade de vida dessa população (CANCELA, 2007).

Birren e Schroots (1996) dividem o envelhecimento em três etapas: o envelhecimento primário, o envelhecimento secundário e o envelhecimento terciário.

O envelhecimento primário é o processo natural do envelhecer, também conhecido como senescência. Ocorre em qualquer indivíduo ou ser vivo de forma gradativa e progressiva, sofrendo com os efeitos cumulativos ao longo dos anos, além de ter a influência de fatores determinantes para o envelhecimento como: o estilo de vida, posição social, exercícios e alimentação. O envelhecimento secundário é marcado pelo aparecimento de doenças, que podem ser desde lesões vasculares à cancros e cerebrais, ambas sofrendo influência de acontecimentos externos que ocorrem de maneira diferente de indivíduo para indivíduo. Por fim, o envelhecimento terciário, ou terminal, é a fase em que o indivíduo apresenta profundas perdas físicas e cognitivas em decorrência do surgimento de doenças e dos efeitos acumulados no organismo com o passar do tempo (BIRREN e SCHROOTS, 1996).

Como já citado anteriormente, o exercício físico é aceito como uma das melhores formas de se manter a saúde e atingir a longevidade, sendo essencial em todas as fases da vida, porém, ganha em importância conforme vamos envelhecendo quando há perda de aptidão física e consequentemente da saúde. O exercício físico tem um papel relevante para a manutenção do nível da aptidão cardiorrespiratória, além da manutenção da massa muscular e óssea, que são imprescindíveis também para a manutenção da autonomia funcional dos idosos, permitindo que estes permaneçam realizando suas tarefas de vida diária (FRANCISCO et al., 2006).

Muitas organizações renomadas procuram orientar a população em geral, e pessoas idosas especificamente, no que diz respeito às recomendações para a prescrição de exercícios físicos, sendo que as recomendações do ACSM têm sido as mais aceitas pela área acadêmica e na intervenção. Entretanto, todos os posicionamentos oficiais encontrados na literatura podem ser vistos no Quadro 1.

Quadro 1- Posicionamentos oficiais com recomendações para a prática de exercícios físicos.

Instituições	**ANO**	**Tipos de exercícios**	**Freq. Semanal**	**Intensidade/volume**
Centers for disease control and prevention (CDC) e American College of Sports and Medicine (ACSM)	1995	Aeróbio, Força e Flexibilidade	3 ou mais	20-60 min, 60-90%$FC_{máx}$ ou 50-85%$VO_{2máx}$
American College of Sports and Medicine (ACSM)	1998	Ciclismo, caminhada, etc. 8-10 exercícios de força envolvendo grandes grupamentos musculares Exercícios estáticos ou dinâmicos, envolvendo grandes grupos musculares	3 a 5	20-60 min contínuo ou sessões acumuladas de 10 min ao longo do dia, 55-90%$FC_{máx}$ ou 40-85%VO_2R ou FCR Múltiplas séries, 8-12 RM ou 10-15 para pessoas frágeis
Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte (SBME) e Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia (SBGG)	1999	Aeróbio Força envolvendo grandes grupamentos musculares Alongamento estático	Todos os dias 2-3 2-3	30-90 min, 40-75%$VO_{2máx}$ ou 55-85%$FC_{máx}$ Idosos frágeis: 5-10 min acumulados ao longo de dia 60% de 1RM com 2-3 séries de 6-12 rep

Fonte: O autor, 2018.

Quadro 1-Posicionamentos oficiais com recomendações para a prática de exercícios físicos (Continuação).

American College of Sports and Medicine (ACSM) e American Heart Association (AHA)	2007	Aeróbio Força 8-10 exercícios envolvendo grandes grupamentos musculares Alongamento estático envolvendo grandes grupamentos musculares Equilíbrio	3-5 2 ou mais 2 3	20-30 min, intensidade moderada/vigorosa 10-15 rep/série (moderado/vigoroso) 10 min, 3-4 séries de 30-40 seg
Health and Human Services (HHS)	2008	Aeróbio Força Equilíbrio	5 2 ou mais 3	2,5 h/sem ou 30 min/dia 2-3 séries de 8-12 rep (fadiga voluntária) moderada/vigoroso (idoso com risco de queda: 30 min/2 ou mais vezes/sem) Moderado
American College of Sports and Medicine (ACSM)	2009	Aeróbio Força envolvendo grandes grupamentos musculares Alongamento estático envolvendo grandes grupamentos musculares Equilíbrio	150-300 min / 75-150 min 2 2 Sempre que possível	30-60 min intensidade moderada / 20-30 min intensidade vigorosa. Idoso frágil: 5-10 min acumulados ao longo do dia 8-12 rep intensidade moderada a vigorosa Intensidade moderada

Fonte: O autor, 2018.

Quadro 1- Posicionamentos oficiais com recomendações para a prática de exercícios físicos (Continuação).

World Health Organization (WHO) e European Union (EU)	2009	Aeróbio Força Flexibilidade Equilíbrio	3-5 2-3 2-3	30 min (moderada), 20 min (moderada e vigorosa) ou 10 min (intensidade vigorosa)
World Health Organization (WHO)	2010	Aeróbio Força envolvendo grandes grupamentos musculares Equilíbrio	5 2 ou mais 3 ou mais	150 min/sem (moderada), 75 min/sem (vigorosa ou combinando moderada e vigorosa). ≥ 65 anos 300 min/sem moderado ou 150 min/sem vigoroso
American College of Sports and Medicine (ACSM)	2011	Aeróbio envolvendo grandes grupos musculares Força envolvendo grandes grupos musculares Flexibilidade – alongamento estático	3-5 2-3 2-3	40-85%FCR ou VO_2R, 20-60 min com intensidade moderada a vigorosa 50-84% de 1RM, 8-12 rep 30-60 seg por segmento com desconforto

Legenda: 1RM: uma repetição máxima; RM: repetições máximas; $FC_{máx}$: frequência cardíaca máxima; FCR: frequência cardíaca de reserva; $VO_{2máx}$: consumo de oxigênio máximo; VO_2R: consumo de oxigênio de reserva.

Fonte: O autor, 2018.

Para que os exercícios físicos possam provocar adaptações positivas a longo prazo no sistema cardiorrespiratório, assim como ocorre nos demais sistemas orgânicos, tais recomendações quanto ao volume e intensidade da atividade deveriam ser atendidas pelo praticante (ACSM et al., 2011). A intensidade de esforço normalmente é avaliada pela frequência cardíaca (FC), consumo de oxigênio (VO_2) ou pelos equivalentes metabólicos (MET) atingidos durante o esforço.

O MET é múltiplo da taxa metabólica basal, e equivale a energia suficiente para uma única pessoa se manter em repouso, representado na literatura pelo VO_2 de aproximadamente 3,5 $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ (DHHS, 2008). O ACSM (2011) sugere que a unidade MET seja utilizada como método para apontar e comparar a intensidade absoluta e o gasto energético de diferentes atividades físicas. Nesse contexto, o conceito de MET é aplicado para orientar a população em relação ao gasto energético das atividades praticadas, sendo assim, é uma medida de intensidade de esforço (AINSWORTH et al., 2000; PORTO et al., 2008). Os valores do MET para intensidades absolutas e de acordo com a idade, podem ser visualizados no Quadro 2.

Quadro 2- Valores da intensidade absoluta e por idade do MET.

INTENSIDADE	**Intensidade absoluta (MET)**	**Intensidade absoluta por idade (MET)**		
		Jovens 20 a 39 anos	**Meia idade 40 a 64 anos**	**Idosos ≥ 65 anos**
Muito leve / Leve	< 2,0 / 2,0 -2,9	< 2,4 / 2,4 -4,7	< 2,0 / 2,0 - 3,9	< 1,6 / 1,6 - 3,1
Moderada	3,0 - 5,9	4,8 - 7,1	4,0 - 5,9	3,2 - 4,7
Vigorosa	6,0 - 8,7	7,2 - 10,1	6,0 - 8,4	4,8 - 6,7
Próxima do máximo	≥ 8,8	≥ 10,2	≥ 8,5	≥ 6,8

Fonte: ACSM, 2011.

1.2 **Respostas fisiológicas agudas e crônicas ao exercício concorrente**

Dois sistemas orgânicos muito importantes para a manutenção da saúde e da autonomia funcional de idosos são o cardiorrespiratório e o neuromuscular. O cardiorrespiratório, assim como os demais sistemas, sofre declínios de suas funções gradativamente conforme envelhecemos, apresentando dificuldade na realização das trocas gasosas do meio interno com o meio externo (captação de O_2 e liberação de CO_2), afetando principalmente a realização de esforços físicos (MATSUDO et al., 2000). Com isso, torna-se cada vez mais difícil a realização de atividades rotineiras e a manutenção de uma boa saúde, afetando negativamente a qualidade de vida do idoso e, consequentemente, tornando-se indispensável a manutenção de um nível mínimo de aptidão cardiorrespiratória (TALBOT et al., 2000; PIMENTEL et al., 2003).

O sistema musculoesquelético, assim como o sistema cardiorrespiratório, também sofre perdas ao longo dos anos, sendo nesse caso a diminuição da massa muscular (sarcopenia) e, consequentemente, da força muscular, que é influenciada diretamente pela quantidade de massa muscular perdida (MCARDLE et al., 2002; FAULKNER, et al., 2007). Em média, um idoso perde aproximadamente de 30% a 40% da sua força muscular quando atingi os 70 anos de idade, enquanto reduz de 25 a 30% a área de secção transversa dos músculos. Ressalta-se que a massa muscular tem sua perda variando de 1 a 2% ao ano já a partir dos 50 anos de idade (MCARDLE et al., 2002; FAULKNER, et al., 2007).

Os benefícios proporcionados pela prática regular de exercícios físicos na saúde dos praticantes já são bem definidos, assim como já há consenso sobre ser necessário adotar ao longo da vida programas de exercícios físicos que incluam as atividades aeróbias, juntamente com as atividades de contrarresistência (HASKELL, 2007).

Uma modalidade de exercícios físicos conhecida como treinamento combinado ou concorrente trabalha em uma mesma sessão de treinamento esses dois dos mais importantes componentes da aptidão física, a aptidão cardiorrespiratória e a força muscular (BELL et al. 2000; HAKKINEN et al., 2003; HASKELL et al., 2007). No estudo de Delagardelle et al., (2012), por exemplo, os voluntários que praticaram exercício combinado apresentaram uma melhora do VO2pico, da função ventricular (lado esquerdo) e da força muscular.

A modalidade de exercícios físicos desenvolvida nas RALs pode ser considerada como treinamento concorrente, uma vez que é realizado em circuito combinando exercícios que estimulam a força e a aptidão cardiorrespiratória, dois componentes muito importantes para o desenvolvimento da aptidão física (CORDEIRO, 2015). Além desse benefício, outra vantagem dessa modalidade de exercício físico é que o tempo necessário para sua realização é menor do que quando se realiza o treinamento de força e aeróbio em sessões isoladas, o que para idosos poderia ser uma opção mais atrativa no que diz respeito a adesão à prática de exercícios físicos (DOBROSIELSKI et al., 2012; MANN et al., 2014).

Para uma melhor visualização e entendimento do que a literatura já nos traz de evidências sobre essa questão, o Quadro 3 apresenta estudos experimentais que investigaram o impacto de treinamentos combinados sobre a aptidão cardiorrespiratória em idosos.

Quadro 3- Artigos que investigaram os efeitos do treinamento combinado sobre a aptidão cardiorrespiratória e da força muscular em idosos.

ESTUDO	**AMOSTRA**	**INTERVENÇÃO**	**RESULTADOS**
CRESS et al., 1991	N: 27 GC - n 10; GEX –n 17 Mulheres ativas 72 ±6 anos	3 x sem/ 50 sem/ 1h por sessão; - 2 meses iniciais: 60%FCR, aquecimento, alongamento, 20 min. de dança (aeróbio) e calistenia; - Após 2 meses: circuito com pesos trabalhando, calistenia, subidas em escada e dança; - Após 4 meses: 75% FCR, dança, subida de escada com sobrecarga	GEX: ↑ $VO_{2máx}$; ↑ força muscular dos músculos da coxa; ↑fibras do tipo IIb.
FERKETICH et al., 1998	N: 21 Mulheres sedentárias GC: n 6 (69.8±2 anos) GE: n 8 (69.2±1.7 anos) GES: n 7 (67.2±1.5 anos)	12 sem /3 x sem/ 30 min. aeróbio em cicloergômetro (70-80%$VO_{2máx}$)/ Força (80% 10RM) - GE: aeróbio - GES: aeróbio e força	GE e GES: ↑ $VO_{2máx}$ GES: ↑ força muscular; ↑ resistência submáxima; ↑ fibras do tipo I

Fonte: O autor, 2018.

Quadro 3- Artigos que investigaram os efeitos do treinamento combinado sobre a aptidão cardiorrespiratória e da força muscular em idosos (Continuação).

TSUJI et al., 1999	N: 65 Homens e mulheres com estilo de vida saudável GC: n 33 (66.9 ±3.0 anos) GEX: n 32 (67.3 ±4.8 anos)	25 sem. / 3 x sem, 2h/ 30' de aquecimento/ 20 min. a 30 min. de aeróbio em cicloergômetro/ Força com borracha; 20 min. de alongamentos - GEX: aeróbio (FC) e força (aumento gradual do n. de repetições) - GC: Mantiveram seu estilo de vida normalmente.	GEX: ↑ $VO_{2máx}$
FUJITA et al., 2003	N: 62 Homens e mulheres (60 a 81 anos) GC: n 33 GEX: n 32	25 sem./ 2x sem/ 2h p/sessão/ Cicloergômetro 10 min. a 25 min./ 6 exercícios de força com faixa elástica - GEX: Cicloergômetro 50-60 RPM (FC alvo); força, (aumento gradual do n. de repetições)	↑ atividade física no dia-a-dia, principalmente em idosos com ≥70 anos; ↑ gasto energético total diário.

Fonte: O autor, 2018.

Quadro 3- Artigos que investigaram os efeitos do treinamento combinado sobre a aptidão cardiorrespiratória e da força muscular em idosos (Continuação).

VERNEY et al., 2006	N: 10 Homens saudáveis e ativos (70 a 76 anos)	3x sem. / 14 semanas/ 12 min. de endurance M.M.I.I. em cicloergômetro de pernas (75% a 95% da $FC_{máx.}$) e 12 min. de força M.M.S.S. (3 a 20 RM, variando para alguns exercícios)/ alternados 3x/ 72 min. de treino. - Treino de endurance: - 2x4 min. + 2x1 min.+ 2 min. de recuperação ativa. - Treino de força: aumento gradual das cargas.	↑ 11% e 18% do $VO_{2máx.}$ em ambos os cicloergômetros; $VO_{2máx.}$ > no cicloergômetro de braços; potência de pico aeróbia > cicloergômetro de pernas; ↑ VE semelhante em ambos; ↓ percentual de gordura corporal.
CADORE et. al., 2010	N: 23 homens idosos e saudáveis e não engajados em programas de treinamento no último ano (65 ±4 anos) GE: 8 GS: 7 GTC: 8	12 sem./ 3x sem. - GS: aproxim. 40 min. de treino de força; progressão do treino com aumento progressivo das cargas. GE: cicloergômetro (intensidade do 2º LV); progressão do treino: 20’ a 80% da FC (LV), progredindo para 6 sessões de 4 min. a 100% da FC (LV) - GC: Combinação dos treinos do de força e de endurance, iniciando pelo treino de força.	↑ $VO_{2máx.}$ nos grupos GE e GTC; nenhuma modificação dessa variável no grupo GS.

Fonte: O autor, 2018.

Quadro 3- Artigos que investigaram os efeitos do treinamento combinado sobre a aptidão cardiorrespiratória e da força muscular em idosos (Continuação).

CADORE et al. 2011a	N: 23 (65 ±5 anos) Homens saudáveis e sedentários. GS: n 8 GE: n 7 GTC: n 8	12 sem de treino/ 3x sem./ aprox. 40 min. de treino de força (6 a 20 RM)/ aprox. 70 min. de treino combinado; aeróbio: 80% da FC (LV), progredindo para a 100% FC (intensidade do 2º LV da FC) - GS:; aumento progressivo das cargas. - GE: cicloergômetro 20 min. progredindo para 6x 4 min. - GTC: Combinação dos treinos de força e aeróbio, início pelo de força.	↑ $VO_{2máx.}$ nos grupos GE e GTC; ↑ economia de movimento durante atividade aeróbia em ambos os grupos.
CADORE et al. 2011b	N: 26 (64.7±4 anos) Homens inativos de treino (últimos 12 meses) GSE: n 13 (Força + Aeróbio) GES: n 13 (Aeróbio + Força).	3x sem/ 12 sem de treino/ força (progrediu aumentando as cargas); Cicloergômetro: 20 min. (80% da $FC_{máx}$, progrediu para 6x 4' a 100% da $FC_{máx}$) - GSE: treino de força, depois aeróbio. - GES: treino aeróbio, depois força.	↑ $VO_{2máx}$ e o VO_{2pico} em ambos os grupos.

Fonte: O autor, 2018.

Quadro 3- Artigos que investigaram os efeitos do treinamento combinado sobre a aptidão cardiorrespiratória e da força muscular em idosos (Continuação).

LOCKS et al., 2012	N: 11 Homens e mulheres (70 ± 5 anos inativos de programas de atividade física nas últimas 4 semanas no mínimo)	2x sem/ 12 sem.; 20 min. de caminhada (parâmetro para intensidade: teste de caminhada de 6 min. e a distância obtida em metros); Exercícios de força com caneleira para M.M.I.I. 75% de 10 RM, 3x8 repet.	↑ distância percorrida pelos idosos; ↑ cardiorrespiratório entre a 8º e 12º semana de treino, e após o período de destreinamento esse ganho se manteve.
CAMPOS et al., 2013	N: 22 (≥60 anos) GC= n 3 GES (Aeróbio seguido de força): n 5 GSE (Força seguido de aeróbio): n 5 GE (aeróbio): n 5 GS (força): n 4	3x sem/ 12 sem; Exercícios de Força (progredindo com aumento de carga); Aeróbio 20 min. a 30 min. (progredindo de 65% a 85% $FC_{máx.}$)	↑ potência aeróbia iguais no treinamento combinado; Não ocorreram melhorias do pré para o pós-treinamento nos grupos GES e GSE.

Fonte: O autor, 2018.

Quadro 3- Artigos que investigaram os efeitos do treinamento combinado sobre a aptidão cardiorrespiratória e da força muscular em idosos (Continuação).

FERRARI et al. 2013	N: 24 (60 ±4 anos) Homens saudáveis ativos regularmente em programa de treinamento com exercícios (5 meses antes) GSE2: n 12 GSE3: n 12	2x e 3x sem/ 10 sem; Treino de força (progredindo com aumento de carga); Aeróbio 30 min. em cicloergômetro a 85%-95% do 2º limiar ventilatório (LV) - GSE2: Treinamento de força 2x sem.; - GSE3: mesmo treino 3x sem. - Aeróbio 2x sem.;	↑ Adaptações neuromusculares e cardiovasculares similares em ambos os grupos; ↑ $VO_{2máx.}$, força muscular e da potência máxima em cicloergômetro no grupo GSE3.
LIBARDI et al., 2014	N: 25 (64,7 ± 4,1 anos) idosos sedentários GC: n 7 GTC: n 8 GTC – RFS: n 10	4x sem/ 12 sem.; aeróbio (60% a 85% $VO_{2máx.}$); força (70% a 80% 1RM); força com RFS (20% a 30% 1RM). - GTC: Aeróbio: caminhar ou correr 400m de uma pista por 40 min.a 50 min. a - Força: leg press, 4x10 repet. - GTC – RFS: Similar ao protocolo anterior, mas com restrição do fluxo sanguíneo; 1x30 repet. e 3x15 repet.	↑ $VO_{2máx.}$, área de secção transversa do quadríceps e teste de 1RM do pré para o pós teste em ambos os grupos GTC e GTC-RFS.

Fonte: O autor, 2018.

Quadro 3- Artigos que investigaram os efeitos do treinamento combinado sobre a aptidão cardiorrespiratória e da força muscular em idosos (Continuação).

SOUSA et al., 2014	N: 59 (6.9 ± 5 anos) Homens (65 a 79 anos) sem histórico de exercícios anteriormente GC: 20 (69.0 ± 3.7 anos); GTA: n 19 (71.7 ± 4.7 anos) GTC: n 20 (68.5 ± 3.5 anos)	3x sem./ 32 sem.; intensidade mod. a vigorosa (pontuação 12 e 13 na escala de Borg e 50% a 69% 1RM); - GTA: 2x/sem treinamento terrestre e 1x/sem aquático, dividido em 4 microciclos; - GTC: mesmo formato que o grupo GTA, mas substituiu por um dia de treinamento de força (circuito com 7 exercícios.	↑ aptidão funcional, mais no GTC do que o GTA. ↑ flexibilidade e da força no grupo GTC.
WIHELM et al., 2014	N: 36 (65,8 ± 5,3 anos) Homens GC: n 13 (65,8 ± 5,3 anos) GES: n 11 (63,2 ± 3,3 anos) GSE: n 12 (67,1 ± 6,1 anos)	2x/sem/ 12 semanas; Exercícios de força executados em máquinas e realizando a fase concêntrica o mais rápido possível, e controlando a excêntrica; Aeróbio em bicicleta estacionária/cadência em 80 a 90 RPM (FC relativa ao 2º LV). - Progressão dos exerc. de força e aeróbio (aumento progressivo das cargas/ aumento do tempo e intensid.)	↑ força máxima e da potência de pico.

Fonte: O autor, 2018.

Quadro 3- Artigos que investigaram os efeitos do treinamento combinado sobre a aptidão cardiorrespiratória e da força muscular em idosos (Continuação).

BURICH et al., 2015	N: 33 6 Homens e 27 mulheres (63,2 ± 4,7 anos) GTA: n 17 GTCOM: n16	3x/sem, 40 min. de treino/ 12 sem/ cicloergômetro a 65% da FCR/ força com aumento progressivo de carga - GTA: 2 x 20 min. - GTCOM: 20 min. cicloergômetro + 20 min. exercícios de força	↑ VO_{2max} em ambos os grupos; ↑ significativo no treino de força isolado.
OZAKI et al., 2016	N: 12 mulheres não treinadas (60 ± 2 anos) GEMod.: n 6 GEHigh: n 6	8 sem de treino/ 3x sem./ 9 exercícios de força em circuito; aeróbio (caminhada a 55% e 75% VO_{2pico}). - GEMod.: Treinamento de circuito com pesos; aeróbio realizando caminhada de 40 s. - GEHigh: Mesmo treino de circuito com pesos e nos intervalos foram realizados 30 s de caminhada.	↑ $VO_{2máx}$ no treino em circuito combinado incluindo exercícios de força com cargas baixas e caminhadas com intensidade mais alta.
CHOW et al., 2018	N: 16 idosos saudáveis (70.7 ± 5.6 anos), 8 homens e 8 mulheres GEX: n 16	1 treino combinado com uso de analisador de gases; 4 exercícios das academias da praça; 3 min. p/cada exercício - Simul. de caminhada e simulador de esqui: 3 tempos de 80, 100 e 120 bpm; - Alongador de quadril e alongador duplo dos braços: giro	↑ moderado do gasto energético e do nível de atividade física no simulador de caminhada e simulador de esqui.

		a 60 bpm e puxada a 80 bpm respectivamente;	

Legenda:GC: Grupo controle; GE: Grupo endurance; GS: Grupo força; GES: Grupo endurance e força; GSE: Grupo força e endurance; GEX: Grupo de exercitantes; GTC: Grupo treinamento concorrente; GTCOM: Grupo de treinamento combinado; GTC-RFS: Grupo treinamento concorrente com restrição de fluxo sanguíneo; G PACE: Grupo exercícios anaeróbios/aeróbios acomodativos em circuito progressivo; GSE2: Grupo força 2x/sem; GSE3: Grupo força 3x/sem; GTA: Grupo de treinamento aeróbio; GTF: Grupo de treinamento de força; GEMod.: Grupo de treinamento aeróbio com intensidade moderada; GEHigh: Grupo de treinamento aeróbio com intensidade alta; LV: Limiar ventilatório; ↑: Aumento; ↓: Diminuição; $VO_{2máx.}$: Consumo máximo de oxigênio; FCR: Frequência cardíaca de reserva; $FC_{máx}$: Frequência cardíaca máxima; VE: Volume expirado de ventilação por minuto; Bpm: Batimentos por minuto; RM: Repetição máxima; RPM: Rotações por minuto; M.M.I.I.: Membros inferiores; M.M.S.S.: Membros superiores; min: minutos; s: segundos.

Fonte: O autor, 2018.

Como já ressaltado, a diminuição da massa muscular e $VO_{2máx}$ está associada ao aparecimento de doenças cardiovasculares, sendo assim, é indispensável a manutenção de bons níveis de aptidão cardiorrespiratória ao longo da vida, assim como da massa muscular, para que pessoas idosas desfrutem de sua independência funcional (DESLANDES et al., 2013; KANEGUSUKU et al., 2011). Para tanto, a prática regular de exercícios físicos vem sendo defendida por sua eficácia com relação a melhora da saúde e no tratamento de doenças crônicas, tornando-se cada vez mais imprescindível que os médicos compreendam a natureza abrangente do exercício físico em idosos, para que assim a prescrição desses possa ser mais eficaz, podendo ser projetada para maximizar o benefício da população em questão (ZALESKI et al., 2016). Para o desenvolvimento desses dois componentes da aptidão física voltada para a saúde o treinamento combinado vem sendo fortemente defendido para idosos (VERNEY et al. 2006).

Como pode ser visto no Quadro 3, a maioria dos estudos observaram melhorias no sistema cardiorrespiratório, foco principal desta revisão, apresentando mudanças positivas no $VO_{2máx}$. Para além disso, apresentaram também respostas positivas para a força e a resistência muscular. Entretanto, vale ressaltar que os estudos analisados apresentaram também metodologias muito diferenciadas, que precisam ser melhor discutidas.

Dos 17 estudos investigados, somente dois estudos não mostraram resultados tão favoráveis para melhora dos componentes aeróbio e de força. O estudo de Campos et al. (2013) não apresentou resultados que reforçam a ideia de que o treinamento combinado é eficaz para o desenvolvimento do sistema cardiorrespiratório. Investigando quatro grupos de exercícios (Aeróbio + Força; Força + Aeróbio; Somente Aeróbio; Somente Força) e um controle, não foram observadas melhorias significativas do pré para o pós-teste nos grupos que treinaram de forma concorrente, entretanto, os ganhos obtidos na potência aeróbia foram iguais entre os grupos que treinaram de forma concorrente e o aeróbio isoladamente. Em que pese seus resultados, este estudo apresenta limitações importantes como a falta de controle nutricional e o tamanho amostral pequeno (n = 22, sendo 5 em cada grupo de exercício e 3 no controle), o que pode ter influenciado na estatística final, consequentemente nos resultados que não mostraram respostas suficientes do treino combinado para melhora da capacidade aeróbia, além desse, outro motivo para que nenhum grupo tenha se destacado mais em relação ao outro pode ter sido o fato de que da 1º até a 6º semana do programa de treinamento

proposto pelos autores, o tempo para realizar a esteira, durante três vezes na semana, ficou entre vinte e vinte e cinco minutos com intensidade moderada, ou seja, não atingiu a faixa mínima recomendada pelo ACSM (2011), que é de 150 min por semana de exercício de intensidade moderada ou 75 min por semana de intensidade moderada e vigorosa combinadas.

Chow et al. (2018) foi o estudo mais recente encontrado por nós e o único que analisou respostas agudas do exercício combinado nas AALs. Utilizando um analisador de gases para obter as variáveis metabólicas ($VO_{2máx}$, VCO_2, METs, custo energético energético total), os sujeitos apresentaram respostas agudas ao exercício induzidas somente por dois equipamentos dos quatro utilizados para realizar a prática de exercício físico, mostrando um nível moderado de intensidade alcançada pelos idosos voluntários somente quando atingiam batimentos cardíacos próximos ou igual a 120. O estudo destes autores apresentou dados importantes quanto as respostas fisiológicas agudas para o gasto energético e o nível de intensidade dos exercícios realizados nesse tipo de academias (simulador de caminhada, simulador de esqui, alongador de cintura e alongador duplo dos braços). Comparando com o Compêndio de atividade física (2011), esse estudo mostrou que as máquinas de alongador de cintura e o alongador duplo de braços apresentam uma intensidade leve para os indivíduos idosos, enquanto que as máquinas de esqui e simulador de caminhada apresentam um valor considerado de nível moderado de acordo com a classificação do Compêndio (sedentário: <1,5 METs, atividade física leve: 1,6±2,9 METs, atividade física moderada: aproximadamente 3±6 METs, atividade física vigorosa: > 6 METs). O ACSM (2018) recomenda que o mínimo de atividade física, realizada para obter ganhos na saúde, seja de trinta minutos com intensidade moderada, durante cinco dias, ou de vinte a trinta minutos com intensidade vigorosa, durante três a cinco dias da semana, o que não foi observado neste estudo, pois nem o tempo de realização dos exercícios atingiu o mínimo recomendado, já que cada aparelho era executado durante três minutos. Contudo, podemos dizer que esse estudo é de grande relevância para reforçar a importância desse modelo de academias enquanto política pública, sendo capaz de promover em alguns de seus aparelhos estímulo a nível moderado para promover ganhos voltados para a saúde de idosos, possibilitando dessa forma um envelhecimento com menos malefícios. Porém, os aparelhos que não são capazes de induzir uma intensidade minimamente moderada devem ser revisados para que possam proporcionar respostas positivas na saúde e qualidade de vida de idosos. Além disso, as AALs são uma ótima proposta de atividade física gratuita, tornando-se uma opção para combater o sedentarismo e as DCNTs que acometem principalmente pessoas idosas.

O estudo de Cress et al. (1991), o mais antigo encontrado em nossa busca, investigou um protocolo de exercícios utilizando a calistenia[8], realizando exercícios para todo o corpo, sem ter aparentemente muitos gastos com recursos. Cress et al. (1991) encontraram resultados favoráveis, com aumento do $VO_{2máx}$, da força do quadríceps e da área das fibras do tipo IIb após 50 semanas desse treinamento com idosas, mostrando a importância de manter a frequência do treino combinado em um mínimo de três dias na semana e com duração acima de vinte minutos, como preconiza o ACSM.

Indo na mesma direção, comparando mulheres submetidas a dois tipos de treinamento (Só aeróbio e aeróbio + força), o estudo de Ferketich et al. (1998) encontrou aumentos significativos do $VO_{2máx}$ em ambos os grupos, além da força e do tempo de resistência à fadiga ao exercício submáximo somente no grupo combinado. Ressalta-se que as atividades de vida diária exigem um nível mínimo de esforço, portanto, o aumento da resistência à fadiga pode favorecer a manutenção de uma vida independente por parte dos idosos (HORTOBÁGYI et al., 2003). Outro ponto importante desse estudo é que a atrofia das fibras do tipo I relacionadas à idade podem ser revertidas com a combinação dos treinos aeróbio e de força. Os autores concluem ainda que o treinamento de força não compromete o desenvolvimento das adaptações cardiovasculares, reforçando mais ainda as vantagens de se realizar o treinamento combinado com idosos.

Apostando em metodologias bastante diferentes, mas igualmente eficientes para o desenvolvimento do sistema cardiorrespiratório, os estudos de Tsuji et al. (1999), Fujita et al. (2003) e Ozaki et al. (2016) investigaram a combinação de exercícios com faixa elástica, sendo que os dois primeiros estudos utilizaram cicloergômetro para a parte aeróbia, e trabalharam com uma progressão de aumento das repetições para os exercícios de força com elásticos, provavelmente por ter uma limitação no aumento da tensão desses elásticos. Já o estudo de Ozaki et al. (2016) se diferenciou dos outros na parte aeróbia, pois utilizou a caminhada com duas intensidades diferentes.

Ressalta-se que no estudo do Tsuji et al. (1999) o $VO_{2máx}$ melhorou de forma mais significativa em idosos que possuíam essa medida menor nos valores basais, do que os que tinham essa variável mais elevada, isso provavelmente ocorreu devido as adaptações fisiológicas ao exercício serem mais rápidas em indivíduos que não são treinados, do que

[8] Calistenia: É uma famosa forma de treinamento de força que inclui exercícios realizados com o peso do próprio corpo, sem ter a necessidade de utilizar qualquer máquina para se exercitar. Além disso, é capaz de fornecer meios benéficos e seguros para o desenvolvimento e manutenção da força funcional, resistência muscular, coordenação e flexibilidade (ACSM et al, 1998; O'SHEA, 1985; POLLOCK et al., 1978; SHVARTZ et al., 1971).

indivíduos com um tempo maior de treinamento (ACSM et al., 2002). No estudo de Fujita et al. (2003) os resultados foram semelhantes aos do estudo de Tsuji et al. (1999), pois os idosos apresentaram um melhor desempenho na realização de atividades diárias, pois aumentaram a frequência com que os faziam, e isso repercutiu positivamente até seis meses depois de concluírem o treinamento, principalmente em septuagenários, ressaltando a importância de se começar um programa de atividade física, independente da idade (FUJITA et al., 2003).

Com um método um pouco diferente, Ozaki et al. (2016) utilizaram em seu protocolo de treinamento exercícios de força muscular usando o elástico e o peso corporal (cargas leves) para ambos os grupos investigados, combinados com caminhadas de intensidades leves e moderadas de acordo com o grupo. Os autores encontraram resultados positivos para o aumento do VO_2máx. no grupo que treinou caminhada com a intensidade de 75% do VO_2pico. Porém, o grupo que treinou com a intensidade de 55% do VO_2pico na caminhada não obteve os mesmos ganhos para o treinamento aeróbio isolado, contradizendo dessa forma o que preconiza o ACSM, órgão responsável por estabelecer o protocolo utilizado pelos autores para a melhoria do sistema cardiorrespiratório, ou seja, intensidades na faixa de 40% da FCR ou VO_2R, ou 46% do $VO_{2máx}$ e 64% da $FC_{máx}$, porém, essa intensidade foi estabelecida para o treinamento aeróbio isolado, e não para o combinado, dessa forma, é possível que haja a necessidade que seja feito um ajuste na intensidade da caminhada para obter melhorias nas respostas fisiológicas (ACSM, 2011).

O estudo de Verney et al. (2006) também apresentou um diferencial metodológico com relação aos demais estudos até aqui apresentados. Verney et al. (2006) utilizaram um cicloergômetro de pernas com um aumento da intensidade no minuto final, enquanto no treino de força usaram somente exercícios para a parte superior do corpo. A potência de pico aeróbia foi maior no cicloergômetro de pernas e a volume expirado de ventilação por minuto (VE) aumentou de forma semelhante em ambos os treinos, mostrando que mesmo sem treinar a força especificamente para os membros inferiores, o cicloergômetro de pernas com a variação de intensidades foi suficiente para gerar juntamente com o treino de força de tronco e membros superiores uma melhora no sistema cardiorrespiratório.

O grupo de Cadore produziu três estudos voltados para o conhecimento do treinamento combinado em pessoas idosas, variando apenas os objetivos de cada um (Cadore et al., 2010; Cadore et al., 2011a; Cadore et al., 2011b). O protocolo de treino usado em todas as pesquisas do autor foi praticamente o mesmo, tendo se diferenciado somente no estudo de 2010, quando o treinamento durou 16 semanas, enquanto nos outros apenas 12, e no seu de 2011a, quando os autores colocaram dois grupos para o treinamento combinado, porém, cada

um começando com ordens diferentes entre os exercícios. Ambos os estudos encontraram aumento do $VO_{2máx}$, reforçando mais uma vez que esse tipo de treino é eficaz para uma melhora da aptidão aeróbia em idosos.

Avançando um pouco mais, Locks et al. (2012) mostraram a importância do treinamento combinado para um período de destreinamento, pois os indivíduos foram capazes de manter o que ganharam no período em que treinaram por cerca de dois meses depois de pararem. Outro ponto a se observar é que esse estudo utilizou no protocolo de treino somente exercícios de força muscular para membros inferiores, diferentemente do estudo de Verney (2006), que fez o oposto, porém, ambos mostraram melhorias significativas e importantes para a capacidade aeróbia de idosos. As adaptações aeróbias foram observadas no estudo de Locks et al. (2012) após doze semanas de treino, com o aumento da resistência à caminhada submáxima e recuperação dos valores em repouso da FC. Além disso, o mesmo estudo mostrou adaptações cardiovasculares eficientes na redução da pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD). Mesmo com o destreinamento, todos os resultados, exceto a FC, foram mantidos. Pode-se inferir diante dos resultados de ambos os estudos que a força, independentemente do grupamento muscular trabalhado, pode contribuir para adaptações importantes relacionadas ao sistema cardiorrespiratório.

O ACSM (2011) destaca a importância de se treinar de três a cinco vezes por semana as atividades de cunho aeróbio e de duas a três vezes por semana o componente de força, ambos sendo essenciais para aumentar a aptidão cardiorrespiratória. Contudo, no estudo de Ferrari et al. (2013), quando estes compararam dois grupos que realizaram o mesmo treinamento combinado, sendo que um o realizou duas vezes por semana, enquanto o segundo treinou três vezes foi encontrado ganhos similares entre os grupos em algumas variáveis cardiorrespiratórias e neuromusculares, como o $VO_{2máx}$, a força muscular e espessura do músculo, com exceção da potência aeróbia máxima no cicloergômetro, que só aumentou no grupo que treinou três vezes por semana. Esses resultados demonstram que, ao menos para os idosos, o trabalho combinado pode trazer resultados com uma frequência semanal inferior àquela defendida pelo ACSM (2011). Esses achados são importantes no que diz respeito a maior facilidade dos idosos aderirem a um programa de exercícios físicos que seja mais rápido, como o combinado, e que ocupem menor frequência semanal, mas com os mesmos benefícios.

O estudo de Libardi et al. (2014) também apresentou um diferencial quanto a metodologia proposta em seu experimento, pois utilizaram a técnica de restrição de fluxo sanguíneo em um grupo que treinou de forma combinada, comparando-o com outro grupo que

treinou da mesma forma, mas sem restrição de fluxo (RFS). Os resultados para força, hipertrofia muscular e a capacidade aeróbia foram basicamente iguais para os dois grupos que treinaram o TC, mostrando que o treinamento com restrição de fluxo sanguíneo pode ser uma opção eficaz, assim como o treinamento combinado sem RFS para melhorar os componentes de força e aeróbio em idosos. Entretanto, podemos inferir que o material, o tempo gasto para se realizar o procedimento de restrição sanguínea e a necessidade de uma pessoa externa para controlar a intensidade e a obstrução podem não ser atrativos, principalmente para idosos, tendo em vista que é um treinamento com um diferencial que pode gerar estranheza e desconforto inicialmente.

Outro estudo que trabalhou em seu protocolo com ordens de exercícios de força e endurance diferentes foi o de Whihelm et al. (2014). Nesse estudo ocorreu o aumento da força máxima, da potência de pico, o aumento do VO_{2pico} e do segundo limiar ventilatório de forma similar nos grupos que treinaram (SE e ES). Os autores mostraram que, independentemente da ordem que a sequência de exercícios de treinamento combinado é realizada, duas vezes por semana já é capaz de aumentar o desempenho da força muscular e da capacidade funcional em homens mais velhos. Porém, os estudos de Souza et al. (2007) e Leveritt et al. (1999) sugerem que a a sequência de exercícios de força e aeróbio pode ser um fator importante que influencia as adaptações neuromusculares, pois a realização de um programa de exercícios iniciado com o aeróbio pode afetar negativamente a qualidade da sessão de força muscular subsequente, comprometendo seus ganhos. Provavelmente isso não ocorreu no estudo de Wilhelm et al. (2014) devido a uma frequência semanal mais baixa do que o recomendado pelo ACSM (2011), não afetando negativamente os benefícios gerados tanto pela aptidão cardiorrespiratória, quanto pela força.

Sousa et al. (2014) encontraram em seu estudo melhorias de todos os componentes da aptidão funcional, que foram mais evidentes no grupo de treinamento concorrente (GTC) do que o grupo de treinamento aeróbio (GTA), além da flexibilidade e a força muscular que se mostraram melhor no grupo GTC. A melhoria da aptidão funcional é de grande importância para que essas pessoas possam realizar suas AVDs e diminuir o risco de aparecerem DCNTs, evitando dessa forma um risco de morte precoce (ACSM, 2009). Segundo relato dos autores, a adesão apresentada pelos participantes desse estudo reforça o quanto esta é necessária para que pessoas idosas alcancem um estilo de vida mais ativo e independente.

Por fim, Burich et al. (2015) realizaram seu estudo adotando um treino que apresentou melhora do $VO_{2máx}$ em ambos os grupos investigados (GTA e GTCOM) e o grupo que treinou aeróbio e força (GTCOM) na mesma sessão de treino teve aumento da força muscular

também, tendo sido maior que no grupo que que treinou aeróbio (GTA) sozinho. Nesse estudo o treinamento de força muscular não influenciou negativamente o treinamento aeróbio, no que diz respeito aos ganhos da capacidade cardiorrespiratória, sendo que o volume de treinamento aeróbio no GTCOM foi apenas metade do volume do GTA e proporcionou ganhos muito semelhantes a este último grupo. Além disso, o tempo que o grupo GTA se exercitou (40 min) com intensidade de 65%FCR não foi capaz de aumentar de forma significativa o $VO_{2máx}$, quando comparado com o grupo que realizou o treinamento aeróbio por vinte minutos. Church et al. (2007) demonstraram essa forte relação dose-resposta entre o volume de treinamento e o aumento do $VO_{2máx}$ ao se exercitar a 50%$VO_{2máx}$, ou seja, é possível que as duas rodadas de ciclismo realizadas pelo GTA não sejam capazes de aumentarem o $VO_{2máx}$ de forma mais relevante do que uma única sessão de ciclismo, ao menos nesse grupo específico de idosos não treinados. Esse dado é importante, pois nos permite dizer que para pessoas idosas, principalmente as não treinadas, o treinamento combinado seja uma excelente opção de treino, tanto para proporcionar ganhos cardiorrespiratórios, como para os ganhos de força, não necessitando de um volume grande em suas sessões aeróbias, ou seja, utilizando um tempo menor para treinar esse componente, sem que este seja prejudicado. Além disso, o treino de força também proporciona respostas importantes para o desenvolvimento da aptidão cardiorrespiratória, tendo em vista que a diferença arteriovenosa de oxigênio aumenta através da regulação positiva da biogênese mitocondrial proporcionada por esse tipo de treino, como mostrado por Wang et al. (2011).

Diante de todos esses estudos aqui apresentados, vale ressaltar que Zaleski et al. (2016) faz referência em seu estudo de alguns dos principais órgãos responsáveis pela prescrição de exercício físico utilizando o princípio FITT-VP (*Frequency, Intensity, Time, Type, Volume, and Progression*), o qual auxilia numa melhor prescrição de um programa de exercício físico, já que o controle dessas variáveis permite que as pessoas consigam obter bons resultados quando seguidas de forma correta. De acordo com o mesmo autor, o ACSM é considerado o padrão ouro para recomendações de exercícios físicos, porém, existem outras organizações com recomendações formais para uma prescrição mais indicada para idosos. Apesar das pequenas diferenças existentes no FITT das várias recomendações existentes, parece existir consenso de que para adultos mais velhos o tempo de 30 minutos/dia participando de exercício aeróbio de intensidade moderada, por pelo menos 3 a 5 dias/semana de modo a acumular o total 150 min/semana, estaria dentro do esperado para se obter melhorias da saúde em geral, tendo como complemento exercícios de força muscular, flexibilidade e equilíbrio, sendo que o treinamento de resistência suplementa os exercícios

aeróbicos nos treinamentos concorrentes, devendo consistir de oito a dez exercícios diferentes visando os principais grupos musculares (ZALESKI et al., 2016).

Sendo assim, é possível afirmar que a combinação do treinamento aeróbio e de força em idosos em uma única sessão de treinamento é uma ótima estratégia para promover melhorias tanto nas funções do sistema cardiorrespiratório, quanto do neuromuscular, tendo como consequência a manutenção da autonomia funcional com o passar dos anos (CADORE, 2013; GUEDES et al., 2016). Essa afirmação tem implicações práticas importantes, pois a proposta de um treinamento mais curto, na maioria das vezes, torna-se mais atrativo para idosos, que normalmente possuem resistência para aderir a programas de exercícios físicos (NASCIMENTO et al., 2015).

Finalmente, para efeito dessa dissertação de Mestrado, o levantamento de estudos aqui apresentados foram suficientes para mostrar uma importante lacuna que justifica nosso estudo original, qual seja: não há estudos originais que tenham como base de investigação academias de ginástica com as da RAL da cidade do Rio de Janeiro, para fortalecer a permanência desse importante projeto de política pública gratuito e acessível principalmente para pessoas idosas, mostrando seu impacto na aptidão cardiorrespiratória de idosos e outros aspectos relevantes a saúde e bem-estar físico e mental de idosos.

1.3 **Academias ao ar livre, *"outdoor gym"*, como estratégia para promover atividade física entre idosos**

De acordo com Saelens et al. (2003), o meio ambiente desempenha um papel fundamental na oferta do gasto energético, fazendo-se necessária a expansão de oportunidades que ampliem os níveis de atividade física da população, já que esta é uma estratégia promissora de lidar com comportamentos sedentários, os quais estão relacionados a uma variedade de DCNTs (ANDERSEN et al., 2000; GOLDBOURT et al., 1997).

Vários autores defendem que os parques públicos são opções viáveis e importantes facilitadores para desempenho de atividade física (BEDIMO-RUNG et al., 2005; GODBEY et al., 2005). Eles fornecem locais para os indivíduos caminharem ou correrem e grande parte possui instalações específicas para a prática de esportes, exercícios físicos e outras atividades

vigorosas (COHEN et al., 2007). Estudos desenvolvidos por Cohen et al. (2007; 2012) reforçam essa ideia.

Cohen et al. (2007), por exemplo, ao entrevistarem residentes do entorno de parques e seus usuários mostraram que ambos os grupos afirmam que o parque é o local mais comum para praticar exercícios, quando somente 6% de residentes e 3% dos seus usuários relatam fazer uso de clube de saúde para se exercitarem.

Já em 2012, Cohen e colaboradores afirmaram que é importante implantar "zonas fitness" em parques de uso público para incentivar os indivíduos a praticarem atividade física com mais frequência. Nesse estudo, os autores mostraram que houve um aumento de usuários em 06 parques de 12 após instalação de academias, além disso, o nível de atividade física destes passou a ser de moderado a vigoroso, o que mostrou uma relação custo-benefício muito boa com relação a instalação desses equipamentos nas praças. Cohen et al. (2012) ainda concluíram que os equipamentos destinados para a prática de exercícios físicos nessas praças devem ser instalados preferencialmente em lugares com maior acessibilidade e maior concentração de pessoas, para que se tenha uma adesão mais forte por conta dos indivíduos.

O estudo de Bedimo-rung et al. (2005) faz um modelo conceitual do papel dos parques na saúde pública, apresentando sua importância com relação a benefícios sociais, psicológicos, econômicos e físicos, voltados para a saúde, e dentro desse modelo o autor afirma que, embora muitas formas de atividade no parque (tanto sedentárias, quanto ativas) possam influenciar positivamente a saúde mental e controle do estresse, nem todas contribuem da mesma forma para atingir os níveis recomendados de atividade física, sendo então importante identificar os tipos de características ambientais do parque que estão correlacionadas com atividades que alcancem intensidade moderada a vigorosa (ACSM, 2011). Os mesmos autores ressaltam que se faz necessária, nesses casos, uma colaboração eficaz entre diversos profissionais, que planejem intervenções que sejam possíveis de se aplicar para melhorar os níveis de atividade física baseados em parques.

Mais recentemente, o estudo de Cranney et al. (2016), cuja a metodologia utilizada foi bem similar aos estudos de Cohen et al. (2008 e 2012), mostrou que cerca de dois terços dos usuários do parque observado eram sedentários (63%), pouco mais de um quarto faziam caminhadas (26%) e 11% praticavam atividade física moderada a vigorosa, mostrando um número bem reduzido de pessoas que estavam dentro do nível adequado de atividade física,

de acordo com a ACSM (2011). Outros resultados importantes desse estudo são acerca das razões mais citadas para uso das academias ao ar livre, que foram respectivamente: melhorar a aptidão física (34%) e fortalecer o músculo cardíaco (26%). Além disso, o principal facilitador para a prática de ginástica ao ar livre mencionado pelos entrevistados foi: 25% para diferentes tipos de equipamentos, seguido de 15% devido a presença de sombra e 9% para maior quantidade de equipamentos. As razões mais citadas para não fazerem uso da academia foram devido a um desinteresse no ginásio ao ar livre, tendo a preferência por um ginásio mais reservado, falta de tempo e distância da moradia em relação a proximidade do parque. Através desses resultados, soluções devem ser pensadas para facilitar ainda mais a adesão de pessoas que praticam atividade física nesses espaços, principalmente idosos. A presença de profissionais qualificados para orientar os treinos pode ser um grande facilitador para aumentar a frequência dessa população nas academias ao ar livre, podendo assim levar ao aumento do nível de atividade física e mudança dos hábitos sedentários como consequência.

Chow et al. (2017) também observaram usuários das academias das praças para saber como essas estavam sendo utilizadas. Os autores constataram que a população mais idosa e feminina era a que mais utilizava os aparelhos de ginástica ao ar livre, no período da manhã. Vale ressaltar que o tempo total gasto pelos usuários para a realização de todos os exercícios foi de nove minutos, tempo considerado insuficiente para se atingir o mínimo recomendado pelo ACSM, para obtenção de melhorias na saúde dos indivíduos, sabendo-se que o valor esperado minimamente é de vinte a sessenta minutos de exercício aeróbio com intensidade vigorosa, ou trinta a sessenta minutos de exercício aeróbio com intensidade moderada ACSM (2011), o que mostra a necessidade desses espaços terem profissionais para orientarem os usuários.

Um fator importante também a ser observado no estudo de Chow et al. (2017) é que 85% da amostra desse estudo afirmou ter preferência em realizar atividades ao ar livre, do que dentro de academias, diferentemente do estudo de Cranney et al. (2016), cuja maioria dos indivíduos informaram preferir atividades "*indoor*". O conhecimento de quem são os usuários das academias "*outdoors*" faz-se importante para melhorar o impacto desses espaços públicos na atividade física e em outros aspectos benéficos voltados para a saúde da população.

Para além de seus estudos anteriores, o estudo de Chow et al. (2018) fez uma análise mais profunda a respeito do gasto energético obtido pelos indivíduos idosos ao realizarem os exercícios nos aparelhos das academias ao ar livre. Os autores buscaram quantificar o gasto

energético e saber a intensidade com a qual os usuários dessas academias estavam se exercitando, para comparar os níveis atingidos com aqueles de atividades semelhantes relatadas no Compêndio de Atividades Físicas (AINSWORTH et al., 2011). Uma característica importante e diferente dos outros estudos é que foi utilizado um analisador de gases capaz de captar as variáveis metabólicas para ter um cálculo mais preciso do MET e, consequentemente, da intensidade dos exercícios. Os quatro principais aparelhos (simulador de caminhada, máquina de esqui, base giratória de quadril e alongador de braços duplo) foram escolhidos pela popularidade de uso entre os usuários dessas academias da praça. A máquina de esqui foi o equipamento que apresentou uma intensidade mais alta, quando a FC era mantida em 120 bpm; o simulador de caminhada se manteve um pouco abaixo, porém ambos foram considerados de intensidade moderada, enquanto que os demais aparelhos apresentaram a intensidade mais baixa. Esse estudo mostrou ser de grande valia para que possamos entender melhor como alguns equipamentos das academias ao ar livre podem induzir respostas metabólicas positivas para a saúde de idosos, através da intensidade usada e da energia gasta.

Vale ressaltar que o aspecto demográfico, cultural e regional influenciou cada um dos estudos aqui apresentados de forma diferente, indicando ser necessária uma avaliação do público que frequenta a região onde será implantada uma dessas AALs.

Indo ao encontro do que sugere os estudos da área, no Brasil, políticas públicas voltadas à população idosa foram implementadas nacionalmente, como a Política Nacional do Idoso (MDSCF, 2010) e o Estatuto do Idoso (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2013), que estimularam a criação de vários programas direcionados a esta parcela da população (BENEDETTI, GONÇALVES, MOTA, 2007). Dentre tais programas, chama atenção o programa das Academias da Saúde, do Ministério da Saúde (Ministério da Saúde, 2014), criado em 2011 como um veículo de promoção da saúde, com intuito de promover a prática de exercícios físicos, além de outros comportamentos saudáveis, como adoção de uma boa alimentação e educação em saúde. Tais academias devem localizar-se em espaços públicos e são dotadas de infraestrutura adequada e profissionais qualificados para a consecução dos propósitos do projeto (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014).

No município do Rio de Janeiro essas academias ao ar livre adotaram no começo o nome de Academias da Terceira Idade (ATI), passando no ano de 2015 a se chamar Rio Ar Livre (RAL) (IDEAL 3ª IDADE, 2015; PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, 2018).

O Rio Ar Livre (RAL) foi resultado de um projeto de política pública criado e implantado pela extinta Secretaria de Envelhecimento Saudável e Qualidade de Vida do Município do Rio de Janeiro (SESQV-RJ). A primeira ATI, atualmente RAL, foi instalada em agosto de 2009 na Praça Serzedelo Correia, no bairro de Copacabana. No ano de 2010 o projeto cresceu e foram inauguradas mais dezessete academias, em 2011 mais quarenta e, no final do ano de 2014, chegou a um total de 143 ATIs, distribuídas em vários bairros da cidade do Rio de Janeiro (CORDEIRO, 2015, PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, 2013).

No ano de 2013 essas academias chegaram a uma marca de aproximadamente 45 mil idosos inscritos, sendo a maioria do sexo feminino, representando um total de 70% dos seus participantes (CUNHA, 2013). Em 2016 o número de academias que surgiram, somado as que já existiam, foi bastante expressivo, totalizando trezentas e quinze RALs espalhadas pelas regiões da Zona Norte, Sul, Oeste e Centro/Região Portuária do município do Rio de Janeiro. A estimativa de idosos matriculados e ativos nas RALs alcançou um total de 70.001 praticantes, sendo 4.099 o número de praticantes da região Centro/Região Portuária, 11.921 na Zona Sul, 38.690 na Zona Norte e 15.291 na Zona Oeste (SEMEARC, 2016). Esse projeto de política pública de saúde foi um marco importante para a população carioca, principalmente para os idosos, pois é capaz de gerar benefícios advindos da prática de atividade física regular com orientação profissional (CUNHA, 2013). Ainda no presente ano, ocorreu a prevalência de cento e oitenta e cinco núcleos, além de abrigos municipais que passaram a receber o projeto, tendo parceria com a Secretaria Municipal de Assistência Social e Direitos Humanos (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, 2018).

O projeto RAL foi idealizado pensando em promover atividade física em lugares públicos e ao ar livre da cidade do Rio de Janeiro, como parques e praças. Suas academias possuem uma aparelhagem de ginástica diferente dos aparelhos convencionais, que são usados em academias de ginástica tradicionais, com intuito de treinar as capacidades de força muscular e resistência aeróbia, atendendo pessoas com idade a partir dos quarenta anos, mas tendo o público de idosos (pessoas acima de 60 anos) como prioritário (CUNHA, 2013).

Portanto, o principal objetivo dessas academias é promover a saúde dos idosos, contribuindo para melhora de suas capacidades físicas e consequentemente a melhora da autonomia funcional, prevenção de quedas, além da formação de redes sociais através da interação entre os participantes, possibilitando que essas pessoas saiam cada vez mais do sedentarismo e apresentem menor risco para desenvolverem algum grau de depressão. Além

disso, o projeto visa tornar a população consciente sobre a importância da prática de atividades físicas na vida cotidiana (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, 2014).

Para acompanhar as atividades realizadas nas academias existe uma equipe multidisciplinar, composta por um professor de Educação Física, um técnico em enfermagem/enfermeiro e um apoio administrativo. Esse corpo de profissionais que acompanham a rotina de exercícios físicos dos idosos deve orientar e incentivar a utilização consciente dos equipamentos, ou seja, apenas nos horários que esses profissionais estiverem atuando para terem uma orientação adequada na execução dos exercícios, buscando dessa forma evitar o risco de se machucarem (SESQV, 2013).

O método combinado em circuito misto é adotado como base metodológica para a prescrição desses exercícios nas RALs, alternando-se exercícios aeróbios e de resistência muscular durante um tempo médio de 40 minutos (CORDEIRO, 2015). Esse tipo de treinamento é realizado em máquinas articuladas, de simples manuseio, mas que não oferecem a possibilidade de aumento e controle da carga de treinamento, utilizando-se apenas do peso único e próprio de cada aparelho e do peso corporal do próprio indivíduo como sobrecarga (CORDEIRO, 2015).

Um dos poucos estudos que aborda sobre o impacto dessas academias foi o desenvolvido por Cordeiro (2015), que buscou investigar o efeito do treinamento combinado em circuito misto sobre o comportamento agudo da pressão arterial, variáveis hemodinâmicas e modulação autonômica em idosos pré-hipertensos e hipertensos. Este estudo apresentou resultados significativos para atenuação da pressão arterial (PA) após uma única realização do circuito combinado na RAL e também uma hipotensão pós-exercício durante cinquenta minutos em indivíduos idosos.

Em que pese a importância das variáveis estudadas por Cordeiro (2015) para a saúde do sistema cardiovascular de idosos, dentre tantas outras, ainda deixa uma lacuna quanto ao impacto do treinamento realizado nas RALs em variáveis relacionadas com a aptidão cardiorrespiratória, que vem sendo considerada um importante preditor de mortalidade, dada sua forte correlação entre o nível de condicionamento aeróbio e a proteção do sistema cardiovascular (MYERS et al., 2002). Adicionalmente, restam dúvidas também quanto ao seu impacto sobre o gasto calórico provocado por esse tipo de treinamento, fator importante para entendermos sua contribuição para o controle do peso corporal.

Contudo, devido as suas características e ao pouco tempo de existência desse projeto na cidade do Rio de Janeiro, a literatura apresenta poucos estudos acerca da eficácia desse modelo de treinamento, especialmente sobre seu impacto na saúde de idosos, de acordo com as recomendações mínimas preconizadas pelo ACSM, portanto, o estudo original dessa dissertação buscou investigar essas questões, visando preencher as lacunas que existem acerca desse tema.

2 ESTUDO ORIGINAL – CONCURRENT EXERCISE CIRCUIT PROTOCOL PERFORMED IN PUBLIC FITNESS FACILITIES MEETS THE ACSM GUIDELINES FOR ENERGY COST AND METABOLIC INTENSITY AMONG OLDER ADULTS IN RIO DE JANEIRO CITY[9]

Abstract

The present study investigated whether a single bout of concurrent exercise (Ex Rx) at Third Age Academies (TAAs) of Rio de Janeiro City meets the American College of Sports Medicine (ACSM) guidelines for energy cost and metabolic intensity in older adults. Nine subjects (5 males and 4 females, aged 63–80 years) visited the laboratory for clinical screening, anthropometrical, resting and maximal VO_2 assessments. Thereafter, subjects performed an Ex Rx circuit, consisting of a single circuit alternating aerobic and resistance exercises at outdoor exercise equipment using body mass as the load (total of 9 exercises, 1-2 sets of 15 repetition). Expired gases were collected during exercise bouts via a metabolic cart. The mean observed energy cost value of 169.1 kcal was slightly greater than the minimum value of 150 kcal reported in the ACSM's guidelines (p = 0.018). Like energy cost, all the intensity markers adopted to analyze the physiological strain induced by the Ex Rx circuit significantly exceeded their reference values for moderate-intensity [reference values: 3.2 METs (mean observed value = 4.6 METs, p = 0.002); 40% of oxygen uptake reserve (mean observed value = 51.5%, p = 0.040); 40% of heart rate reserve (mean observed value = 64.1%, $p < 0.001$), according to the ACSM's guidelines. In conclusion, a single bout of Ex Rx circuit performed in TAAs at Rio de Janeiro City was able to induce a physiological strain (i.e. energy cost and intensity) compatible with the ACSM recommendations for eliciting health benefits among older adults.

Key Words: outdoor training; kilocalories, oxygen uptake reserve, heart rate reserve, metabolic equivalents; exercise metabolism.

[9] Artigo aprovado para publicação na Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism. Autores: Felipe A. Cunha, Gabrielle S. M. Gomes, Joana Carvalho, e Nádia S. L. da Silva.

Introduction

Population aging is a progressive and worldwide phenomenon resulting from social, economic and cultural transformations in the last decades (WHO 2015). According to the United Nations, the number of persons aged 60 years or over is projected to grow from 962 million observed in 2017 to 1.4 billion in 2030 (i.e. a growth of 69%) – by 2050 and 2100 it is expected to increase to 2.1 (i.e. 218%) and 3.1 (i.e. 322%) billion when compared its value in 2017, respectively (United 2017 Nations). In parallel to this, the greatest health adversities inherent to the ageing process are characterized by physiological declines and concomitant chronic disease that negatively affect functional capacity (Jagger et al. 1993; Sonn 1996; Nelson et al. 2007). Therefore, regular physical activity has been widely recommended to mitigate these conditions, promoting health and quality of life among older adults (Nelson, Rejeski et al. 2007; Chodzko-Zajko et al. 2009). On the other hand, the prevalence of sedentary behavior or low levels of physical activity in older adults (Harvey et al. 2013) highlights that there still is a need for identifying effective strategies of public policies to encourage the older population to participate in physical activity programs.

Nowadays, one strategy that has been identified as an ideal setting to promote physical activity among older adults is the installation of outdoor gyms in public open spaces (e.g. into squares and parks). Indeed, outdoor gyms seem to promote accessibility and social environment, which may encourage visitors to perform regular physical activities (Bedimo-Rung et al. 2005; Cohen et al. 2007; Cohen et al. 2012; Cranney et al. 2016). Chow et al. (2017), for example, carried out onsite and video observations to investigate the characteristics of outdoor gym's users (sex and age) and use patterns (time of day and total time used) at Xihu Park in Taiwan. After 42 hours of recording, 500 users were identified and 494 included in the sample. Of these, more than half of all users (52.5%) were older adults whom attended the outdoor gym without supervision in the early mornings and afternoons; nonetheless, 79.9% of users underwent less than three stations of equipment and only 3.6% used all six stations of equipment during observations. On average, users spent less than 9 min utilizing all equipment. These findings suggest that older adults are the greatest users of outdoor gyms; however, a challenge remains in meeting the minimum recommended amount of daily physical activity to promote health (ACSM 2018).

According to the American College of Sports Medicine (ACSM), the effectiveness of a physical exercise program depends largely on the *f*requency, *i*ntensity, *t*ime, *t*ype, *v*olume,

and *p*rogression of physical activity, also known as FITT-VP principle (Bushman 2014; Zaleski et al. 2016). Among these, exercise intensity and volume (i.e. product of *f*requency, *i*ntensity and *t*ime, expressed in kilocalories) are currently considered as the most important of these variables in eliciting favorable changes in cardiorespiratory fitness, muscular strength, body composition, and cardiovascular risk (Huang et al. 2005; Cadore et al. 2014; Silva et al. 2014; Mendonca et al. 2016). Exercise intensity can be defined as multiples of metabolic equivalents (METs), or by the linear relationship between percentages of heart rate reserve (%HRR) and oxygen uptake reserve (%VO_2R). Thus, physical activity for older adults may be classified as light-intensity 20-39% VO_2R-HRR or 1.6-3.1 METs, moderate intensity activity as 40-59% VO_2R-HRR or 3.2-4.7 METs, and vigorous activity as 60-85% VO_2R-HRR or 4.8-6.7 METs. A minimum of 30-60 min or 150-400 kcal *per* exercise bout (or 1000 to 2000 kcal *per* week) of moderate to vigorous-intensity should be achieved for improving health outcomes (Chodzko-Zajko, Proctor et al. 2009; Garber et al. 2011; ACSM 2018). The combination of aerobic and resistance training in the same exercise bout, which is commonly referred as ‘concurrent’ exercise (Ex Rx), has also been recommended as a more adequate exercise modality to improve cardiorespiratory fitness, muscle strength, and other cardiometabolic health biomarkers in older adults, besides consuming less time compared to isolated aerobic or resistance training (Cadore, Pinto et al. 2014; Sousa et al. 2014; Villareal et al. 2017). However, little is known about the characteristics of Ex Rx performed at outdoor gyms in terms of FITT-VP.

In Brazil, public policies to maximize the engagement of older adults in physical activity programs have recently been developed (Brasil 2010). The “Third Age Academies” (TAAs) at Rio de Janeiro city is one of the most successful Brazilian public policy projects, created and implemented by the Secretariat for Healthy Aging and Quality of Life (SESQV). The TAAs consist of open access public facilities (usually in squares and parks) designed for practicing aerobic and resistance exercises using the body weight as work rate. Supervised physical activity is provided daily with the support of physical educators and nursing technicians. In 2016, the number of TAAs reached 315 units, totaling 70,001 practitioners engaged in regular physical activity. However, the extent to which Ex Rx circuit at TAAs induce physiological strain responses compatible with physical activity guidelines for older adults remains unclear, warranting additional investigation.

Therefore, the aim of the present study was to assess the energy cost and metabolic intensity during an Ex Rx circuit performed by senior citizens at TAAs of Rio de Janeiro City to compare observed values (i.e. exercise volume, METs, %VO_2R and %HRR) to those recommended by the ACSM to improve physical fitness and health. We hypothesized that the physiological strain derived from Ex Rx circuit would be able to meet the ACSM's guidelines.

Materials and methods

Participants

A total of 9 apparently healthy adults (five men and four women) volunteered for the study. All subjects were recruited from a RAL located at the University of the State of Rio de Janeiro and practiced physical activities in this RAL for at least two months prior to the study (ie, 2-3 times • without-1 and 20-60 min. without-1). The choice of these elderly people was made by convenience and practicality of being near the place of collection and by already practicing exercises in the academies in question. To be eligible, subjects were required to be at least 60 years old and cleared by their physicians to practice physical exercise. The following exclusion criteria were applied: a) smoking habit; b) cardiac disease (infarction, coronary arterial disease etc.) or stroke within the previous year; c) chronic kidney disease; d) bone, muscle or joint limitations that could compromise the safety of physical exercise; e) use of medication that could influence cardiovascular and respiratory exercise responses; f) body mass index (BMI) ≥ 35.0 kg/m². The study gained approval from the institutional ethics committee (CAAE: 16581413.0.0000.5259) and subjects were informed of the benefits and risks of the study prior to signing an institutionally approved informed consent document to participate in the study.

Procedures

The experiment comprised four steps. Firstly, anamnesis and clinical screening were applied, with posterior cross checking with their assistant physicians. In the case of confirmation of eligibility, detailed information about the study protocols was provided and anthropometric measurements were taken. Secondly, resting VO_2 and HR were determined and a maximal cardiopulmonary exercise test (CPET) for determining the maximal values of VO_2 and HR was performed - the two initial steps were performed in the laboratory with ambient temperature ranged from 21°C to 24°C and relative humidity ranged from 50% to

70%. Seventy-two hours after the CPET, subjects underwent a familiarization session with the Ex Rx circuit conducted outdoors in a TAA near the laboratory, located inside the University of State of Rio de Janeiro. All subjects had previous experience at TAAs and none presented difficulty of movement during Ex Rx circuit. Finally, the subjects performed an outdoors Ex Rx circuit using a portable metabolic measurement system (MedGraphics, VO2000, St. Paul, Minnesota, U.S.A.) and cardiotachometer. Before the Ex Rx circuit, baseline assessments were performed during 10-min of seated rest with the final 5-min used for data collection. The volunteers went through this phase to adapt to the procedures and equipment of the collection. In addition, individuals were advised not to talk during collection and breathe. All experiments were scheduled at the same time of the day, between 08:00 and 12:00.

Resting VO_2 assessment

Resting VO_2 was determined in accordance with the recommendations of Compher et al. (2006): abstention of physical exercise, alcohol, soft drinks and caffeine in the 24 h preceding the assessment, fasting at least 8 h prior to the assessment, and minimum effort when travelling to the laboratory. In the laboratory, the subjects were placed in a calm environment in dorsal decubitus, and the comfort was guaranteed to remain in this position due to the accentuation of cervical hyperciphosis, for a period of acclimation of 10 min, after which the VO_2 was determined for 40 min. The mean VO_2 between minutes 35-40 was used to calculate the observed $\%VO_2R$ and METs values throughout the Ex Rx circuit, since this time period has previously been shown to elicit a VO_2 steady-state and high test-retest reliability (Cunha et al. 2013). Resting HR assessment was carried out simultaneously to the assessment of resting VO_2 to calculate the %HRR.

Maximal exercise test

The HR_{max} and VO_{2max} were determined using a ramp protocol as described elsewhere (Cunha et al. 2015). The power output increments were individualized to elicit each participant's limit of tolerance in 8-12 min. The criteria for test termination followed the recommendations of the ACSM (ACSM 2018). The test was considered to have elicited peak capacity when at least two of the following criteria were observed: a) maximum voluntary exhaustion defined by attaining a 10 on the Borg CR-10 scale; b) $\geq$ 90% predicted HR_{max} [208 = (0.7 × age)] or presence of a HR plateau (ΔHR between two consecutive power outputs $\leq$ 4 beats·min^{-1}); c) presence of a VO_2 plateau (ΔVO_2 between two consecutive power outputs <

2.1 $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$); and d) respiratory exchange ratio (RER) > 1.10. All cycling tests were performed on the same cycle ergometer (Cateye EC-1600, Cateye™, Tokio, Japan).

Concurrent exercise circuit protocol

The Ex Rx protocol proposed by Cordeiro et al. (2018) included aerobic (i.e. two types of exercise without excessive orthopedic stress) and resistance (i.e. nine different exercises targeting the major muscle groups exercises) training performed alternately in circuit order, which was subdivided in two phases: 1) Warm-up and stretching for 5-10 min; 2) Main phase of approximately 40-min, corresponding to a single round of Ex Rx circuit with a total of seven stations described as follows: *1st – aerobic exercise* [air walker (5 min)]; *2nd – resistance exercise* [leg extension, seated chest press, free standing squat, lat pulldown, seated leg curl, and shoulder press (1 set of 15 reps)]; *3rd – aerobic exercise* [ski machine (5 min)]; *4th – resistance exercise* [leg extension, seated chest press, free standing squat, lat pulldown, seated leg curl, and shoulder press (1 set of 15 reps)]; *5th – aerobic exercise* [air walker (5 min)]; *6th – resistance exercise* [seated leg press, seated row, and plantar flexion (2 sets of 15 reps)]; *7th – aerobic exercise* [ski machine (5 min)]. The Ex Rx protocol. Figure 1 illustrates exercises included in the Ex Rx circuit.

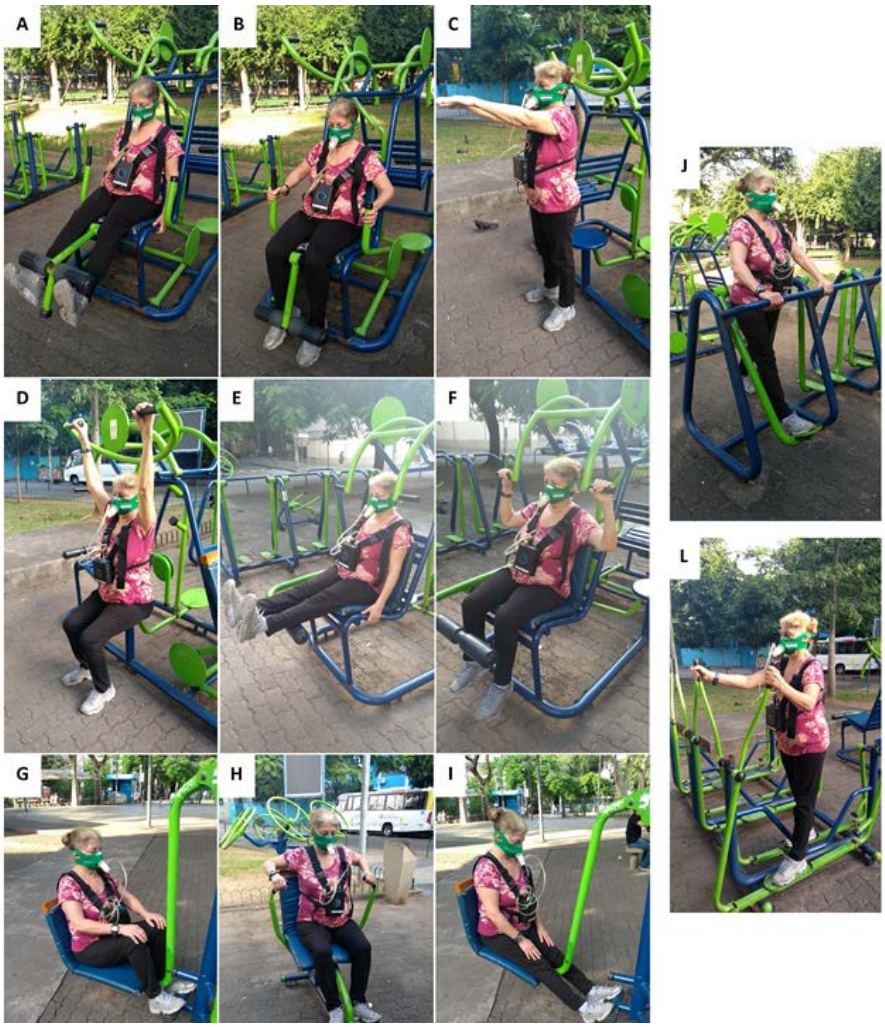

Figure 1 - Illustration of exercises included in the Ex Rx circuit. *Resistance exercises*: leg extension (**A**), seated chest press (**B**), free standing squat (**C**), lat pulldown (**D**), seated leg curl (**E**), shoulder press (**F**), seated leg press (**G**), seated row (**H**), and plantar flexion (**I**). *Aerobic exercises*: air walker (**J**) and ski machine (**L**).

Source: The author, 2018.

Firstly, it is worth noting that the Ex Rx protocol was designed allow attendance of a significant number of participants per bout at TAAs - for example, each aerobic machine (i.e. air walker and ski machine) can hold up to 3 individuals. Considering 3 individuals at each one of the 7 stations, the Ex Rx protocol is able to accommodate a total of 21 participants per bout. As the TAAs provide free supervised physical activity from 7-10 a.m. and 2-5 p.m., a total of 126 participants could attend each day. Secondly, the format of Ex Rx in a circuit (i.e. aerobic exercise interspersed between multiple sets of resistance exercises) was an attempt to maximize energy expenditure throughout the exercise bout. Furthermore, the resistance training was structured into upper and lower body exercises and by agonist-antagonist muscle

pairs to ensure muscle balance and sufficient rest between sets, preventing early muscle fatigue throughout the Ex Rx protocol. This aspect also explains the rationale for splitting the resistance exercises into the two sections (two that included six exercises with 1 set - 2nd and 4th stations; and one that included only three exercises, but with 2 sets to keep the same volume - 6th station).

Based on the maximal HR and VO_2 values obtained in the cycling CPET, and on the resting values of HR and VO_2, the intensity classification for the Ex Rx circuit was calculated from three different methods: a) observed METs = average VO_2 during exercise ÷ resting VO_2 in $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$; b) percentage of VO_2 reserve (%VO_2R) = (average VO_2 during Ex Rx circuit – resting VO_2) ÷ (VO_{2max} – resting VO_2) × 100; and c) percentage of HR reserve (%HRR) = (average HR during Ex Rx circuit – resting HR) ÷ (HR_{max} – resting HR) × 100. The energy cost of the Ex Rx circuit was calculated individually from the VO_2 and VCO_2 in L/min, using the Weir equation (energy cost in kcal = [(3.941 × [average VO_2]) + (1.106 × [average VCO_2]) × time in minutes of Ex Rx circuit] (Weir 1949). To negate the confounding effects of the initial (fast) VO_2 on-kinetics, only the main phase data of the Ex Rx circuit were considered for all analyses.

Pulmonary gas exchanges were determined during resting, CPET and Ex Rx circuit using a VO2000 analyzer (Medical GraphicsTM, Saint Louis, MO, USA) and a silicone face mask (Hans Rudolph^{TM}, Kansas, MO, USA). The gas exchange variables were 30-s stationary time-averaged, which provided a good compromise between removing noise in the data while maintaining the underlying trend (Midgley et al. 2007). Prior to testing, the gas analyzers were calibrated according to the manufacturer's instructions, using a certified standard mixture of oxygen (17.01%) and carbon dioxide (5.00%), balanced with nitrogen (AGA®, Rio de Janeiro, RJ, Brazil). The flows and volumes of the pneumotacograph were calibrated with a syringe graduated for a 3 L capacity (Hans RudolphTM, Kansas, MO, USA). HR was measured continuously using a cardiotachometer (V800, Polar^{TM}, Kempele, Finland) and beat-by-beat data were 30-s stationary time-averaged.

Statistical Analyses

All statistical analyses were performed using Statistica 10 software (StatSoft^{TM}, Tulsa, OK, USA). The homogeneity of variance and normality assumptions were assessed using the Levene's test and Shapiro-Wilk's test, respectively. Descriptive sample statistics are reported

as the mean ± SD. One-sample t tests were used to determine whether the mean observed values for the energy cost, METs, and %VO_2R-%HRR across the Ex Rx circuit differed from the minimum values (i.e. 150 kcal, 3.2 METs, and 40% of VO_2R-HRR) recommended for older adults in the ACSM position stand (Chodzko-Zajko, Proctor et al. 2009; Garber, Blissmer et al. 2011). Mean differences between observed %HRR and %VO_2R were also investigated using paired samples t-tests. Statistical significance was accepted as $p < 0.05$. Cohen's *d* effect sizes for mean differences were calculated and defined as small (0.20), moderate (0.50), and large (0.80) (Cohen 1988).

Results

Sample descriptive statistics for the subjects' age, anthropometric variables, and cardiorespiratory variables determined at rest, during CPET and Ex Rx protocol are presented in Table 1. The mean resting VO_2 of 2.4 $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ (95% CI = 1.9 to 2.8 $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) was significantly lower than the standard value of 3.5 $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ [mean difference = 1.1 $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$, 95% CI = 0.7 to 1.6 $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$, t = 6.0, $p = 0.001$; effect size (Cohen's d) = 4.2]. Additionally, the observed mean value for energy cost throughout the Ex Rx circuit of 169.1 kcal was slightly higher than the minimum value of 150 kcal reported in the ACSM's guidelines [mean difference = 19.1 kcal, 95% CI = 4.2 to 33.7 kcal, t = 3.0, $p = 0.018$; effect size (Cohen's d) = 1.9].

Table 1- Sample descriptive statistics (N = 9). All subjects satisfied at least two of the four criteria stipulated in the 'Procedures' section during the CPET.

Moment	Variables	Mean ± SD (range)	*p*-values (normality test)
Anthropometric assessment	Age (yr)	70.3 ± 4.8 (63.0-80.0)	0.950
	Height (cm)	163.9 ± 8.0 (155.0-175.0)	0.598
	Body mass (kg)	73.7 ± 10.6 (60.0-92.8)	0.769
	Body mass index ($kg \cdot m^{-2}$)	27.4 ± 3.0 (23.2-32.7)	0.999
Resting assessment	Heart rate ($beats \cdot min^{-1}$)	62.6 ± 9.4 (53.6-73.4)	0.985
	Oxygen uptake ($mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	2.4 ± 0.5 (1.8-2.9) *	0.73
	Respiratory exchange ratio	0.88 ± 0.03 (0.83-0.90)	0.507
	Minute ventilation ($L \cdot min^{-1}$)	6.3 ± 1.4 (4.4-7.9)	0.989
CPET	Heart rate ($beats \cdot min^{-1}$)	139.7 ± 15.1 (120-164)	0.527
	Oxygen uptake ($mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	18.6 ± 2.5 (15.3-21.7)	0.805
	Respiratory exchange ratio	1.27 ± 0.20 (1.03-1.56)	0.966
	Minute ventilation ($L \cdot min^{-1}$)	54.4 ± 12.8 (42.2-81.0)	0.571
Ex Rx cicuit	Baseline heart rate ($beats \cdot min^{-1}$)	73.2 ± 8.9 (61-89)	0.917
	Baseline oxygen uptake ($mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	3.9 ± 0.6 (3.0-4.7)	0.587
	Baseline respiratory exchange ratio	0.87 ± 0.03 (0.80-0.91)	0.401
	Baseline minute ventilation ($L \cdot min^{-1}$)	7.1 ± 0.9 (5.8-8.2)	0.888
	Heart rate ($beats \cdot min^{-1}$)	117.7 ± 10.9 (109.0-139.0)	0.733
	Oxygen uptake ($mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	10.8 ± 2.0 (8.5-15.3)	0.758
	Respiratory exchange ratio	1.07 ± 0.07 (0.94-1.16)	0.987
	Minute ventilation ($L \cdot min^{-1}$)	23.4 ± 6.6 (17.6-38.0)	0.698
	Energy cost ($kcal \cdot bout^{-1}$)	169.1 ± 19.3 (151.6-203.7) **	0.346
	Temperature (℃)	34.1 ± 2.6 (31.0-37.5)	0.974
	Humidity (%)	63.1 ± 10.7 (50.0-77.0)	0.949

*: Significantly lower than the standard value of 3.5 $mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ($p = 0.001$); **: Significantly greater compared to the minimum value of 150 kcal reported by the ACSM's guidelines ($p = 0.018$). CPET: maximal cardiopulmonary exercise test; Ex Rx = concurrent exercise.

Source: The author, 2018.

Table 2 shows descriptive statistics for METs, %HRR, and %VO_2R determined at each of the exercises that composed the Ex Rx protocol. Figure 2 presents the mean (range) observed values for the METs, %VO_2R and %HRR for each one of the seven exercise stations and total average throughout Ex Rx circuit. The total average METs of 4.6 was significantly higher than the moderate-intensity reference value of 3.2 METs recommended for improving and maintaining health among older adults [mean difference = 1.4 METs, 95% CI = 0.7 to 2.0 METs, t = 5.0, p = 0.002; effect size (Cohen's d) = 4.2]. Like METs, observed %VO_2R and %HRR values were, on average, respectively 11.5 % [95% CI = 0.7 to 22.3 %, t = 2.6, p = 0.040; effect size (Cohen's d) = 1.9] and 24.1 % [95% CI = 16.1 to 32.2 %, t = 7.3, p < 0.001; effect size (Cohen's d) = 6.4] higher than the minimum value predicted for moderate-intensity of 40%VO_2R-%HRR, according to the ACSM's guidelines. A 1:1 relationship between the %HRR and %VO_2R was not observed for Ex Rx circuit, with an average difference of 12.6% between the two variables [95% CI = 9.2 to 16.1 %, t = 7.4, p < 0.001; effect size (Cohen's d) = 3.3].

Table 2 - Descriptive statistics for metabolic equivalents (METs), percentage of heart rate reserve (%HRR), and oxygen uptake reserve (%VO_2R) determined at each of the exercises that composed the Ex Rx protocol.

Exercises (Stations)	METs	%HRR	%VO_2R
	Mean ± SD (range)	Mean ± SD (range)	Mean ± SD (range)
Air walker (1st and 5th stations)	4.5 ± 0.8 (3.2-6.1)	60.7 ± 16.6 (39.0-86.4)	48.5 ± 14.8 (33.5-80.8)
Ski machine (3rd and 7th stations)	5.3 ± 1.2 (3.8-7.6)	77.7 ± 14.9 (51.4-97.5)	61.8 ± 17.5 (42.5-88.7)
Leg extension (2nd and 4th stations)	4.3 ± 0.9 (3.2-6.6)	61.4 ± 13.6 (36.5-87.2)	47.9 ± 12.1 (30.2-74.1)
Seated chest press (2nd and 4th stations)	4.0 ± 1.1 (2.6-6.9)	57.4 ± 13.5 (36.9-83.0)	43.6 ± 15.0 (24.6-78.2)
Free standing squat (2nd and 4th stations)	4.3 ± 0.6 (3.5-5.4)	56.2 ± 12.3 (34.5-82.4)	48.5 ± 10.6 (31.8-70.5)
Lat pulldown (2nd and 4th stations)	4.2 ± 0.7 (2.8-5.6)	61.5 ± 14.3 (37.6-91.2)	46.5 ± 13.2 (27.9-72.9)
Seated leg curl (2nd and 4th stations)	4.2 ± 0.5 (3.5-5.1)	61.3 ± 10.4 (47.6-82.6)	47.4 ± 10.3 (27.0-64.0)
Shoulder press (2nd and 4th stations)	3.9 ± 0.9 (2.5-5.7)	54.4 ± 12.9 (28.8-78.7)	42.0 ± 12.7 (23.3-62.7)
Seated leg press (6th station)	4.4 ± 0.7 (3.2-5.4)	68.4 ± 11.6 (48.6-88.1)	49.4 ± 11.2 (33.8-66.5)
Seated row (6th station)	4.7 ± 0.9 (2.9-6.3)	69.2 ± 12.9 (49.4-91.9)	53.4 ± 15.9 (28.8-75.9)
Plantar flexion (6th station)	4.7 ± 0.9 (3.5-6.6)	69.3 ± 12.9 (48.4-84.3)	54.1 ± 15.0 (28.4-79.3)

Source: The author, 2018.

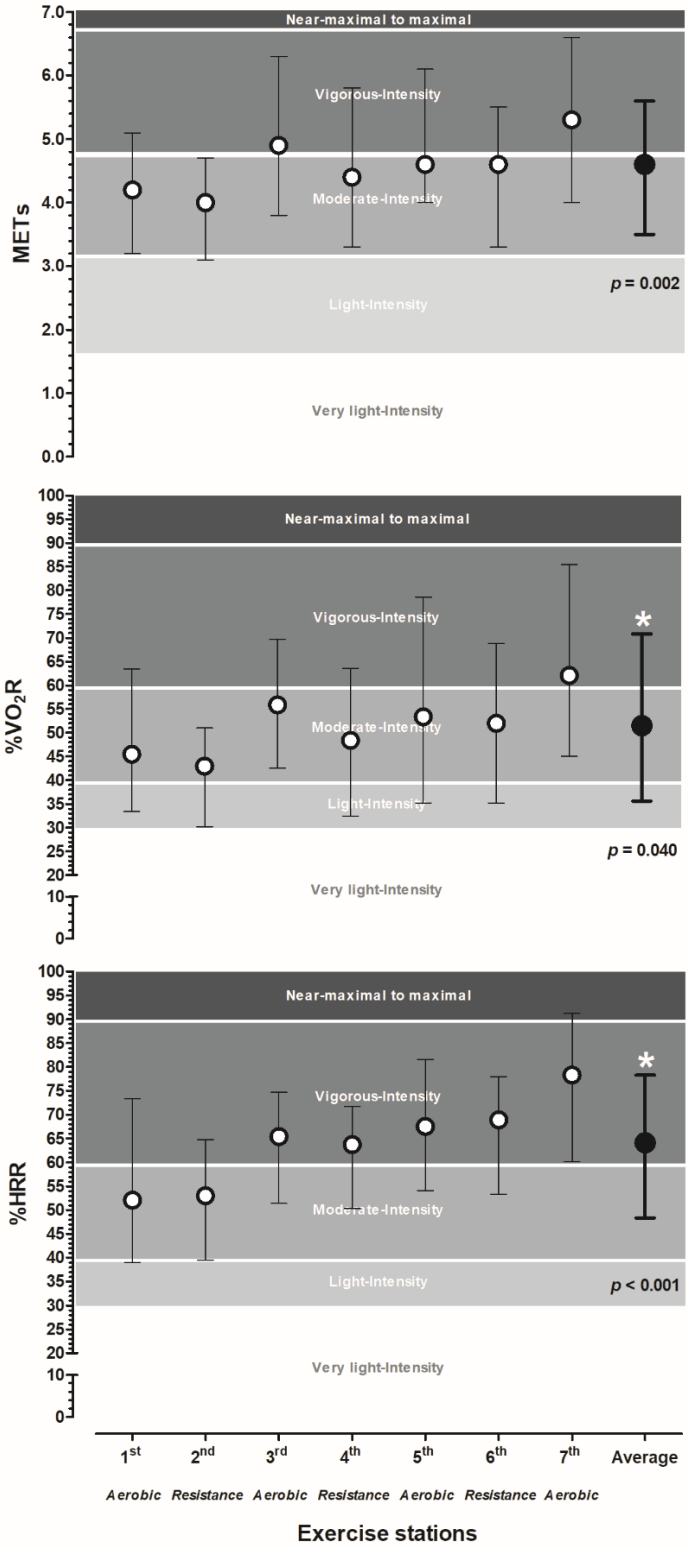

Figure 2 - Mean (range) metabolic equivalents (METs), percentage of heart rate reserve (%HRR), and oxygen uptake reserve (%VO_2R) at each one of the seven Ex Rx stations. *1st station*: air walker (5 min); 2nd *station*: leg extension, seated chest press, free standing squat, lat pulldown, seated leg curl, and shoulder press (1 set of 15

reps); *3rd station:* ski machine (5 min); *4th station:* leg extension, seated chest press, free standing squat, lat pulldown, seated leg curl, and shoulder press (1 set of 15 reps); *5th station:* air walker (5 min); *6th station:* seated leg press, seated row, and plantar flexion (2 sets of 15 reps); *7th station:* ski machine (5 min). *P* values indicate significant differences compared to the minimum moderate-intensity values recommended in the ACSM's guidelines. *****: Significant differences between %HRR and $\%VO_2R$.

Source: The author, 2018.

Discussion

The main purpose of the present study was to determine whether an Ex Rx circuit performed by senior citizens at TAAs of Rio de Janeiro City met the minimum ACSM's guidelines for energy cost and intensity of physical activity to improve and maintain health in older adults, as assessed by indirect calorimetry. The major finding was that energy cost and intensity markers (i.e. METs, $\%VO_2R$ and %HRR) averaged across the entire main phase of Ex Rx circuit significantly exceeded the minimum target threshold for moderate levels of physical activity according to ACSM guidelines. It seems therefore that Ex Rx circuit at TAAs could be used as a suitable strategy for prescribing training bouts among older adults.

To date, few studies have investigated the physical activity energy cost and intensity at which older adults commonly exercise at outdoor gyms (Cohen, Marsh et al. 2012; Cranney, Phongsavan et al. 2016; Chow et al. 2018), showing that the older outdoor gyms users are commonly engaged in moderate to vigorous physical activity. Overall, our findings are in agreement with these previous reports, since mean values for METs, $\%VO_2R$ and %HRR across each one of seven Ex Rx circuit stations were classified into moderate- to vigorous-intensity (see Figure 2). Bearing in mind the different methodological approaches, the comparisons between results of the aforementioned studies should be viewed with caution. Only one previous study (Chow and Ho 2018), for example, provided some similar comparison to the present study, adopting portable metabolic gas analysis systems to accurately assess physical activity level (Hills et al. 2014). In a study involving sixteen older adults (age, 70.7 ± 5.6 yr), Chow and Ho (2018) quantified the outdoor gym's energy cost and METs intensity classification during four exercise stations with different tasks performed every 3 min (e.g. air walker at 80, 100 and 120 $beats \cdot min^{-1}$; ski machine at 80, 100 and 120 $beats \cdot min^{-1}$; waist twister at 60 $beats \cdot min^{-1}$; and double arm stretch at 80 $beats \cdot min^{-1}$)

followed by a rest interval between tasks to allow HR to return to baseline. Similar to our study, Chow and Ho (2018) also adopted strict criteria suggested for accurate and reproducible determination of resting VO_2 (Compher, Frankenfield et al. 2006), which is fundamental to defined METs intensity classification among older adults (Sergi et al. 2010). On average, the observed values for energy cost and activity intensity induced by either air walker (58.7 $cal \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ and ~3.2 METs) and ski machine (~65.8 $cal \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ and ~3.6 METs) were rather higher than those observed for waist twister (~20.2 $cal \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ and ~2.1 METs) and double arm stretch (~31.1 $cal \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ and ~1.6 METs) ($p < 0.05$), whereas the ski machine and air walker were classified into moderate-intensity, and the waist twister and double arm stretch were either considered as light-intensity. On the other hand, a question arises regarding the extent to which results obtained by Chow and Ho (2018) that identified the energy cost and METs intensity levels during very short-term analysis across air walkers, ski machines, waist twisters, and double arm stretches, might be extrapolated to training bouts characterized by relatively long duration. The ACSM recommends, for example, aerobic exercise with 30 to 60 min of moderate-intensity or at least 20 to 30 min of vigorous-intensity, and resistance exercise with 1-3 sets of 8 to 10 different exercises targeting the major muscle groups, or even a combination of aerobic and resistance training within the same bout (i.e. concurrent training or Ex Rx) as the most effective way to enhance both the cardiorespiratory and neuromuscular functions and consequently to preserve the functional capacity of older adults (Chodzko-Zajko, Proctor et al. 2009; Garber, Blissmer et al. 2011). Moreover, the authors did not apply CPET to assess either VO_{2max} or HR_{max} to calculate the current 'gold standard' method for prescribing exercise intensity from the linear relationship between $\%VO_2R$ and %HRR, respectively.

Another methodological issue concerns the lack of knowledge about the energy cost of resistance exercise among older adults. Phillips et al. (2004) investigated the metabolic intensity and energy cost of a single-set resistance exercise protocol of 15 repetition (e.g. leg press, chest press, leg extension, seated row, calf raises, shoulder press, bicep curls, and triceps extension) in ten older adults (age, 73.1 ± 5.5 yr). Although the resistance exercise has elicited a mean intensity of 3.1 METs (i.e. within the moderate intensity range of 3–6 METs), the energy expenditure achieved was only ~46-56% of the 150 kcal recommended for health-related moderate amounts of physical activity. This led the authors to suggest additional sets and / or repetitions in an attempt to achieve the minimal energy expenditure recommended by the ACSM. In this context, Cadore et al. (2018) showed that 12-week of indoor Ex Rx

protocols performed with different intra-session exercise orders (resistance exercise: 9 exercises with 2 sets of 6-20 repetition-maximum; aerobic exercise: 20-30 min cycling at ~74%VO_{2max}) resulted in significant increases in VO_{2max} (average change intra-group: 8.1% to 9.3%, $P < 0.001$) and maximal work rate (average change intra-group: 19.9% to 24.1%, $P < 0.001$) in twenty-five older men (age, 64.7 ± 4.1 yr), regardless of the exercise order. On the other hand, analyzing the experimental protocol of the Cadore et al. (2018) study, it is possible to note that both the intensity and duration of the aerobic and resistance exercises were high, likely eliciting a total Ex Rx volume favorable for the findings observed in the study (although the energy cost has not been evaluated).

An important issue observed by the present study is concerning the hypothetical 1:1 ratio between %VO_2R and %HRR assumed by ACSM guidelines for prescribing exercise intensity. Our results under heat stress conditions (see Table 1) disagree with such a premise, since %HRR was, on average, 12.6% higher than the corresponding %VO_2R during the Ex Rx circuit (see Figure 2). Previous research has shown that an increase in thermal strain, resulting from elevation in core and skin temperatures during prolonged exercise in the heat, associates with increased cardiovascular strain (Wingo et al. 2005; Gonzalez-Alonso et al. 2008; Periard et al. 2011). Dehydration and hyperthermia during prolonged and intense exercise may induce a decline in cardiac output, skin and muscle blood flow, oxygen delivery to exercised muscles, and a compensatory increase in HR response, culminating, thus, in a physiological phenomenon known as ‘cardiovascular drift’ (Coyle et al. 2001). In practical terms, changes in %HRR could not be reproduced as a valid marker of changes in %VO_2R during Ex Rx circuit performed by older adults under heat stress condition.

Some limitations of this study must be acknowledged. Firstly, it was not possible to determine the energy cost and metabolic intensity during an Ex Rx circuit performed in a thermoneutral condition – indeed, the ambient temperature during all Ex Rx circuit ranged for 31.0 °C to 37.5 °C (see Table 1). It is not difficult to understand that such environment condition would have important practical consequences for exercise prescription, especially for the relationship between %HRR and %VO_2R within the context of outdoor training programs. Secondly, although the sample size of 9 subjects that was used in the present study is common in this area of research (Phillips and Ziuraitis 2004), caution should always be exercised when interpreting the accuracy of parameter estimates derived from such sample sizes. Still justifying the size of our sample, initially it would be composed of 20 volunteers,

and all Ex Rx collections would be held in the RAL of the State University of Rio de Janeiro, but this academy was removed from the site, as well as others around of the city, with the purpose of financial cuts on behalf of the state government, having been a setback that delayed and even prevented us from continuing collections at the AAL academy. Finally, our last limitation concerns the fact that we did not evaluate the neuromuscular component, since the Ex Rx also included strength exercises, but this did not enter as the main focus of the present study.

In conclusion, the present data have evident implications for older practitioners of physical activity, particularly those that are engaged in the TAAs project. Firstly, it is worth mentioning to illustrate the impact of our findings within the observed sample that among the 9 subjects evaluated, all of them exceeded the minimum target energy cost recommended by the ACSM of 150 kcal *per* bout during the Ex Rx circuit, ranging from 151.6 to 203.7 $kcal \cdot bout^{-1}$. Secondly, the Ex Rx circuit was able to achieve an effective training intensity for eliciting health benefits among older adults – for example, the intensity of the Ex Rx circuit ranged between moderate- to vigorous-intensity, as shown from the mean observed values of 4.6 METs, 51.5 $\%VO_2R$, and 64.1 %HRR. Therefore, the findings of the present study indicate that our protocol for the Ex Rx circuit elicits sufficient physiological strain to meet the ACSM physical activity recommendations and should be considered as an efficient low-cost public health strategy to promote health outcomes among older adults.

Acknowledgements

This study was partially supported by the Brazilian Council for the Research and Technological Development (CNPq) and Carlos Chagas Filho Foundation for the Research Support at the Rio de Janeiro State (FAPERJ).

Conflict of Interest

The authors report no conflict of interest.

References

ACSM (2018). **ACSM's guidelines for exercise testing and prescription**. Philadelphia Wolters Kluwer.

Bedimo-Rung, A.L., Mowen, A.J., and Cohen, D.A. (2005). The significance of parks to physical activity and public health: a conceptual model. **Am J Prev Med** 28: 159-168.

Brasil (2010). **Ministério da Saúde. Secretaria de atenção à saúde. Departamento de ações programáticas e estratégicas. Health care of elderly and aging. Brasília: Ministério da Saúde, 44**.

Bushman, B.A. (2014). Determining the I (Intensity) for a FITT-VP aerobic exercise prescription. **ACSM's Health & Fitness Journal** 18: 4-7.

Cadore, E.L., Pinto, R.S., Bottaro, M., and Izquierdo, M. (2014). Strength and endurance training prescription in healthy and frail elderly. **Aging Dis** 5: 183-195.

Cadore, E.L., Pinto, R.S., Teodoro, J.L., da Silva, L.X.N., Menger, E., Alberton, C.L., Cunha, G., Schumann, M., Bottaro, M., Zambo, M.F.F., and Izquierdo, M. (2018). Cardiorespiratory adaptations in elderly men following different concurrent training regimes. **J Nutr Health Aging** 22: 483-490.

Chodzko-Zajko, W.J., Proctor, D.N., Fiatarone Singh, M.A., Minson, C.T., Nigg, C.R., Salem, G.J., and Skinner, J.S. (2009). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. **Med Sci Sports Exerc** 41: 1510-1530.

Chow, H.W. and Ho, C.H. (2018). Does the use of outdoor fitness equipment by older adults qualify as moderate to vigorous physical activity? **PLoS One** 13: e0196507.

Chow, H.W., Mowen, A.J., and Wu, G.L. (2017). Who is using outdoor fitness equipment and how? The case of Xihu Park. **Int J Environ Res Public Health** 14.

Cohen, D.A., Marsh, T., Williamson, S., Golinelli, D., and McKenzie, T.L. (2012). Impact and cost-effectiveness of family Fitness Zones: a natural experiment in urban public parks. **Health Place** 18: 39-45.

Cohen, D.A., McKenzie, T.L., Sehgal, A., Williamson, S., Golinelli, D., and Lurie, N. (2007). Contribution of public parks to physical activity. **Am J Public Health** 97: 509-514.

Cohen, J. (1988). **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. Hillsdale, N.J.: L. Erlbaum Associates.

Compher, C., Frankenfield, D., Keim, N., and Roth-Yousey, L. (2006). Best practice methods to apply to measurement of resting metabolic rate in adults: a systematic review. **J Am Diet Assoc** 106: 881-903.

Cordeiro, R., Monteiro, W., Cunha, F., Pescatello, L.S., and Farinatti, P. (2018). Influence of Acute Concurrent Exercise Performed in Public Fitness Facilities on Ambulatory Blood Pressure Among Older Adults in Rio de Janeiro City. **J Strength Cond Res**.

Coyle, E.F. and Gonzalez-Alonso, J. (2001). Cardiovascular drift during prolonged exercise: new perspectives. **Exerc Sport Sci Rev** 29: 88-92.

Cranney, L., Phongsavan, P., Kariuki, M., Stride, V., Scott, A., Hua, M., and Bauman, A. (2016). Impact of an outdoor gym on park users' physical activity: A natural experiment. **Health Place** 37: 26-34.

Cunha, F.A., Midgley, A., Montenegro, R., Vasconcellos, F., and Farinatti, P. (2015). Utility of a non-exercise VO_{2max} prediction model for designing ramp test protocols. **Int J Sports Med** 36: 796-802.

Cunha, F.A., Midgley, A.W., Monteiro, W., Freire, R., Lima, T., and Farinatti, P.T. (2013). How long does it take to achieve steady state for an accurate assessment of resting VO_2 in healthy men? **Eur J Appl Physiol** 113: 1441-1447.

Garber, C.E., Blissmer, B., Deschenes, M.R., Franklin, B.A., Lamonte, M.J., Lee, I.M., Nieman, D.C., Swain, D.P., and American College of Sports, M. (2011). American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. **Med Sci Sports Exerc** 43: 1334-1359.

Gonzalez-Alonso, J., Crandall, C.G., and Johnson, J.M. (2008). The cardiovascular challenge of exercising in the heat. **J Physiol** 586: 45-53.

Harvey, J.A., Chastin, S.F., and Skelton, D.A. (2013). Prevalence of sedentary behavior in older adults: a systematic review. **Int J Environ Res Public Health** 10: 6645-6661.

Hills, A.P., Mokhtar, N., and Byrne, N.M. (2014). Assessment of physical activity and energy expenditure: an overview of objective measures. **Front Nutr** 1: 5.

Huang, G., Gibson, C.A., Tran, Z.V., and Osness, W.H. (2005). Controlled endurance exercise training and VO_{2max} changes in older adults: a meta-analysis. **Prev Cardiol** 8: 217-225.

Jagger, C., Spiers, N.A., and Clarke, M. (1993). Factors associated with decline in function, institutionalization and mortality of elderly people. **Age Ageing** 22: 190-197.

Mendonca, G.V., Pezarat-Correia, P., Vaz, J.R., Silva, L., Almeida, I.D., and Heffernan, K.S. (2016). Impact of exercise training on physiological measures of physical fitness in the elderly. **Curr Aging Sci** 9: 240-259.

Midgley, A.W., McNaughton, L.R., and Carroll, S. (2007). Effect of the VO_2 time-averaging interval on the reproducibility of VO_{2max} in healthy athletic subjects. **Clin Physiol Funct Imaging** 27: 122-125.

Nelson, M.E., Rejeski, W.J., Blair, S.N., Duncan, P.W., Judge, J.O., King, A.C., Macera, C.A., Castaneda-Sceppa, C., American College of Sports, M., and American Heart, A. (2007). Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Circulation** 116: 1094-1105.

Periard, J.D., Cramer, M.N., Chapman, P.G., Caillaud, C., and Thompson, M.W. (2011). Cardiovascular strain impairs prolonged self-paced exercise in the heat. **Exp Physiol** 96: 134-144.

Phillips, W.T. and Ziuraitis, J.R. (2004). Energy cost of single-set resistance training in older adults. **J Strength Cond Res** 18: 606-609.

Sergi, G., Coin, A., Sarti, S., Perissinotto, E., Peloso, M., Mulone, S., Trolese, M., Inelmen, E.M., Enzi, G., and Manzato, E. (2010). Resting VO_2, maximal VO_2 and metabolic equivalents in free-living healthy elderly women. **Clin Nutr** 29: 84-88.

Silva, N.L., Oliveira, R.B., Fleck, S.J., Leon, A.C., and Farinatti, P. (2014). Influence of strength training variables on strength gains in adults over 55 years-old: a meta-analysis of dose-response relationships. **J Sci Med Sport** 17: 337-344.

Sonn, U. (1996). Longitudinal studies of dependence in daily life activities among elderly persons. **Scand J Rehabil Med Suppl** 34: 1-35.

Sousa, N., Mendes, R., Abrantes, C., Sampaio, J., and Oliveira, J. (2014). Effectiveness of combined exercise training to improve functional fitness in older adults: A randomized controlled trial. **Geriatr Gerontol Int** 14: 892-898.

United (2017). **World population ageing 2017 - Highlights**: UN.

Villareal, D.T., Aguirre, L., Gurney, A.B., Waters, D.L., Sinacore, D.R., Colombo, E., Armamento-Villareal, R., and Qualls, C. (2017). Aerobic or resistance exercise, or both, in dieting obese older adults. **N Engl J Med** 376: 1943-1955.

Weir, J.B. (1949). New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. **J Physiol** 109: 1-9.

WHO (2015). **World report on ageing and health**: World Health Organization.

Wingo, J.E., Lafrenz, A.J., Ganio, M.S., Edwards, G.L., and Cureton, K.J. (2005). Cardiovascular drift is related to reduced maximal oxygen uptake during heat stress. **Med Sci Sports Exerc** 37: 248-255.

Zaleski, A.L., Taylor, B.A., Panza, G.A., Wu, Y., Pescatello, L.S., Thompson, P.D., and Fernandez, A.B. (2016). Coming of age: considerations in the prescription of exercise for older adults. **Methodist Debakey Cardiovasc J** 12: 98-104.

CONCLUSÃO GERAL

Nosso levantamento bibliográfico mostrou-nos uma importante lacuna que foi a falta de estudos originais que tenham como base de investigação as AALs, que sustentem a manutenção de projetos de política pública como o RAL da cidade do Rio de Janeiro. Diante dessa constatação, nosso estudo original pretendeu investigar em idosos se o protocolo na Academia Rio Ar Livre atinge em uma sessão de treino as recomendações do ACSM para intensidade do treinamento aeróbio (METs, %FCR e %VO_2R) e gasto calórico (mínimo de 150 kcal para uma sessão).

Nossos resultados sugerem que uma única sessão de circuito combinado com exercícios aeróbios e de força muscular realizados em AALs é capaz de induzir respostas fisiológicas e um gasto energético suficientes para gerar benefícios a saúde e qualidade de vida de idosos, pois se enquadraram dentro do que preconiza o ACSM (2011).

Em que pese a importância prática dos nossos resultados, devemos considerar as limitações apresentadas pelo presente estudo, especialmente o número reduzido da nossa amostra. Entretanto, nosso estudo ganha em importância por ter comparado variáveis controladas em teste realizado em laboratório com as obtidas no teste realizado na AAL. Mesmo que os testes na AAL tenham sido conduzidos em ambiente não controlado, o que pode ser outra limitação, esses representam o que realmente acontece na prática desse tipo de academia.

Para além dos nossos resultados, esse estudo reforça a importância das AALs enquanto políticas públicas que possam ofertar exercício físico gratuito, de fácil acesso e com orientação de profissionais capacitados para atender principalmente a população idosa.

Sugerimos que novos estudos sejam realizados nessas academias com a mesma metodologia com intuito de avaliar as respostas crônicas ao exercício combinado e continuar reforçando a importância dessa prática de exercício físico para obter ganhos voltados à saúde e à prevenção de DCNTs.

REFERÊNCIAS

AINSWORTH, B. E.; HASKELL, W. L.; WHITT-GLOVER, M.; IRWIN, M. L.; SWARTZ, A. M.; STRATH, S. J., et al. Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensites. **Med Sci Sports Exerc**, v.32, n.9, p. S498-516, 2000.

AINSWORTH, B. E.; HASKELL, W. L.; HERRMANN, S.D.; MECKES, N.; BASSETT, D.R. JR, TUDOR-LOCKE, C.; GREER, J.L.; VEZINA, J.; WHITT-GLOVER, M.C.; LEON, A.S. et al. 2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. **Med Sci Sports Exerc**. v. 43, n.8, p.1575-81. 2011.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM). **ACSM's guidelines for exercise testing and prescription**. Philadelphia Wolters Kluwer, 2018.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM); GARBER, C. E.; BLISSMER, B.; DESCHENES, M. R.; FRANKLIN, B. A.; LAMONTE, M. J.; LEE, I. M.; NIEMAN, D. C.; SWAIN, D. P. American College of Sports Medicine (ACSM). Position Stand: Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in apparently Healthy Adults: Guidance for Prescribing Exercise, **Med Sci Sports Exerc**, 2011.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM); CHODZKO-ZAJKO, W. J.; PROCTOR, D.N.; SINGH, M. A. F.; MINSON, C. T.; NIGG, C. R.; SALEM, G. J.; et al. American College of Sports Medicine (ACSM). Position stand. Exercise and physical activity for older adults. **Med Sci Sports Exerc**., Jul, v.41, n.7, p. 1510-30, 2009.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM); NELSON, M. E.; REJESKI, W. J.; BLAIR, S. N.; DUNCAN, P. W.; JUDGE, J. O.; KING, A. C.; MACERA, C. A.; STANEDA-SCEPPA, C. C. Physical Activity and Public Health in Older Adults: Recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Med Sci Sports Exerc**, v. 39, n. 8, p. 1435–1445, 2007.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM); RATAMESS, N. A.; ALVAR, B. A.; EVETOCH, T. K.; HOUSH, T. J.; KIBLER,W. B.; KRAEMER, W. J.; TRIPLETT, T. American College of Sports Medicine (ACSM). Position Stand: Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. **Med Sci Sports Exercise**. v.34. p. 364-80, 2002.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM); POLLOCK, M. L.; GAESSER, G. A.; BUTCHER, J. D.; DESPRES, J. P.; DISHMAN, R. K.; FRANKLIN, B. A., et al. American College of Sports Medicine. Position stand: the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining fitness in healthy adults. **Med Sci Sports Exerc**; v.30, n.6, p. 975-91, 1998.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM); PATE, R. R.; PRATT, M.; BLAIR, S. N.; HASKELL, W. L.; MACERA, C. A.; BOUCHARD, C.; BUCHNER, D.; ETTINGER, W.; HEATH, G. W.; KING, A. C.; KRISKA, A.; LEON, A. S.; MARCUS, B. H.; MORRIS, J.; PAFFENBARGER, JR., R. S.; PATRICK, K.; POLLOCK, M. L.; RIPPE, J. M.; SALLIS, J.; WILMORE, J. H. Physical Activity and Public Health: A Recommendation From the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine, **JAMA**, v. 273, n. 5, 1995.

ANDERSEN, L. B.; SCHNOHR, P.; SCHROLL, M.; HEIN, H. O. All-cause mortality associated with physical activity during leisure time, work, sports, and cycling to work. **Arch Intern Med**.; v.160, p.1621–1628, 2000.

BEDIMO-RUNG, A. L.; MOWEN, A. J.; COHEN, D. The significance of parks to physical activity and public health: a conceptual model. **Am J Prev Med**., v. 28, p. 159–168, 2005.

BELL, G. J.; SYROTUIK, D.; MARTIN, T. P.; BURNHAM, R.; QUINNEY, H. Effect of strength training and endurance training on skeletal muscle properties and hormone concentrations in humans. **Eur J Appl Physiol**; v. 81, n. 5, p. 418-27, 2000.

BENEDETTI, T. R. B; GONÇALVES, L. H. T; MOTA, J. A. P. S. Uma proposta de política pública de atividade física para idosos. **Texto Contexto Enferm**. Florianópolis, v.16, n. 3, p. 387-398, 2007.

BIRREN, J. E. E SCHROOTS, J. J. F. History, concepts and theory in the psychology of aging. In J.E. Birren e K.W. Schaie (Eds.), **Handook of The Psychology of agin** . 4ª Edition. San Diego: Academic Press, p.3-23, 1996.

BORTZ IV, W. M.; BORTZ II, W. M. How fast do we age? Exercise performance over time as a biomarker. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**.; v. 51, p. 223-5, 1996.

BRASIL. **Ministério da Saúde. Secretaria de atenção à saúde. Departamento de ações programáticas e estratégicas. Health care of elderly and aging.** Brasília: Ministério da Saúde, 44, 2010.

BURICK, R.; TELJIGOVIĆ, S.; BOYLE, E.; SJØGAARD, G. Aerobic training alone or combined with strength training affects fitness in elderly: Randomized trial. **Eur J of Sport Sci**, University of Otago, 2015.

BUSHMAN, B. A. Determining the I (Intensity) for a FITT-VP aerobic exercise prescription. **ACSM's Health & Fitness J**, v.18, p. 4-7, 2014.

CADORE, E.L., PINTO, R.S., TEODORO, J.L., DA SILVA, L.X.N., MENGER, E., ALBERTON, C.L., CUNHA, G., SCHUMANN, M., BOTTARO, M., ZAMBO, M.F.F., AND IZQUIERDO, M. Cardiorespiratory adaptations in elderly men following different concurrent training regimes. **J Nutr Health Aging** 22: 483-490, 2018.

CADORE, E. L.; PINTO, R. S.; BOTTARO, M.; IZQUIERDO, M. Strength and endurance training prescription in healthy and frail elderly. **Aging Dis**, Rio Grande do Sul, v. 5, p. 183-195, 2014.

CADORE, E. L.; IZQUIERDO, M.; New Strategies for the Concurrent Strength-, Power, and Endurance-Training Prescription in Elderly Individuals, **JAMDA**, Navarra, v. 14, p. 623-625, 2013.

CADORE, E. L.; IZQUIERDO, M.; ALBERTON, C. L.; PINTO, R. S.; CONCEIÇÃO, M.; CUNHA, G.; RADAELLI, R.; BOTTARO, M.; TRINDADE, G. T.; KRUEL, L. F. M.

Strength prior to endurance intra-session exercise sequence optimizes neuromuscular and cardiovascular gains in elderly men. **Experim Geront**, v. 47, p. 164–169, Out/2011.

CADORE, E. L.; PINTO, R. S.; PINTO, S. S.; ALBERTON, C. L.; CORREA, C. S.; TARTARUGA, M. P.; SILVA, E. M.; ALMEIDA, A. P. V.; TRINDADE, G. T.; KRUEL, L. F. M. Effects of strength, endurance, and Concurrent training on aerobic power and Dynamic neuromuscular economy in elderly Men. **J Strength Conditioning Res**, Rio Grande so Sul, v. 25, n. 3, p. 758-766, Mar/2011.

CADORE, E. L.; PINTO , R. S.; LHULLIER, F. L. R.; CORREA, C. S. ; ALBERTON, C. L.; PINTO, S. S.; ALMEIDA, A. P. V.; TARTARUGA, M. P.; SILVA, E. M.; KRUEL, L. F. M. Physiological effects of concurrent training in elderly men. **Int J Sports Med**, Rio Grande do Sul, v. 31, p. 689– 697 2010.

CAMPOS, A. L. P.; DEL PONTE, L. S.; CAVALLI, A. S.; AFONSO, M. .R.; SCHILD, J. F. G.; REICHERT, F. F. Efeitos do treinamento concorrente sobre aspectos da saúde de idosas. **Rev. Bras. Cineant. Desemp. Hum.**, Bahia, v. 15, n. 4, p. 437-447, 2013.

CANCELA, D. M. G. O processo de envelhecimento. **Psicologia PT**. Portugal, 2007. Disponível em: http://www.psicologia.pt/artigos/textos/TL0097.pdf . Acesso em: 20/04/2016.

CASPERSEN, C.; POWELL, K.; CHRISTENSEN, G. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. **Pub Health Reports**, v.100, p. 126–131, 1985.

CHODZKO-ZAJKO, W.J., PROCTOR, D.N., FIATARONE SINGH, M.A., MINSON, C.T., NIGG, C.R., SALEM, G.J., AND SKINNER, J.S. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. **Med Sci Sports Exerc** 41: 1510-1530, 2009.

CHOW, H. W.; HO, C. H. Does the use of outdoor fitness equipment by older adults qualify as moderate to vigorous physical activity? **Plos One**, Apr. v.30, p.1-13, 2018.

CHOW, H. W.; MOWEN, A. J.; WU, G. L. Who Is Using Outdoor Fitness Equipment and How? The Case of Xihu Park.; Int. J. Environ. **Rev. Public Health**, N.14, 448, 2017.

CHURCH, T. S.; EARNEST, C. P.; SKINNER, J. S.; BLAIR, S. N. Effects of different doses of physical activity on cardiorespiratory fitness among sedentary, overweight or obese postmenopausal women with elevated blood pressure: A randomized controlled trial. **JAMA**, v.297, n.19, p.2081–2091, 2007.

CIVINSKI, C.; MONTIBELLE, A.; BRAZ, A. L. O. A importância do exercício físico no envelhecimento. **Rev Unifebe** (Online), v.9, p. 163-175, 2011.

COHEN, D. A.; MARSH, T.; WILLIAMSON, S.; GOLINELLI, D.; MCKENZIE, T. L. Impact and cost-effectiveness of family Fitness Zones: A natural experiment in urban public parks. **Rev Health & Place**. N. 18., p. 39-45, 2012.

COHEN, D. A.; MCKENZIE, T. L.; SEHGAL, A.; WILLIAMSON, S.; GOLINELLI, D.; LURIE, N. Contribution of Public Parks to Physical Activity. **Am J of Pub Health**, March, v. 97, n. 3, 2007.

COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. Hillsdale, N.J.: L. Erlbaum Associates, 1988.

COMPHER, C.; FRANKENFIELD, D.; KEIM, N.; ROTH-YOUSEY, L. Best practice methods to apply to measurement of resting metabolic rate in adults: a systematic review. **J Am Diet Assoc**, v. 106, p. 881-903, 2006.

CORDEIRO, R. G. Efeito do Exercício Combinado Realizado nas Academias da Terceira Idade (ATI-RJ) Sobre o Comportamento da Pressão Arterial em Idosos. 90 páginas. **Dissertação de Mestrado** - UERJ, Rio de Janeiro, Fev./2015.

COYLE, E. F.; GONZALEZ-ALONSO, J. Cardiovascular drift during prolonged exercise: new perspectives. **Exerc Sport Sci Rev**, v. 29, p. 88-92, 2001.

CRANNEY, L.; PHONGSAVAN, P.; KARIUKI, M.; SCOTT, A.; HUA, M. BAUMAN, A. Impact of an outdoor gym on park users' physical activity: A natural experiment; **Rev. Health&Place**, v. 37, p. 26–34, 2016.

CRESS, M. E.; THOMAS, D. P.; JOHNSON, J.; KASCH, F. W.; CASSENS, R. G.; SMITH, E. L.; AGRE, J. C. Effect of training on VO_2máx, thigh strength and muscle morphology in septuagenarian woman. **Med Sci Sport Exerc**, Madison, v. 23, n. 6, 1991.

CUNHA, F.A., MIDGLEY, A., MONTENEGRO, R., VASCONCELLOS, F., AND FARINATTI, P. Utility of a non-exercise VO_{2max} prediction model for designing ramp test protocols. **Int J Sports Med** 36: 796-802, 2015.

CUNHA, A.B. Academias públicas transformam a vida dos idosos cariocas. **Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro**, Notícias, 2013. Disponível em: http://www.rio.rj.gov.br/web/guest/exibeconteudo?id=4400405. Acesso em: 25/02/2018.

CUNHA, F. A.; MIDGLEY, A.W.; MONTEIRO, W.; FREIRE, R.; LIMA, T.; FARINATTI, P. T. How long does it take to achieve steady state for an accurate assessment of resting VO_2 in healthy men? **Eur J Appl Physiol**, v. 113, p. 1441-1447, 2013.

DELAGARDELLE, C.; FEIEREISEN, P.; AUTIER, P; SHITA, R.; KRECKE, R.; BEISSEL, J. Strength/endurance training versus endurance training in congestive heart failure., **Med Sci in Sports and Exerc**., v. 34, n. 12, p. 1868-1872, 2012.

DEL DUCA, G. F.; SILVA, S. G.; THUMÉ, E.; SANTOS, I. S.; HALLAL, P. C. Indicadores da institucionalização de idosos: estudo de casos e controles. **Rev de Saúde Pública**, v. 46, n.1, p.147-153, 2012.

DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES (DHHS). Physical Activity Guidelines for Americans. Washington (DC) **ODPHP Publication**, N.U0036., 61 p., 2008.
DESLANDES, A. The biological clock keeps ticking, but exercise may turn it back. **Arq Neuropsiquiatr**.; v. 71, n. 2, p. 113-8, 2013.

DE SOUZA, E. O.; TRICOLI, V.; FRANCHINI, E.; PAULO, A. C., REGAZZINI, M.; UGRINOWITSCH, C. Acute effect of two aerobic exercise modes on maximum strength and strength endurance. **J. Strength Cond. Res.** N. 21, p.1286–1290, 2007.

DOBROSIELSKI, D. A.; GIBBS, B. B.; OUYANG, P.; BONEKAMP, S.; CLARK, J. M.; WANG, N.-Y.; SILBER, H. A.; SHAPIRO, E. P.; STEWART, K. J. Effect of exercise on blood pressure in type 2 diabetes: a randomized controlled trial. **J of Gen Intern Med**,v. 27, n. 11, p. 1453-1459,. ISSN 0884-8734, 2012.

EATON, S. B.; EATON, S. B. An evolutionary perspective on human physical activity: implications for health. **Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol**. n. 136, p. 153–9.,2003.

FARINATTI, P. T. V. **Envelhecimento, promoção da saúde e exercício**: bases teóricas e metodológicas. São Paulo. Manole, 2008.

FAULKNER, J. A.; LARKIN, L. M. ET AL. Age-related changes in the structure and function of skeletal muscles. **Clin Exp Pharmacol Physiol**, v. 34, n. 11, p. 1091-1096, 2007.

FECHINE, B. R. A; TROMPIERI, N. O processo de envelhecimento: as principais alterações que acontecem com o idoso com o passar dos anos**. Rev Cien Int**. Ed. 20, v. 1, n. 7, 2012.

FERKETICH, A. K.; KIRBY, T. E., ALWAYS, S. E. Cardiovascular and muscular adaptations to combined endurance and strength, **Acta Physiol Scand**, Florida, V, 164, p. 259-267, 1998.

FERRARI, R.; KRUEL, L. F. M.; CADORE, E. L.; ALBERTON, C. L.; IZQUIERDO, M.; CONCEIÇÃO, M.; PINTO, R. S.; RADAELLI, R.; WILHELM, E.; BOTTARO, M.; RIBEIRO, J. P.; UMPIERRE, D. Efficiency of twice weekly concurrent training in trained elderly men. **Experimental Gerontology**, v. 48, p. 1236–1242, 2013.

FERREIRA, O. G. L.; MACIEL, S. C.; SILVA, A. O.; SANTOS, W. S.; MOREIRA, M. A. S. P**.** O envelhecimento ativo sob o olhar de idosos funcionalmente independentes. Revista da **Escola de Enfermagem da USP**, v. 44, n. 4, p. 1065-1069, 2010.

FIUZA-LUCES, C.; GARATACHEA, N.; BERGER, N. A.; LUCIA, A. Exercise is the real polypill**. Physiology (Bethesda)**, v. 28, n. 5, p. 330-358, 2013.

FLEG, J. L. The effect of normative aging on the cardiovascular system. **Am J Geriatric Cardiol**.; v. 65, p. 1147-51, 1998.

FLEG, J. L.; MORRELL, C. H.; BOS, A. G.; BRANT, L. J.; TALBOT, L. A.; WRIGHT, J.G., et al. Accelerated longitudinal decline of aerobic capacity in healthy older adults. **Circul – J. of the AHA**, 2005.

FRANCISCO, P. M. S. B., et.al. Factors associated with pulmonary disease among the elderly. **Rev. Saúde Pública**, v. 40, n. 3, p. 428-435, 2006.

FUJITA, K.; NAGATOMI, R.; HOZAWA, A.; OHKUBO, T.; SATO, K.; ANZAI, Y.; SAUVAGET, C.; WATANABE, Y.; TAMAGAWA, A.; TSUJI, I. Effects of Exercise Training on Physical Activity in Older People: a Randomized Controlled Trial. **J Epidemiol**., v. 13, n. 2, 2003.

GARBER, C.E., BLISSMER, B., DESCHENES, M.R., FRANKLIN, B.A., LAMONTE, M.J., LEE, I.M., NIEMAN, D.C., SWAIN, D.P., AND AMERICAN COLLEGE OF SPORTS, M. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. **Med Sci Sports Exerc** 43: 1334-1359, 2011.

GODBEY, G.C.; CALDWELL, L. L.; FLOYD, M.; PAYNE, L. L. Contributions of leisure studies and recreation and park management research to the active living agenda. **Am. J. Prev. Med**., N.28(suppl 2):150–158, 2005.

GOLDBOURT, U. Physical activity, long-term CHD mortality and longevity: a review of studies over the last 30 years. **World Rev. Nutr. Diet**, v. 82, p. 229–239, 1997.

GONZALEZ-ALONSO , J.; CRANDALL, C. G.; JOHNSON, J.M. The cardiovascular challenge of exercising in the heat. **J Physiol**, v.586, p. 45-53, 2008.

GUEDES, J. M.; BORTOLUZZI, M. G.; MATTE, L. P.; ANDRADE, C. M.; ZULPO, N. C.; SEBBEN, V.; TOURINHO FILHO, H. Efeitos do treinamento combinado sobre a força, resistência e potência aeróbia em idosas. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v. 22, n. 6, 2016.

HAGERMAN, F. C.; WALSH, S. J.; STARON, R. S.; HIKIDA, R. S.; GILDERS, R. M.; MURRAY, T. F., et al. Effects of high-intensity resistance training on untrained older men I, strength, cardiovascular, and metabolic responses. **J Gerontol Biol Sci**., v. 55A; p. B336-346, 2000.

HARRIS, E.R.A. Motivos da adesão de idosos ao programa de exercícios físicos oferecidos nos núcleos do Rio ao Ar Livre do município do Rio de Janeiro. 2016. 66f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Exercício e do Esporte) – Instituto de Educação Física e Desportos, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

HARVEY, J.A., CHASTIN, S.F., AND SKELTON, D.A. Prevalence of sedentary behavior in older adults: a systematic review. **Int J Environ Res Public Health** 10: 6645-6661, 2013.

HASKELL, W.; LEE, I.; PATE, R.; POWELL, K.; BLAIR, S.; FRANKLIN, B., ET AL. American College of Sports Medicine; American Heart Association. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the ACSM and AHA. **Circulation**, v. 116, n. 9, p. 1081-1093, 2007.

HAKKINEN, K.; ALEN, M.; KRAEMER, J. W.; GOROSTIAGA, E.; IZQUIERDO, M.; RUSKO, H. et al**.** Neuromuscular adaptations during concurrent strength and endurance training versus strength training. **Eur J Appl Physiol** , v. 89, n 1, p. 42-52, 2003.

HILLS, A. P.; MOKHTAR, N.; BYRNE, N. M. Assessment of physical activity and energy expenditure: an overview of objective measures. **Front Nutr**., v. 1, n. 5, 2014.

HORTOBÁGYI, T.; MIZELLE, C.; BEAM, S.; DEVITA, P. Old Adults Perform Activities of Daily Living Near Their Maximal Capabilities. **J Gerontology: Medi Sci**, v. 58A, n. 5, p. 453–460, 2003.

HUANG, G.; GIBSON, C. A.; TRAN, Z. V.; OSNESS, W. H. Controlled endurance exercise training and VO_{2max} changes in older adults: a meta-analysis. Prev Cardiol 8: 217-225, 2005.
HUNTER, G. R.; MCCARTHY, J. P.; BAMMAN, M. M. **Effects of resistance training on older adults**. Sports Med.; Vol. 34; 329-348, 2004.

IDEAL 3º IDADE. ATI/Cidade do RJ - Academia da Terceira Idade. Acesso em: 28/06/2018. Disponível em: http://www.ideal3idade.com.br/projetos/nome/p:academia-da-terceira-idade-atis

INSTITUTO DE ESTUDOS DE SAÚDE SUPLEMENTAR (IESS). Envelhecimento populacional e os desafios para o sistema de saúde brasileiro. São Paulo, 2013.

INOUYE, K.; PEDRAZZANI, E. S.; PAVARINI, S. C. I. "Octogenários e cuidadores: perfil sócio-demográfico e correlação da variável qualidade de vida", in **Texto contexto – Enfermagem**, v. 17, n. 2, Florianópolis, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Sinopse do Senso Demográfico de 2010. Rio de Janeiro, 2011.

JACOB FILHO, W.; KIKUCHI, E. L. **Geriatria e Gerontologia Básicas.** Ed. Elsevier, 2012.

JAGGER, C., SPIERS, N.A., AND CLARKE, M. Factors associated with decline in function, institutionalization and mortality of elderly people. **Age Ageing** 22: 190-197, 1993.

KALACHE, A.; VERAS, R. P.; RAMOS, L. R. O envelhecimento da população mundial. Um desafio novo. **Rev. Saúde públ**., 21(3) 200-10, 1987.

KANEGUSUKU, H.; QUEIROZ, A. C.; CHEHUEN, M. R.; COSTA. L. A.; WALLERSTEIN, L. F., MELLO, M. T., et al. Strength and power training did not modify cardiovascular responses to aerobic exercise in elderly subjects. **Braz J Med Biol Res**. v. 44, n. 9, p. 864-70, 2011.

KING, A. C.; MACERA, C. A.; CASTANEDA-SCEPPA, C. Physical Activity and Public Health in Older Adults: Recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Offic J ACSM**, p. 1435, 2007.

KRAUSE, M. P.; BUZZACHERA, C. F.; HALLAGE, T.; PULNER, S. B.; DA SILVA, S. G. Influência do nível de atividade física sobre a aptidão cardiorrespiratória em mulheres idosas. **Rev Bras Med Esporte**, v. 13, n. 2, 2007.

KRUCHELSKI, S.; GRANDE, D.; WENDLING, N. M. S. Utilização do Ambiente Construído: Academias ao Ar Livre em Curitiba. **Rev Gestão Púb em Curitiba**. Vol. 2. N. 2, p. 67-80, 2011.

LEVERITT, M., ABERNETHY, P. J., BARRY, B. K., LOGAN, P. A. Concurrent strength and endurance training. A review. **Sports Med**, N. 28, p.413–427, 1999.

LIBARDI, C. A.; CHACON-MIKAHIL, M. P. T.; CAVAGLIERI, C. R.; TRICOLI, V.; VECHIN, F. C.; CONCEIÇÃO, M. S.; UGRINOWITSCH, C. Effect of concurrent training with blood flow restriction in the elderly. **Sports Med**,v. 36, p. 395–399, 2014.

LIMA, F. B. L. Percepção do esforço em idosos nas academias ao ar livre. **Rev. Bras. Presc e Fisiol. do Exerc.**, v.7, n. 37, p.55-64., 2013.

LLOYD-SHERLOCK, P.; MCKEE, M.; EBRAHIM, S.; GORMAN, M.; GREENGROSS, S.; PRINCE, M., ET AL. Population ageing and health. **Lancet**., v. 379, n 9823, p. 1295–6, 2012. Disponível em: http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(12)60519-4/fulltext Acesso em: 24/03/2018.

LOPES, M. H.; NAVARRO, A. C. O exercício de força em obesos promove o emagrecimento. TCC do Programa de pós-graduação Lato Sensu da Universidade Gama Filho em Fisiologia do Exercício: Prescrição do Exercício. Belo Horizonte. 2008.

LOCKS, R. R.; ROMANOVITCH, D. I. R.; WACHHOLZ, P. A.; GOMES, A. R. S. Efeitos do treinamento aeróbio e resistido nas respostas cardiovasculares de idosos ativos, **Fisioter. Mov.** v. 25, n. 3, p. 541-50, 2012.

MANN, S.; BEEDIE, C.; JIMENEZ, A. Differential effects of aerobic exercise, resistance training and combined exercise modalities on cholesterol and the lipid profile: review, synthesis and recommendations. **Sports Medicine,** v. 44, n. 2, p. 211-221, 2014.

MARTIN, L.; PRESTON, S. Demography of aging. **Nat Acad Press**.Washington, DC.1994.

MATSUDO, S. M.; MATSUDO, V. K. R.; NETO, T. L. B. The impact of aging on anthropometric, neuromotor, and metabolic variables of physical fitness. **Rev. Bras. Ciên. e Mov.**, Brasília, v. 8, n. 4, p. 21-32, 2000.

MCKENZIE, T. L.; COHEN, D. A.; SEHGAL, A.; WILLIAMSON, S.; GOLINELLI, D. System for Observing Parks and Recreation in Communities (SOPARC): reliability and feasibility measures. **J Physi Activ and Health**., N. 3, p. 208-222, 2006.

MCARDLE, A.; VASILAKI, A., ET AL. Exercise and skeletal muscle ageing: cellular and molecular mechanisms. **Ageing Res Rev**, v.1, n. 1, p. 79-93, 2002.

MCCARTHY, J. P.; POZNIAK, M. A.; AGRE, J. C. Neuro - muscular adaptations to concurrent strength and endurance training. **Med Sci Sports Exerc**, Ha-gerstown, Vol. 34, N. 3, p. 511-519, 2002.

MEIRELLES, B. H. S.; ARRUDA, C.; SIMON, E.; VIEIRA, F. M. A; CORTEZI, M. D. V.; NATIVIDADE, M. S. L. Condições associadas à qualidade de vida dos idosos com doença crônica. **Cogitare Enferm**. v. 15, n. 3, p, 433-40, 2010.

MEIRELLES, C. M.; GOMES, P. S. C**.** Efeitos agudos da atividade contra -resistência sobre o gasto energético: revisitando o impacto das principais variáveis. **Rev Bras Med Esp**. v. 10, N. 2, p.127, 2004.

MENDONCA, G.V.; PEZARAT-CORREIA, P.; VAZ, J. R.; SILVA, L.; ALMEIDA, I. D.; HEFFERNAN, K. S. Impact of exercise training on physiological measures of physical fitness in the elderly. **Curr Aging Sci**, v.9, p. 240-259, 2016.

MIDGLEY, A.W.; MCNAUGHTON, L. R.; CARROLL, S. Effect of the VO_2 time-averaging interval on the reproducibility of VO_{2max} in healthy athletic subjects. **Clin Physiol Funct Imaging**, v. 27, p. 122-125, 2007.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Estatuto do idoso**. 3. ed. Brasília, DF, 2013. Data de acesso: 08/06/2018. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/estatuto_idoso_3edicao.pdf

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Academias da saúde**. Brasília, DF, 2014. Data de acesso: 08/06/2018. Disponível em http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/academia_saude_cartilha.pdf

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO SOCIAL E COMBATE À FOME (MDSCF). **Política nacional do idoso**: Lei nº 8.842, de janeiro de 1994. 1ª Ed. Brasília, 2010. Data de acesso: 08/06/2018. Disponível em: http://www.mds.gov.br/webarquivos/publicacao/assistencia_social/Normativas/politica_idoso.pdf

MORAES, F. G. Atividade física e saúde do idoso. **Rev Cient Ciên apl FAIP**, 2015.

MYERS, J.; PRAKASH, M.; FROELICHER,V.; DO, D.; PARTINGTON, S., et al. Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. **New England J Med**, v. 346, n. 11, p. 793-801, 2002.

NASCIMENTO, R. F.; KANITZ, A. C.; KRUEL, L. F. M. Efeitos de diferentes estratégias de treinamento combinado na força muscular e na potência aeróbia de idosos: uma revisão sistemática. **Rev. Bras. Ativ. Fis. Saúde**, v. 20, n. 4, p. 329-339, 2015.

NELSON, M.E., REJESKI, W.J., BLAIR, S.N., DUNCAN, P.W., JUDGE, J.O., KING, A.C., MACERA, C.A., CASTANEDA-SCEPPA, C., AMERICAN COLLEGE OF SPORTS, M., AND AMERICAN HEART, A. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Circulation**, v. 116, p.1094-1105, 2007.

NÓBREGA, A. C. L.; FREITAS, E. V.; OLIVEIRA, M. A. B.; LEITÃO, M. B.; LAZZOLI, J. K.; NAHAS, R. M.; BAPTISTA, C. A. S.; DRUMMOND, F. A.; REZENDE, L.; PEREIRA, J.; PINTO, M.; RADOMINSKI, R. B.; LEITE, N.; THIELE, E. S.; HERNANDEZ, A. J.; ARAÚJO, C. G. S.; TEIXEIRA, J. A. C.; CARVALHO, T.; BORGES, S. F.; ROSE, E. H. 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 Esp** - v. 5, n. 6, 1999.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **The top 10 causes of death**, 2017. Disponível em: http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs310/en/. Acessado em 06/04/2018.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Resumo Relatório de Envelhecimento e Saúde**, 2015.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS); UNIÃO EUROPÉIA (UE). **Orientações da união europeia para a atividade física**: Políticas recomendadas para a promoção da saúde e do bem-estar. Lisboa, 2009.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Envelhecimento ativo**, 2005.

OZAKI, H.; KITADA, T.; NAKAGATA, T.; NAITO, H. Combination of body mass-based resistance training and high intensity walking can improve both muscle size and VO2 peak in untrained older women. **Geriatr Gerontol Int**, 2016.

PERIARD, J. D.; CRAMER, M. N.; CHAPMAN, P. G.; CAILLAUD, C.; THOMPSON, M. W. Cardiovascular strain impairs prolonged self-paced exercise in the heat. **Exp Physiol**, v. 96, p. 134-144, 2011.

PHILLIPS, W.T. AND ZIURAITIS, J.R. Energy cost of single-set resistance training in older adults. **J Strength Cond Res** 18: 606-609, 2004.

PIMENTEL, A. E.; GENTILE, C. L.; TANAKA, H.; SEALS, D. R.; GATES, P. E. Greater rate of decline in maximal aerobic capacity in endurance-trained than in sedentary men. **J Appl Physiol**.; v. 94, p. 2406-13, 2003.

PORTO, L. G. G.; JUNQUEIRA JR., L. F. Atividade física e saúde: evolução dos conhecimentos, conceitos e recomendações para o clinico. **Bras. Med**., v.45, p. 107-15, 2008.

PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO. Academias da Terceira Idade voltam a funcionar normalmente após recesso. Acesso em: 20/06/2018. Disponível em: http://www.rio.rj.gov.br/web/guest/exibeconteudo?id=7614031

PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO. Catálogo dos programas de inclusão da Prefeitura do Rio; **SESQV**; Academia da Terceira Idade (2009) Acesso em: 11/06/2018. Disponível em: http://www.rio.rj.gov.br/web/ipp/programas-de-inclusao-da-prefeitura

PRENTICE, A. M.; The emerging epidemic of obesity in developing countries. **Int J Epidemiol**, v. 35, p. 93–99, 2006.

RIO DE JANEIRO. Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro. **Catálogo dos programas de inclusão.** 2014. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/documents/91329/348b728c-46bf-46e5-899f-f863408cd104 > Acesso em: 20 Jun. 2018.

SAELENS, B. E.; SALLIS, J. F.; FRANK, L. D. Environmental correlates of walking and cycling: findings from the transportation, urban design, and planning literatures. **Ann Behav Med**., v. 25, p. 80–91, 2003.

SEMEARC. **Secretaria Municipal de Envelhecimento Ativo, Resiliência e Cuidado**, 2016.

SERGI, G.; COIN, A.; SARTI, S.; PERISSINOTTO, E.; PELOSO, M.; MULONE, S.; TROLESE, M.; INELMEN, E. M.; ENZI, G.; MANZATO, E. Resting VO_2, maximal VO_2 and metabolic equivalents in free-living healthy elderly women. **Clin Nutr**, v. 29, p. 84-88, 2010.

SESQV. **Secretaria Especial de Envelhecimento Saudável e Qualidade de Vida**, 2015.

SHEPHARD, R. J. **Envelhecimento, atividade física e saúde**. São Paulo: Phorte, 2003.

SILVA, N. L.; OLIVEIRA, R. B.; FLECK, S. J.; LEON, A. C.; FARINATTI, P. Influence of strength training variables on strength gains in adults over 55 years-old: a meta-analysis of dose-response relationships. **J Sci Med Sport**, v.17, p. 337-344, 2014.

SMITH, A. Grand challenges of our aging society: workshop summary. Washington (DC): **Nat Acad Press**; 2010. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK220199/ Acesso em: 24/03/2018.

SONN, U. Longitudinal studies of dependence in daily life activities among elderly persons. **Scand J Rehabil Med Suppl** 34: 1-35, 1996.

SOUSA, N.; MENDES, R.; ABRANTES, C.; SAMPAIO, J.; OLIVEIRA, J. Effectiveness of combined exercise training to improve functional fitness in older adults: A randomized controlled trial. **Geriatr Gerontol Int**, v.14, p. 892-898, 2014.

STRATTON, J.; LEWY, W.; CERQUEIRA, M.; SCHWARTZ, R.; ABRASS, I. Cardiovascular responses to exercise effects of aging and exercise training in healthy men. **Circulation**, v.89, p.1648-1655, 1994.

SWAIN, D. P. Energy cost calculations for exercise prescription: an update. **Sports Med**, v. 30, p. 17-22, 2000.

TALBOT, L. A.; METTER, E. J.; FLEG, J. L. Leisure-time physical activities and their relationship to cardiorespiratory fitness in healthy men and women 18-95 years old. **Med Sci Sports Exerc**., v. 32, p. 417-25, 2000.

TEIXEIRA, C. S.; PEREIRA, E. F.; ROSSI, A. G. A hidroginástica como meio para manutenção da qualidade de vida e saúde do idoso. **ACTA FISIATR**, v. 14, n. 4, p. 226 – 232, 2007.

TRIBESS, S.; VIRTUOSO, J. S. Prescrição de exercícios físicos para idosos. **Rev Saúde**, v. 1, n. 2, p. 163-172, 2005.

TSUJI, I.; TAMAGAWA, A.; NAGATOMI, R.; IRIE, N.; OHKUBO, T.; SAITO, M; FUJITA, K.; OGAWA, K.; SAUVAGET, C.; ANZAI, Y.; HOZAWA, A.; WATANABE, Y.; SATO, A.; OHMORI, H.; HISAMICHI, S. Randomized Controlled Trial of Exercise Training for Older People (Sendai Silver Center Trial; SSCT): Study Design and Primary Outcome. **J Epidemiol**, v. 10, n. 1, 1999.

UNITED. **World population ageing 2017 - Highlights**: UN, 2017.

VERAS, R. É possível, no Brasil, envelhecer com saúde e qualidade de vida? **Rev. Bras. Geriatr. Gerontol.**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 3, p. 381-382, 2016.

VERAS, R. A urgente e imperiosa modificação no cuidado a saúde da pessoa idosa. **Rev. Bras. Geriatr. Gerontol**., Rio de Janeiro, v.18, n. 1, p. 5-6, 2015.

VERNEY, J.; KADI, F.; SAAFI, M. A.; AULIN, K. P.; DENIS, C. Combined lower body endurance and upper body resistance training improves performance and health parameters in healthy active elderly, **Eur J Appl Physiol, v**. 97, p. 288–297, 2006.

VIEIRA, F. S.; MENDES, A. C. R. Evolução dos gastos com medicamentos: crescimento que preocupa. In: **VIII Encontro da Associação Brasileira de Economia da Saúde**; 2007; São Paulo, BR. São Paulo: PUC/SP; 2007[citado 2008 set 1]. Disponível em: http://www.abresbrasil.org.br/pdf/18.pdf

VILLAREAL, D. T.; AGUIRRE, L.; GURNEY, A. B.; WATERS, D. L.; SINACORE, D. R.; COLOMBO, E.; ARMAMENTO-VILLAREAL, R.; QUALLS, C. Aerobic or resistance exercise, or both, in dieting obese older adults. **N Engl J Med**, v. 376, p. 1943-1955, 2017.

WANG, L., MASCHER, H., PSILANDER, N., BLOMSTRAND, E.; SAHLIN, K. Resistance exercise enhances the molecular signaling of mitochondrial biogenesis induced by endurance exercise in human skeletal muscle. **J Appl Physiol**, n. 111, p.1335–1344, 2011.

WEIR, J. B. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. **J Physiol**, v. 109, p. 1-9, 1949.

WHO. **World report on ageing and health**: World Health Organization, 2015.

WILHELM, E. N.; RECH, A.; MINOZZO, F.; BOTTON, C. E.; RADAELLI, R.; TEIXEIRA, B. C.; OLIVEIRA, A. R.; PINTO, R. S. Concurrent strength and endurance training exercise sequence does not affect neuromuscular adaptations in older men. **Experimental Gerontology**, v. 60, p. 207–214, 2014.

WILSON, J. FILHO; KIKUCHI, E. L. **Geriatria e Gerontologia Básicas**, Elsevier Editora, 2012.

WINGO, J. E.; LAFRENZ, A. J.; GANIO, M. S.; EDWARDS, G. L.; CURETON, K. J. Cardiovascular drift is related to reduced maximal oxygen uptake during heat stress. **Med Sci Sports Exerc**, v. 37, p. 248-255, 2005.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Time to deliver. Report of the **WHO Indep High-level Commis on Noncommunicable Dis**; Geneva, 1 Jun., 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global Atlas on Cardiovascular Disease Prevention and Contro**l. Geneva: WHO, 2011. Disponível em: <http://www.who.int/cardiovascular_diseases/publications/atlas_cvd/en/>. Acesso em: 24/07/2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global Recommendations on Physical Activity for Health**, 2010.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Physical activity and health in Europe**: evidence for action, Copenhagen, Regional Office for Europe, 2006.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Working together for health**, 2006.

ZALESKI, A.L.; TAYLOR, B.A.; PANZA, G.A.; WU, Y.; PESCATELLO, L.S.; THOMPSON, P.D.; FERNANDEZ, A.B. Coming of age: considerations in the prescription of Exercise for older adults, **MDCVJ** | v. 12, n. 2, 2016.