



UNIVERSIDADE DE ÉVORA

ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE DESPORTO E SAÚDE

Efeitos do exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica sobre a composição corporal e fluidos corporais em pessoas idosas avaliadas por absorptometria de raio x de dupla energia e por bioimpedância

António Manuel Simão Pelado

Orientação:

Professor Doutor Armando Manuel de Mendonça Raimundo

Professor Doutor José Alberto Frade Martins Parraça

Mestrado em Exercício e Saúde

Dissertação

Évora, 2016



UNIVERSIDADE DE ÉVORA

ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE DESPORTO E SAÚDE

Efeitos do exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica sobre a composição corporal e fluidos corporais em pessoas idosas avaliadas por absorptometria de raio x de dupla energia e por bioimpedância

António Manuel Simão Pelado

Orientação:

Professor Doutor Armando Manuel de Mendonça
Raimundo

Professor Doutor José Alberto Frade Martins
Parraça

Mestrado em Exercício e Saúde

Dissertação

Évora, 2016

Agradecimento

Aos meus pais por tudo o que me transmitiram ao longo da minha vida, pela educação que me deram e por todo o apoio que me têm dado.

À minha filha Carla Pelado por ter suportado as minhas ausências e também porque num determinado momento difícil da minha vida me deu o seu apoio incondicionalmente.

Ao meu filho Pedro Pelado que apesar de ainda ser bebé também se vê privado da minha companhia.

À minha prima Fátima Dias pelo que me têm ajudado ao longo da minha vida pessoal e académica.

À Soraia pela amizade, ajuda e disponibilidade que sempre teve nos momentos em que precisei.

A todas as pessoas que aceitaram participar nesta investigação, pois sem eles a mesma não seria possível.

Aos meus orientadores, Professor Doutor Armando Raimundo e Professor Doutor José Parraça, pelo incentivo, disponibilidade, apoio, amizade e pelos ensinamentos que me têm transmitido ao longo destes anos e que ainda continuam a transmitir, o meu muito obrigado.

Índice

Agradecimento.....	
Índice	I
Índice de Tabelas.....	III
Índice de Figuras	IV
Resumo	V
Abstract.....	VI
Índice de Abreviaturas.....	VII
Capítulo I – Introdução	- 1 -
Capítulo II – Revisão da Literatura	- 5 -
Envelhecimento ativo	- 5 -
Composição Corporal em populações idosas.....	- 6 -
Fluidos Corporais.....	- 14 -
Exercício Vibratório.....	- 20 -
Hipóxia	- 24 -
Capítulo III – Metodologia	- 28 -
1. Objetivo do Estudo.....	- 28 -
2. Hipoteses	- 28 -
3. Desenho do Estudo	- 28 -
4. Participantes	- 28 -
5. Procedimentos.....	- 30 -
5.1 Protocolo de Treino.....	- 31 -
5.2 Sessões de treino	- 32 -
5.3 Grupo de EVH.....	- 32 -
5.4 Grupo de EVN	- 32 -
5.5 Grupo de Controlo	- 32 -
6. Instrumentos de Avaliação	- 33 -
7. Tratamento Estatístico.....	- 33 -
Capítulo IV – Apresentação de Resultados.....	- 34 -
Capítulo V – Discussão dos Resultados.....	- 37 -
Contributos para a Comunidade / Benefícios do Estudo.....	- 40 -
Limitações do estudo.....	- 41 -
Capítulo VI – Conclusão.....	- 42 -
Sugestões	- 42 -
Apoios / Financiamento	- 42 -

Exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica

Capítulo VII – Bibliografia	- 43 -
Anexos	- 65 -
Anexo 1 – CONSENTIMENTO INFORMADO	- 65 -

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Valores médios (\pm DP) das características descritivas da amostra	31
Tabela 2 - Valores médios (\pm DP) dos três grupos em todas as variáveis da composição corporal	35
Tabela 3 – Valores médios (\pm DP) dos três grupos em todas as variáveis dos fluidos corporais	36

Índice de Figuras

Figura 1 – Fluxograma da amostragem do estudo.....30

Resumo

Objetivo: determinar os efeitos do exercício vibratório corporal (EV) em hipoxia normobárica na composição corporal bem como o total de água e a sua distribuição a nível intra e extracelular em idosos fisicamente ativos.

Método: Participaram no estudo 33 pessoas idosas, com idades compreendidas entre os 65 e 81 anos de ambos os sexos, distribuídos aleatoriamente pelos três grupos EVH = 10 (Exercício Vibratório em Hipoxia), EVN = 11 (Exercício Vibratório em Normoxia) e CON = 12 (Grupo de Controlo). Foi aplicado um programa de exercício vibratório corporal em ambiente de hipoxia normobárica, no qual os participantes permaneceram de pé na plataforma com um grau de flexão dos joelhos de 120° e receberam um estímulo vibratório de 12,5Hz. Os dados da composição corporal foram recolhidos por absorptometria e os fluidos corporais por bioimpedância. Estudo controlado e aleatório com duração de 4 meses.

Resultados: Os participantes não apresentaram diferenças significativas nas variáveis avaliadas na composição corporal e fluidos corporais. Os resultados demonstram que não se verificaram alterações ao nível da composição corporal e dos fluidos corporais, decorrentes da aplicação de um programa de exercício em ambiente hipoxico.

Conclusões: Concluimos que o programa de 4 meses de exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica, não influenciou a composição corporal nem os fluidos corporais dos sujeitos da amostra do presente estudo.

Palavras-Chave: Composição Corporal, Fluidos Corporais, Envelhecimento Ativo, Exercício Vibratório Corporal, Treino em Hipoxia.

Effects of body vibration in hypoxia normobaric on body composition and body fluids in the elderly evaluated by x-ray absorptiometry dual energy and bioimpedance

Abstract

Objective: determine the effects of whole body vibration (WBV) in normobaric hypoxia in body composition, total water and its distribution intracellular and extracellular levels in physically active elderly.

Method: Participated in the study 33 elderly, between the ages of 65 and 81 of both sexes, distributed by the three groups EVH = 10 (Vibratory Exercise in Hypoxia), EVN = 11 (Vibratory Exercise in Normoxia) and CON = 12 (Control Group). A whole body vibratory exercise program in normobaric hypoxia was applied, in which the participants remained standing on the platform with a 120 degree of knees flexion and received a vibratory stimulus of 12.5Hz. The data of body composition were collected by absorptiometry and body fluids by bioimpedance. A randomized controlled trial lasting 4 months.

Results: Participants showed no significant differences in the variables evaluated, body composition and body fluids. The results show that there were no changes in body composition and body fluids due to the application of a hypoxic exercise program.

Conclusions: We concluded that the 4-month program of whole body vibration exercise in normobaric hypoxia did not influence the body composition nor the body fluids of the subjects in the present study.

Key Words: Body Composition, Body Fluid, Elderly, Whole body vibration, Training in Hypoxia.

Índice de Abreviaturas

EV – Exercício Vibratório

EVH – Exercício Vibratório e Hipoxia

EVN – Exercício Vibratório em Normoxia

CON – Grupo de Controlo

CC – Composição Corporal

GC – Gordura Corporal

AF – Atividade Física

DPOC – Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica

O₂ – Oxigénio

ACT – Água Corporal Total

AIC – Água Intracelular

AEC – Água Extracelular

BI - Bioimpedância

DCNT – Doenças Crónicas não Transmissíveis

MIN – Minutos

IMC – Índice de Massa Corporal

TAA – Tecido Adiposo Abdominal

TAV – Tecido Adiposo Visceral

PC – Perímetro da Cintura

TMB – Taxa Metabólica Basal

DAM – Doença Aguda da Montanha

FIC – Fluido Intracelular

FEC – Fluido Extracelular

TR – Treino de Resistência

MM – Massa Muscular

MLG – Massa Livre de Gordura

AVC – Acidente Vascular Cerebral

ADH – Hormona Antidiurética

M – Metros

ML – Mililitros

L – Litros

W – Watts

FiO₂ - Fração de oxigénio inspirada

Capítulo I – Introdução

A avaliação da composição corporal é um aspeto muito importante e determinante da condição física de cada pessoa, em programas de nutrição e na prevenção ou tratamento de diversas doenças como a obesidade, diabetes, cardiovasculares, hipertensão arterial, dislipidemia, é indiscutível que tanto o excesso de gordura corporal como o défice de massa magra têm uma relação direta com uma série de fatores de risco que podem levar ao aparecimento ou ao agravamento das condições de saúde.

Mudanças na composição corporal (CC), que acompanham o processo de envelhecimento promovem uma redução da massa muscular e um aumento da gordura corporal (GC), que estão sujeitas à redistribuição e assumem uma posição bastante centralizada (Goodpaster, B.H, Park, S.W, Harris, T.B, Kritchevsky, S.B, Nevitt, M., Schwartz, A.V, & Newman, A.B., 2006; Kuk, J. L., Saunders, T. J., Davidson, L. E., & Ross, R., 2009). Tem sido demonstrado que, após 50 anos de idade, se começa a perder músculo a uma taxa de cerca de 1% a 2% por ano (Marcell, T.J., 2003).

A população mundial está a envelhecer rapidamente, cerca de 13% da população mundial em 2015 tinha 60 anos ou mais, e o aumento desta proporção está previsto para quase duplicar até 2050, passando para 2,1 bilhões de pessoas (United Nations, 2015). A esperança média de vida continua a aumentar, mesmo para os grupos etários mais velhos (Mathers, C. D., Stevens, G. A., Boerma, T., White, R. A., & Tobias, M. I. 2015; Oeppen, J., & Vaupel, J. W. 2002), sendo que aos 60 anos de idade são estimados mais 20 anos adicionais (OMS, 2015a).

Entre os fatores comportamentais e estilo de vida, a atividade física (AF) é o determinante mais importante de envelhecimento ativo e tem um papel importante na melhoria da qualidade de vida, na redução das capacidades funcionais, e na redução da mortalidade mais tarde (Crimmins, E. M. 2015; Kalache, A., Aboderin, I., & Hoskins, I. 2002). Para as pessoas idosas, a AF inclui o trabalho de grandes grupos musculares e atividades aeróbicas, tais como caminhadas, ciclismo, e muitas atividades recreativas e desportivas. Além disso, outras dimensões importantes da AF incluem a força muscular e treino de equilíbrio, que também têm um papel importante na promoção da saúde e prevenção de doenças em adultos mais velhos (Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I. M., & Swain, D. P. 2011).

Exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica

O exercício vibratório (EV) deve ser equacionado como modo de exercício uma vez que pode trazer benefícios para a saúde deste tipo de população, até mesmo porque pode ser um tipo de exercício a considerar para pessoas que não possam praticar outro tipo de atividade física.

Por exemplo, fraqueza muscular ou atrofia é uma manifestação comum entre os indivíduos com osteoartrite e doença pulmonar obstrutiva crónica (DPOC) (Palmieri Smith, R. M., Thomas, A. C., Karvonen-Gutierrez, C., & Sowers, M. F. 2010; Wust, R. C., & Degens, H. 2007), ao passo que a espasticidade é frequentemente observada em pacientes com acidente vascular cerebral ou esclerose múltipla (Sommerfeld, D. K., Eek, E. U. B., Svensson, A. K., Holmqvist, L. W., & von Arbin, M. H. 2004; Sosnoff, J. J., Shin, S., & Motl, R. W. 2010). Como se sabe, a função muscular está fortemente correlacionada com a integridade dos tecidos osseos (Pang, M. Y., & Eng, J. J. 2005; Madsen, O. R., Sørensen, O. H., & Egsmose, C. 2002). Fraturas por fragilidade tornaram-se uma importante questão de saúde pública (Johnell, O., & Kanis, J. A. 2006).

Recentemente, o EV, surgiu como um método de exercício útil para melhorar a saúde global. De facto, estudos anteriores têm relatado que o treino EV melhora a composição corporal, força muscular, e saúde cardiovascular simultaneamente. Além disso, o EV é adequado para populações especiais, como as populações idosas e doentes que não conseguem realizar treino de resistência ou treino físico aeróbico (Park, S. Y., Son, W. M., & Kwon, O. S. 2015). No entanto, são controversos os efeitos da vibração na composição corporal, estes efeitos na composição corporal não são corroborados pela maioria dos investigadores.

Estudos recentes observaram que o EV promove melhorias significativas ao nível da força, do equilíbrio e da osteoporose, no entanto, ao nível da composição corporal há poucos estudos.

Rubin, C. T., Capilla, E., Luu, Y. K., Busa, B., Crawford, H., Nolan, D. J., & Judex, S. (2007) referem que a obesidade é uma pandemia global e que debilita milhões de pessoas, estando subjacente a esta patologia o aparecimento da diabetes tipo II e que custa biliões de dólares à sociedade em cuidados de saúde, mas estes são dissuadidos pelo exercício. Segundo estes autores através do exercício físico, embora seja um trabalho árduo, é um desafio eficaz na supressão da adiposidade.

No entanto num estudo de Sen, B., Xie, Z., Case, N., Styner, M., Rubin, C. T., & Rubin, J. (2011) observou-se que o treino vibratório através do impacto, por via dos sinais

Exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica

mecânicos em particular, que estes assumem um estímulo anabolizante para o osso e músculo e inibidor para a formação de gordura.

É de todo importante tentar compreender se o ambiente hipóxico pode ou não ser uma mais-valia que possa contribuir para que as pessoas idosas tenham um envelhecimento ativo com melhor qualidade traduzido numa melhoria da sua composição corporal e também na distribuição de água corporal.

A exposição a alta altitude (superior a 2500m) refere-se a uma condição ambiental associada com todo o corpo e a hipoxia do tecido, resultante de uma queda na pressão barométrica e, conseqüentemente, uma diminuição concomitante na disponibilidade de oxigénio arterial. Tal condição é encontrada em cerca de 140 milhões de pessoas que residem em altitudes elevadas em todo o mundo (Niermeyer, S., Zamudio, S., Moore, L.G. 2001), e também em inúmeros moradores ao nível do mar que viajam para áreas de grande altitude. Seres humanos saudáveis estudados em alta altitude não só podem contribuir para desvendar os mecanismos moleculares e sistémicos envolvidos na deteção de O₂ e respostas adaptativas ao ambiente de baixo oxigénio, mas também ajudar na compreensão de várias situações patológicas associadas à hipóxia (Harris, A. L. 2002).

Nos doentes ou idosos, a altitude está geralmente associada a um aumento dos riscos de saúde através da ativação vasoconstritora simpática reforçada (Blitzer, M. L., Loh, E., Roddy, M. A., Stamler, J. S., & Creager, M. A. 1996), apneias obstrutivas do sono (Nespoulet, H., Wuyam, B., Tamisier, R., Saunier, C., Monneret, D., Remy, J., & Lévy, P. 2012), hipoxemia (Levine, B. D., & Zuckerman, J. H. 1997), hipertensão pulmonar (Valencia-Flores, M., Rebollar, V., Santiago, V., Orea, A., Rodriguez, C., Resendiz, M., & Garcia-Ramos, G. 2004), arritmias (Kujanik, S., Snincak, M., Vokal, J., Podracký, J., & Koval, J. 1999), e a alteração de controlo postural (Degache, F., Larghi, G., Faiss, R., Deriaz, O., & Millet, G. 2012). No entanto, vários estudos têm investigado os benefícios terapêuticos do exercício em hipóxia leve na regulação da pressão arterial e da influência de diferentes modalidades de hipóxia em indivíduos saudáveis (Nishiwaki, M., Kawakami, R., Saito, K., Tamaki, H., Takekura, H., & Ogita, F. 2011; Morishima, T., Kurihara, T., Hamaoka, T., & Goto, K. 2014; Shi, B., Watanabe, T., Shin, S., Yabumoto, T., Takemura, M., & Matsuoka, T. 2014) ou em pacientes com diferentes fatores de risco cardiovasculares e respiratórios, como a doença pulmonar obstrutiva crónica (DPOC) (Haider, T., Casucci, G., Linser, T., Faulhaber, M., Gatterer, H., Ott, G., & Bernardi, L. 2009), obesidade (Wiesner, S., Haufe, S., Engeli, S., Mutschler, H., Haas,

Exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica

U., Luft, F. C., & Jordan, J. 2010) e doença da artéria coronária (Burtscher, M., Pachinger, O., Ehrenbourg, I., Mitterbauer, G., Faulhaber, M., Pühringer, R., & Tkatchouk, E. 2004).

Um fornecimento adequado de oxigénio é essencial a todos os tecidos biológicos. Para proteger o organismo, situações de hipoxia (redução da oferta de oxigénio) podem desencadear uma série de respostas e adaptações fisiológicas e fisiopatológicas tais como vasculogénese, angiogénese, ou eritropoiese (Wenger, R.H., 2000).

Muito importante também para as pessoas idosas são os benefícios de uma hidratação adequada para a saúde e para o desempenho do dia-a-dia.

Os benefícios da água são conhecidos, mas é importante saber qual a quantidade de água corporal total (ACT) sendo esta dividida em água intracelular (AIC) e água extracelular (AEC) e qual o fluxo existente entre os dois (Haussinger, D., Gerok, W., Roth, E., & Lang, F. 1993).

Para medir a ACT recorre-se ao método do óxido de deutério e ao brometo de sódio para a AEC, são métodos muito caros, impraticáveis para a maioria das configurações, e impossíveis para determinar mudanças de fluidos em curtos intervalos de tempo (Schoeller, D.A., Hydrometry S.B. Heymsfield, T.G. Lohman, Z. Wang, S.B. Going, E. 2005).

As limitações acima referidas revelaram a necessidade de se utilizar instrumentos de campo válidos para esse efeito, portanto, a bioimpedância serve esse propósito (Kyle, U. G., Bosaeus, I., De Lorenzo, A. D., Deurenberg, P., Elia, M., Gómez, J. M., & Scharfetter, H. 2004).

Dada a escassez de estudos sobre a composição corporal e a distribuição dos fluidos corporais em ambiente de hipoxia normobárica, é objetivo deste trabalho investigar as associações diretas e indiretas de um programa de exercício vibratório corporal na composição corporal e na distribuição total de água, distribuição de água intracelular e extracelular em ambiente de hipóxia normobárica em pessoas idosas fisicamente ativas.

Capítulo II – Revisão da Literatura

Envelhecimento ativo

As respostas políticas ao envelhecimento da população a nível mundial compreendem duas vertentes, a negativa e a positiva, por um lado a velhice é considerada e retratada como um período de inatividade e de dependência, mas muitas vezes os idosos são vistos como um recurso económico e social (Strawbridge, W. J., Wallhagen, M. I., & Cohen, R. D. 2002; Walker, A. 2010).

Cada vez mais as pessoas podem viver até aos 60 anos ou mais (United Nations Department of Economic and Social Affairs. 2007). Este fenómeno combinado com quedas acentuadas nas taxas de fertilidade, estão a levar a um rápido envelhecimento das populações em todo o mundo. Estas mudanças são dramáticas e têm grandes implicações para cada um de nós como indivíduos, bem como para a sociedade de uma forma geral.

O artigo de Bauman, A., Merom, D., Bull, F. C., Buchner, D. M., & Singh, M. A. F. (2016) destaca a importância das evidências epidemiológicas e a sua prevalência, fazendo desta forma um caso robusto para promover a atividade física entre os adultos mais velhos. A atividade física regular é muito importante hoje em dia e cada vez mais porque oferece uma das maiores oportunidades para que as pessoas idosas possam ter mais anos de vida, serem mais ativos e terem uma vida mais independente. A Blueprint concluiu que existem evidências científicas substanciais que demonstram que a atividade física regular pode trazer grandes benefícios para a saúde de pessoas de todas as idades, e que esses benefícios se podem estender ao longo dos anos de vida dessas mesmas pessoas, a atividade física oferece uma das maiores oportunidades para ampliar anos de vida, reduzir a deficiência, e melhorar a qualidade de vida de pessoas de meia-idade e idosos (U.S. Surgeon General's Report. 1996; Atienza A.A. 2001; Eakin E. 2001; Linnan L.A., Marcus B. 2001; Stewart, A.L. 2001). Existem várias evidências relativamente aos benefícios do exercício, no entanto, a percentagem de adultos com mais de 65 anos de idade que praticam AF regularmente está abaixo dos 40% (Brown, D. R., Yore, M. M., Ham, S. A., & Macera, C. A. 2005).

Composição Corporal em populações idosas

Têm-se verificado melhorias na saúde pública e na assistência médica, e esses são fatores importantes para as grandes melhorias que se têm registado na mortalidade infantil observada desde a primeira metade do século XX. O aumento da estimativa dos anos de vida nos adultos (maior longevidade) também é cada vez maior e comum no mundo desenvolvido. Estas alterações registadas resultam em números cada vez maiores e, como consequência desse fato as proporções da população adulta com idade superior a 60 anos está a aumentar cada vez mais. Uma vez que a esperança de vida está a aumentar e as pessoas vivem mais anos para além dos 60, o número de jovens vai-se aproximando rapidamente, estima-se que até ao ano 2025 o número de pessoas em todo o mundo com 60 anos ou mais exceda os 1,2 biliões (United Nations, 2013). Este crescimento da população mais velha irá criar problemas adicionais e significativos nos serviços de saúde e de apoio (Prince, M. J., Wu, F., Guo, Y., Robledo, L. M. G., O'Donnell, M., Sullivan, R., & Yusuf, S. 2015). A dieta e estilo de vida, aliados a uma manutenção do peso corporal saudável são muito importantes para a manutenção da saúde de todos os grupos etários, mas são cruciais para um envelhecimento saudável. A manutenção de um bom estado nutricional tem implicações positivas no bem-estar e na saúde atrasando e reduzindo o risco de desenvolver doenças, manter a independência funcional e desta forma continuar a ter uma vida independente (Jones, J., Duffy, M., Coull, Y., & Wilkinson, H. 2009).

Tem sido amplamente provado que a obesidade está fortemente relacionada com várias patologias, como, a diabetes mellitus, hipertensão arterial, dislipidémia, doença da vesícula biliar, doença arterial coronária e insuficiência cardíaca (Must, A., Spadano, J., Coakley, E. H., Field, A. E., Colditz, G., & Dietz, W. H. 1999); Pi-Sunyer, F. X. 2002).

Estudos transversais e longitudinais têm demonstrado que com o envelhecimento vão haver alterações na composição corporal, começando a haver um aumento da massa gorda e uma diminuição da massa muscular (Baumgartner, R. N., Stauber, P. M., McHugh, D., Koehler, K. M., & Garry, P. J. 1995; Hughes, V. A., Frontera, W. R., Roubenoff, R., Evans, W. J., & Singh, M. A. F. 2002). À medida que envelhecemos a composição corporal vai sofrendo alterações, desde logo a massa gorda aumenta, a massa magra (músculo) diminui e aumenta o risco de sofrer de sarcopénia. A perda da massa muscular começa por volta dos 50 anos, mas este processo torna-se mais rápido após os

Exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica

60 anos de idade e a massa gorda continua a aumentar até cerca dos 75 anos (Kyle, U. G., Genton, L., Hans, D., Karsegard, L., Slosman, D. O., & Pichard, C. 2001). A perda da massa muscular leva a uma redução na taxa metabólica basal em cerca de 15% entre os 30 e os 80 anos, isto origina uma redução subsequente na necessidade de energia, cerca de 150 Kcal por dia após os 75 anos (Department of Health (DoH). 1991).

Para Deurenberg, P., Van Der Kooy, K., Hulshof, T., & Evers, P. (1989), a obesidade deve ser definida como o excesso de armazenamento de gordura associado a um risco elevado para a saúde. Para esta definição, o IMC tem sido muito utilizado em jovens e também em pessoas com idades mais avançadas. O IMC é um indicador bem aceite para a estimativa da massa gorda, é um indicador composto pelo peso a dividir pela altura ao quadrado.

A prevalência da obesidade está a crescer progressivamente mesmo em grupos etários mais velhos. Existe alguma controvérsia sobre os potenciais danos que a obesidade pode provocar em idosos. O conhecimento da composição corporal relacionada com a idade, as mudanças na distribuição de gordura, vai ajudar numa melhor compreensão sobre a relação entre a obesidade, morbidade e mortalidade em pessoas idosas. A revisão da literatura sustenta que a gordura central e a relativa perda de massa livre de gordura, pode-se tornar relativamente mais importante que o IMC para se poder determinar os riscos para a saúde associados à obesidade em idades mais avançadas (Zamboni, M., Mazzali, G., Zoico, E., Harris, T. B., Meigs, J. B., Di Francesco, V. & Bosello, O. 2005).

Vários estudos demonstram uma diminuição na altura, como hipóteses estão a deformidade da coluna vertebral com o desgaste dos discos inter-vertebrais e também essa diminuição da altura se possa dever à perda de altura do corpo vertebral devido à osteoporose (Baumgartner, R. N., Stauber, P. M., McHugh, D., Koehler, K. M., & Garry, P. J. 1995; Sorkin, J. D., Muller, D. C., & Andres, R. 1999; De Groot, C. P., Enzi, G., Matthys, C., Moreiras, O., Roszkowski, W., & Schroll, M. 2001; Hughes, V. A., Roubenoff, R., Wood, M., Frontera, W. R., Evans, W. J., & Singh, M. A. F. 2004).

Segundo Sorkin, et al., (1999), o fato da altura diminuir com o aumento da idade, pode induzir a um aumento falso do IMC em 1,5Kg/m² nos homens e 2,5Kg/m² nas mulheres em todo o envelhecimento. Apesar de haver alterações mínimas no peso corporal, como consequência deste fato e a diminuição da altura estar dependente do aumento da idade, uma superestimação da adiposidade pode ser incorreta por consequência de se utilizar o IMC para classificar a obesidade em pessoas idosas. Para Arner, E., Westermark, P. O., Spalding, K. L., Britton, T., Rydén, M., Frisén, J. & Arner,

P. (2010) o aumento do peso corporal é importante para o aparecimento e desenvolvimento de desordens metabólicas, mas, ainda assim para os mesmos, é menos importante que a distribuição do tecido adiposo no desenvolvimento das mesmas, pois estes consideram a forma como o tecido adiposo está distribuído, como sendo um factor mais importante no aparecimento e desenvolvimento das desordens metabólicas. Por este fato, o índice geralmente mais utilizado é o IMC, mas este não tem em conta a distribuição da gordura corporal, e atualmente é o menos aceite como método confiável para avaliar a correlação entre a obesidade e as doenças que lhe estão associadas (Romero-Corral, A., Somers, V. K., Sierra-Johnson, J., Thomas, R. J., Collazo-Clavell, M. L., Korinek, J. & Lopez-Jimenez, F. 2008). A obesidade, principalmente quando esta está concentrada no abdómen e no tronco, está associada a um elevado número de comorbilidades. Temos como principais tecidos adiposos brancos o tecido adiposo abdominal (TAA) e o tecido adiposo visceral (TAV) (Bjorndal, B., Burri, L., Staalesen, V., Skorve, J., & Berge, R. K. 2011). Tem sido demonstrado nos idosos que o perímetro da cintura (PC) além de ser uma medição fácil de ser executada, está fortemente relacionada com a gordura visceral e com a gordura total (Harris, T. B., Visser, M., Everhart, J., Cauley, J., Tylavsky, F., Fuerst, T. & Nevitt, M. 2000). Os valores do PC sugeridos para os adultos segundo NIH, N., National Heart, Lung, and Blood Institute, & North American Association for the Study of Obesity. (2000); World Health Organization. (1997), são de 102cm para os homens e 88cm para as mulheres. Para estes autores, um PC elevado isoladamente, ou em conjunto com o IMC, podem demonstrar com maior rigor a obesidade em idosos.

Um estudo inovador relata que o sobrepeso e a obesidade podem estar associados com a deposição de gordura no pescoço, resultando num maior perímetro do pescoço (Stabe, C., Vasques, A. C. J., Lima, M. M. O., Tambascia, M. A., Pareja, J. C., Yamanaka, A., & Geloneze, B. 2013).

O perímetro do pescoço é uma medida antropométrica simples, conveniente, mas é menos utilizada embora tenha uma correlação com o perímetro da cintura e IMC, e também tem sido associada com os componentes do síndrome metabólico em estudos transversais e de coorte em diferentes populações (Stabe, et al., 2013; Pereira, D. C. R., Araújo, M. F. M. D., Freitas, R. W. J. F. D., Teixeira, C. R. D. S., Zanetti, M. L., & Damasceno, M. M. C. 2014). A associação entre a gordura do pescoço e síndrome metabólico e seus componentes pode ser atribuída a uma libertação em excesso de ácidos gordos livres no plasma a partir da parte superior do corpo de gordura subcutânea (Preis,

S. R., Massaro, J. M., Hoffmann, U., D'Agostino Sr, R. B., Levy, D., Robins, S. J. & Fox, C. S. 2010).

Os níveis elevados de ácidos gordos livres no plasma, por sua vez, têm sido associados com marcadores de stresse oxidativo, resistência à insulina e por sua vez ao impacto da glicemia (Santosa, S., & Jensen, M. D. 2008). Tem sido sugerido que a gordura no pescoço pode ser mais parecida à gordura visceral, que é mais fortemente relacionada com riscos cardio-metabólicos em comparação com a gordura subcutânea (Preis, et al., 2010).

Apesar de não fazer parte das variáveis estudadas no nosso estudo, pareceu-me particularmente interessante falar deste estudo sobre o perímetro do pescoço. Como o perímetro do pescoço não está incluído nas diretrizes e práticas-padrão, não é geralmente incluído em estudos de investigação ou avaliações clínicas, pese embora os estudos tenham demonstrado associações entre o perímetro do pescoço e componentes do síndrome metabólico, no entanto mais estudos são necessários para comparar diretamente o perímetro do pescoço com outras medidas antropométricas (Centers for Disease Control and Prevention. 2007; NHLBI Obesity Education Initiative. 2000). O perímetro do pescoço raramente é avaliado na prática clínica ou de pesquisa, embora seja uma medida mais prática e, provavelmente, melhor, o que pode ser particularmente útil em populações especiais, como pessoas com obesidade mórbida, pacientes acamados e em mulheres grávidas. O objetivo deste artigo foi o de comparar a utilidade relativa do perímetro do pescoço como um marcador de risco metabólico entre um grupo de alto risco dos adultos hispânicos com sobrepeso ou obesidade, comparando associações do perímetro do pescoço e fatores metabólicos, incluindo componentes do síndrome metabólico contra comparações semelhantes usando o perímetro da cintura ou outras medidas padrão (Joshiyura, K., Muñoz-Torres, F., Vergara, J., Palacios, C., & Pérez, C. M. 2016). Este estudo transversal demonstrou que o perímetro do pescoço tem associações mais elevadas com pré-diabetes em comparação com as medidas antropométricas tradicionais, e as associações com outros fatores metabólicos são geralmente parecidos aos do perímetro da cintura. O perímetro do pescoço pode ser um importante marcador de adiposidade central e talvez da adiposidade visceral e um indicador de risco importante de condições metabólicas. Este perímetro pode ser uma medida importante a considerar para a avaliação de rotina em clínicas de cuidados primários e outros ambientes de cuidados de saúde, bem como para estudos de investigação quando o uso de máquinas caras e sofisticadas não seja fácil nem justificável.

Exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica

Posto isto, existe uma grande controvérsia em relação a qual será a melhor variável para se medir a percentagem de gordura nas pessoas idosas e qual delas terá uma maior correlação com as patologias associadas à obesidade ou com a mortalidade. Como ficou demonstrado existem alguns investigadores que acham que o melhor método para medir a percentagem de gordura é o IMC, outros dizem ser o PC e outros ainda dizem que o mais fiável será fazer a associação entre o IMC e o PC. E como podemos verificar, mais recentemente há investigadores que acham que o PC poderá ser mais fiável do que os outros métodos tradicionais.

As necessidades do número de horas de descanso das pessoas idosas e de energia diminuem progressivamente com a idade (Roberts, S. B., & Dallal, G. E. 2005). Embora o declínio na obtenção de energia, com o avançar da idade seja multifatorial, este pode ser atribuído em grande parte a uma diminuição da atividade física. A inatividade física ou mesmo o sedentarismo que vai acompanhando também o avanço da idade provoca como que uma redução nas necessidades de energia de uma forma direta. As pessoas idosas ao reduzirem o gasto de energia, derivado; ao avançar da idade, ao sedentarismo, inatividade física, doença ou perda das capacidades funcionais, vão levar a um declínio na taxa metabólica basal, e isto devido a perdas de massa magra. A perda de músculo-esquelético, bem como os ganhos de gordura corporal total e gordura visceral vão manter os seus efeitos de forma continuada, ou seja, vão ter efeitos mesmo na sua vida tardia (Evans, W. J. 2004). O principal determinante do gasto de energia é a massa livre de gordura em indivíduos sedentários, que diminui cerca de 15% entre a terceira e a oitava década da vida. As necessidades de energia começam a diminuir com a idade, mas no entanto há pessoas idosas que muitas vezes não acompanham essa diminuição com uma redução comparável no consumo de energia através da sua alimentação, levando ao aumento de gordura corporal (Evans, W. J. 1998).

Obesidade sarcopénica, a coexistência de perda da massa óssea e força relacionada com a idade, e excesso de gordura corporal, também foi vista a aumentar em prevalência com o aumento da idade (Zamboni, M., Mazzali, G., Fantin, F., Rossi, A., & Di Francesco, V. 2008; Houston, D. K., Nicklas, B. J., & Zizza, C. A. 2009). A obesidade sarcopénica coloca os adultos mais velhos em risco, especialmente no que respeita aos resultados adversos que vão comprometer a aptidão funcional conseguindo-se também prever desta forma que estas pessoas venham a padecer de deficiência. As características predominantes da obesidade sarcopénica são a deterioração da qualidade da composição muscular em combinação com o aumento da massa gorda (Stenholm, S., Harris, T. B.,

Exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica

Rantanen, T., Visser, M., Kritchevsky, S. B., & Ferrucci, L. (2008). A prevalência de ambos, sarcopénia e obesidade sarcopénica vão afetar negativamente o funcionamento físico e a saúde destas pessoas (Rolland, Y., Lauwers-Cances, V., Cristini, C., van Kan, G. A., Janssen, I., Morley, J. E., & Vellas, B. 2009; Stenholm, S., Alley, D., Bandinelli, S., Griswold, M. E., Koskinen, S., Rantanen, T. & Ferrucci, L. 2009). O consumo de energia em excesso (alimentação desajustada), sedentarismo, resistência à insulina, e as alterações no ambiente hormonal, assim como péptidos produzidos pelo tecido adiposo, têm estado envolvidos na patofisiologia (alterações fisiológicas associadas a esta doença) da obesidade sarcopénica (Zamboni, et al., 2008; Stenholm, et al., 2008). Como se sabe a obesidade e os distúrbios associados à mesma são um problema crescente em muitas sociedades ocidentais e os tratamentos que sejam eficazes são ainda impercetíveis. Sabe-se que o tempo passado em altitudes resulta na perda de peso, no entanto a razão pelo qual existe esta perda de peso ainda não é clara. O esclarecimento sobre os mecanismos que levam à perda de peso em altitudes elevadas pode proporcionar novas ferramentas para o tratamento da obesidade no futuro. Até à data, os estudos não têm sido capazes de diferenciar se esta perda de peso é devida à hipoxia hipobárica ou relacionada com o fato do exercício físico ser aumentado (Lippl, F. J., Neubauer, S., Schipfer, S., Lichter, N., Tufman, A., Otto, B., & Fischer, R. 2010).

Pensa-se que a perda de peso em alta altitude está relacionada com alterações na taxa metabólica basal (TMB) (Hamad, N., & Travis, S. P. 2006). Grande parte dos dados disponíveis foram obtidos através de caminhantes, (Tschop, M., Strasburger, C. J., Hartmann, G., Biollaz, J., & Bärtsch, P. 1998; Benso, A., Broglio, F., Aimaretti, G., Lucatello, B., Lanfranco, F., Ghigo, E., & Grotoli, S. 2007; Westerterp, K. R. 2001), e portanto, sujeitos a fatores de confusão, como o esforço ou o frio.

Uma causa possível para a perda de peso induzida pela altitude é a perda de apetite e esta associada à diminuição da ingestão calórica, que muitas vezes ocorre como sendo resultado de doença aguda da montanha (DAM). Outros sintomas da DAM são dores de cabeça, náuseas e vômitos (Roach, R. C., Bartsch, P., Hackett, P. H., & Oelz, O. 1993).

Estes sintomas voltam ao normal em altitudes inferiores a 4.500m após uma aclimação adequada e uma ingestão de alimentos (Hamad, N., & Travis, S. P. 2006).

A leptina que é um peptídico, é produzida principalmente pelos adipócitos ou células gordurosas e a sua concentração varia de acordo com o tecido adiposo. Na obesidade os níveis de leptina estão aumentados. A leptina tem efeito sobre o controle do apetite (Negrao, A.B., Licinio, J. 2000). A leptina é segregada pelo tecido adiposo branco

Exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica

encontrado em níveis elevados no plasma de indivíduos obesos (Maffei, M., Halaas, J., Ravussin, E., Pratley, R. E., Lee, G. H., Zhang, Y. & Kern, P. A. 1995; Considine, R. V., Sinha, M. K., Heiman, M. L., Kriauciunas, A., Stephens, T. W., Nyce, M. R. & Caro, J. F. 1996; Erdmann, J., Lippl, F., Wagenpfeil, S., & Schusdziarra, V. 2005). Para Tschop, M., Strasburger, C. J., Hartmann, G., Biollaz, J., & Bärtsch, P. (1998); Shukla V, Singh S.N., Vats P., Vasudha Shukla, Som N., Singh, Praveen Cubas, Vijay K., Singh, Shashi B., Singh, & Banerjee, P.K. (2005) a leptina pode estar envolvida na ingestão reduzida de alimentos que foi observada em altitudes elevadas. Nestas altitudes elevadas, a baixa pressão barométrica na qual existe uma redução do oxigênio disponível, parece haver uma correlação entre a leptina e a hipoxia hipobárica. Estes investigadores pensam que o aumento dos níveis de leptina possam ser os responsáveis pela redução do apetite em altitudes elevadas, mas o que existe na literatura sobre os níveis de leptina no plasma em relação à alta altitude ainda é inconsistente, uma vez que vários estudos relatam o aumento desta, (Vats, P., Singh, S. N., Shyam, R., Singh, V. K., Singh, S. B., Banerjee, P. K., & Selvamurthy, W. 2004; Zaccaria, M., Ermolao, A., Bonvicini, P., Travain, G., & Varnier, M. 2004; Bailey, D. M., Ainslie, P. N., Jackson, S. K., Richardson, R. S., & Ghatge, M. 2004; Woolcott, O. O., Castillo, O. A., Torres, J., Damas, L., & Florentini, E. 2002), pelo contrário relataram que esta hormona diminui, havendo ainda outros estudos que manifestam que os níveis de leptina no plasma não se alteram (Benso, et al., 2007; Barnholt, K. E., Hoffman, A. R., Rock, P. B., Muza, S. R., Fulco, C. S., Braun, B. & Friedlander, A. L. 2006; Schobersberger, W., Schmid, P., Lechleitner, M., von Duvillard, S. P., Hortnagl, H., Gunga, H. C. & Pokan, R. 2003).

A grande maioria dos estudos publicados foram realizados quase exclusivamente em atletas e indivíduos com peso normal, e os dados obtidos a partir destes não podem necessariamente ser aplicados a indivíduos obesos. Além disso os estudos também foram realizados em locais mais elevados do que 3.300m, e para indivíduos obesos e sem qualquer tipo de treino, significa que expô-los a altitudes superiores a 3.000m pode resultar em hipoxemia grave (baixa concentração de oxigênio no sangue arterial) podendo provocar sinais de agitação, confusão mental, taquipneia, taquicardia, arritmias, cianose central e hipotensão arterial. Neste estudo tiveram como objetivo examinar o efeito da hipóxia hipobárica no peso corporal em alta altitude em indivíduos obesos, sendo que os níveis de atividade física foram mantidos constantes e não foram impostas restrições de dieta aos participantes. Como os níveis de leptina no plasma são elevados em indivíduos obesos, foi dada especial atenção à influência da hipóxia hipobárica sobre os

Exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica

níveis de leptina no plasma. Estes investigadores concluíram que existe uma redução no peso em indivíduos obesos com síndrome metabólica em altitudes elevadas combinada com uma melhoria na pressão arterial principalmente a diastólica e em parâmetros metabólicos como a hemoglobina glicosilada. Os indivíduos obesos perdem peso em altitudes elevadas devido a uma maior taxa metabólica e ao consumo reduzido de alimentos, curiosamente os níveis de leptina aumentam em altitudes elevadas apesar da redução do peso corporal. A hipoxia hipobárica parece ter um papel importante na perda de peso embora os mecanismos fisiológicos não se consigam explicar ainda com clareza e rigor (Lippl, F. J., Neubauer, S., Schipfer, S., Lichter, N., Tufman, A., Otto, B., & Fischer, R. 2010).

Fluidos Corporais

Os benefícios e a importância de uma hidratação adequada para a saúde e desempenho quer desportivo quer do dia-a-dia são bem conhecidos com a quantidade de água corporal total (ACT) sendo composta pela quantidade de água intracelular (AIC) e quantidade de água extracelular (AEC) com um fluxo existente entre os dois (Haussinger, D., Gerok, W., Roth, E., & Lang, F. 1993).

O compartimento da AIC é determinado como a diferença entre os compartimentos AEC e ACT. Foi demonstrado recentemente que a redução no compartimento da AIC diminui a força e poder em judocas de elite e força nas pernas e altura de salto sobre uma temporada no basquetebol, andebol e jogadores de voleibol (Silva, A. M., Fields, D. A., Heymsfield, S. B., & Sardinha, L. B. 2010.; Silva, A. M., Fields, D. A., Heymsfield, S. B., & Sardinha, L. B. 2011.; Silva, A. M., Matias, C. N., Santos, D. A., Rocha, P. M., Minderico, C. S., & Sardinha, L. B. 2014). Estes resultados suportam ainda o papel importante de um controlo eficaz dos volumes de distribuição de água (ACT, AEC e AIC) no desempenho físico.

Estudos de balanço hídrico sugerem que a ingestão de água necessária para manter o equilíbrio de água para homens adultos é de aproximadamente 2,5 L / dia (Adolph, E. F. 1933; Newburgh, L. H., Johnston, M. W., & Falcon-Lesses, M. 1930). Se for praticada uma atividade física mesmo que modesta a quantidade de ingestão de água deve ser aproximadamente de 3,2 L / dia (Greenleaf, J. E., Bernauer, E. M., Juhos, L. T., Young, H. L., Morse, J. T., & Staley, R. W. 1977; Gunga, H. C., Maillet, A., Kirsch, K., Röcker, L., Gharib, C., & Vaernes, R. 1993). Um estudo sobre mulheres adultas chinesas, indicou que a quantidade de água a ser ingerida deve ser aproximadamente de 1,6 L / dia (Yokozawa, K., Torikoshi, S., Nagano, J., Ito, K., & Suzuki, Y. 1993).

A troca entre a AIC e a AEC depende dos gradientes osmóticos. A água passa através das membranas a partir de regiões de menor concentração para uma maior concentração de soluto por osmose, esta passagem vai tentar equilibrar as diferenças de concentração através da membrana. A água passa livremente as membranas celulares porque estas são permeáveis à água, mas em relação aos solutos a permeabilidade das membranas é seletiva. A água passa portanto, através das membranas celulares para igualar as concentrações osmóticas de fluidos extracelulares e intracelulares. Embora os dois compartimentos contenham diferentes concentrações individuais de soluto, o equilíbrio de cations e anions é o mesmo em cada compartimento. No compartimento

Exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica

extracelular, o catião mais abundante é o sódio, enquanto que no compartimento intracelular os catiões mais abundantes são os de potássio e magnésio (Gibbs, M.A.; Wolfson, A.B.; Tayal, V.S. 2002).

A ingestão adequada de água e bebidas é esperado a um nível que se destina a substituir as perdas diárias normais e desta forma prevenir os efeitos da desidratação, no entanto, a ingestão de água recomendada não é cumprida por muitos dos adultos mais velhos. A desidratação é uma forma de desnutrição e é um problema grave entre os adultos mais velhos, especialmente em pessoas com idade superior aos 85 anos. Ambas as mudanças fisiológicas e fatores que levam à diminuição da ingestão de líquidos contribuem para o risco de desidratação com o avançar da idade. Esta situação leva a que sejam considerados fatores de risco já relatados como, a nível dos rins se verifique uma diminuição na capacidade de concentrar a urina, sensação de sede, alterações endócrinas no estado funcional, alterações do estado mental e habilidades cognitivas. Os efeitos adversos dos medicamentos e distúrbios de mobilidade são também relatados como fatores de risco para a desidratação em idosos. O medo da incontinência e aumento da dor provocada pela artrite como resultado de inúmeras idas ao banheiro pode interferir com o consumo de ingestão adequada de líquidos. A desidratação pode levar à obstipação, impactação fecal, deficiência a nível cognitivo, declínio funcional, e até mesmo conduzir à morte (Food and Nutrition Board, Institute of Medicine 2005).

Os rins desempenham um papel na homeostasia do fluido corporal na sua tonicidade e no volume circulante. A perda ou a diminuição de fluido pode causar hipovolémia (diminuição do volume sanguíneo, mais especificamente do volume do plasma sanguíneo) e provocar hipoperfusão renal, caso isto aconteça, pode provocar débito urinário reduzido, a urina contém albumina, fica com densidade alta e baixa concentração de sódio, esta baixa concentração de sódio por sua vez vai fazer com que haja como que uma necessidade por sódio, e esta é mediada pelo sistema renina-angiotensina (conjunto de péptidos, enzimas e recetores envolvidos em especial no controle do volume de líquido extracelular e na pressão arterial), quando ocorre hipoperfusão renal na maior parte dos casos só ocorre insuficiência renal funcional, podendo haver casos mais graves como insuficiência renal parenquimatosa e necrose tubular de origem isquémica, que se não for tratada pode levar a insuficiência renal aguda (Feehally, J., & Khosravi, M. 2015).

Algumas populações, principalmente os recém-nascidos e as pessoas idosas são menos tolerantes a condições extremas quer de grande quantidade de líquidos como à

Exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica

privação dos mesmos, segundo os investigadores estes são semelhantes aqueles que têm doença renal crónica estabelecida. O risco de lesão renal durante a degradação do fluido é aumentado por medicamentos, incluindo diuréticos, anti-inflamatórios não esteroides, drogas e bloqueadores do sistema renina-angiotensina. O aumento do consumo de bebidas que contenham açúcar é de fato uma grande preocupação para a saúde dos rins por serem um precursor de obesidade e de diabetes (Feehally, J., et al., 2015).

Não existem evidências de que a ingestão elevada de proteína na dieta possa causar doença renal crónica, nem mesmo acelerar a progressão da doença renal estabelecida.

Existem, no entanto algumas condições clínicas para as quais devem ser consideradas altas ingestões de líquidos, como sendo os casos de pedras nos rins, infeções do trato urinário recorrentes e, possivelmente, doença renal policística (Feehally, J., et al., 2015).

Para um homem típico de 70 Kg, embora os valores sejam aproximados, podem ser úteis para se considerar o equilíbrio dos fluidos, como tal, um homem de 70 Kg apresenta na sua distribuição da massa corporal cerca de 42 L de água (60%), 28 Kg não contêm água (40%), dos 42 L de água 28 L fazem parte dos fluidos intracelulares (2/3), 14 L fazem parte dos fluidos extracelulares (1/3) e dos 14 L dos fluidos extracelulares 10.5 L comportam o fluido extravascular (3/4) e 3.5 L o fluido intravascular (1/4). A maior parte da água corporal total (ACT) existe no interior das células do fluido intracelular (FIC). Enquanto-que apenas um terço externo das membranas celulares designando-se assim fluido extracelular (FEC), cerca de 75% do FEC está fora do sistema vascular, principalmente sob a forma de fluido intersticial, este também inclui um pequeno volume que pode ser considerado trans-celular, como por exemplo, fluido cérebrospinal e fluidos intraoculares. Estes são definidos separadamente uma vez que têm origens secretoras e se encontram dentro de cavidades de epitélio, no entanto como não estão disponíveis para trocas de fluidos não são considerados em detalhe. O restante cerca de 3.5 L faz parte do volume do plasma (Waterhouse, B. R., & Farmery, A. D. 2012). Para estes investigadores, os valores acima referidos para os compartimentos de fluidos além de serem aproximados não vão corresponder para todo o tipo de população pelo fato de haver bastantes diferenças óbvias na composição corporal. À medida que a proporção da massa corporal contenha aumentos de tecido adiposo, a contribuição da água para o peso corporal irá diminuir. Normalmente as mulheres têm maiores percentagens de gordura corporal por esse motivo a percentagem de peso corporal será

menor derivado à água. Da mesma forma, o aumento da idade também está associado a uma maior proporção de gordura corporal, substituindo assim o que anteriormente eram tecidos ricos em água.

Um estudo de Ribeiro, A. S., Avelar, A., Schoenfeld, B. J., Ritti Dias, R. M., Altimari, L. R., & Cyrino, E. S. (2014) teve com objetivo investigar os efeitos de 16 semanas de treino de resistência (TR) na água corporal total, intracelular e extracelular em homens e mulheres. O treino de resistência é uma modalidade de exercício físico utilizado para melhoria do desempenho e promoção da saúde. Este tem sido recomendado para diversas populações, pelas suas inúmeras características morfológicas, neuromusculares, fisiológicos e metabólicos (American College of Sports Medicine. 2009).

O principal objetivo de muitos indivíduos é o de aumentar a massa muscular (MM) e dessa forma envolvem-se em programas de TR. Os mecanismos pelos quais o TR promove o aumento da MM têm sido atribuídos a fatores como, processos mecânicos, metabólicos e hormonais (ACSM, 2009; Schoenfeld, B. J. 2010; Schoenfeld, B. J. 2012; Schoenfeld, B. J. 2013). Entre os fatores metabólicos, um dos prováveis mecanismos que podem vir a contribuir para que haja hipertrofia muscular é através do aumento no compartimento de água intracelular (Schoenfeld, 2012, 2013). Este fenómeno é designado por inchaço da célula e vai servir como regulador fisiológico da função das células, estimular processos anabólicos aumentando a síntese de proteínas e diminuindo a degradação de proteína (Grant, A. C. G., Gow, I. F., Zammit, V. A., & Shennan, D. B. 2000).

As fibras de contração rápida também têm um papel importante na hidratação celular porque são particularmente sensíveis às mudanças osmóticas (Frigeri, A., Nicchia, G. P., Verbavatz, J. M., Valenti, G., & Svelto, M. 1998).

Considerando que a percentagem de fibras de contração rápida são proporcionalmente maiores nos homens que nas mulheres, e que os homens têm maior eficiência na degradação do glicogénio durante o exercício do que as mulheres (Tarnopolsky, M. A. 2008), diz que não se pode descartar a possibilidade os homens e as mulheres poderem apresentar diferentes adaptações crónicas de hidratação celular através do exercício de resistência.

O treino de resistência progressiva promove um aumento na água total corporal, principalmente no compartimento de água intracelular tanto em homens como em mulheres. Por outro lado, a água corporal total e a distribuição de fluido não parece ser

Exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica

influenciada pelo sexo, pelo menos durante as 16 semanas que durou o treino de resistência (Ribeiro, A. S. et al., 2014).

Já é sobejamente do nosso conhecimento que a água é fundamental para a nossa existência. A água corporal total é estritamente regulada dentro $\pm 0,2\%$ do peso corporal por dia (Adolph, E. F. 1943).

A água é o maior componente do corpo humano e esta é fundamental para a homeostasia da vida celular. A ingestão total de água inclui água potável, a água contida em bebidas e a água que faz parte da composição dos alimentos que são ingeridos. A baixa ingestão do total de água tem sido associada a algumas doenças crônicas, mas no entanto estas evidências são insuficientes para que se possam estabelecer ou fazer recomendações de ingestão de água a fim de se reduzir o risco de doenças crônicas. Como tal uma ingestão adequada do total de água foi definida para impedir os efeitos nocivos de doenças agudas provocadas pela desidratação e nas quais estão incluídas anormalidades metabólicas e funcionais.

O principal indicador do estado de hidratação de um indivíduo é o plasma ou soro, através da osmolaridade (quantidade de partículas dissolvidas em determinado solvente).

A água que é o solvente para as reações bioquímicas, tem também propriedades físicas únicas como por exemplo, calor específico elevado o que faz com que possa absorver o calor metabólico dentro do corpo. A água também é fundamental para manter o volume vascular, é um meio de transporte que fornece nutrientes e faz a remoção de resíduos (Haussinger, D., Lang, F., & Gerok, W. 1994).

A doença, exercício físico e a exposição ambiental, podem por em causa a hidratação, fazendo com que esta não se mantenha equilibrada, por este fato o consumo diário de água deve ser equilibrado com as perdas de água diárias, se esta não acontecer vai provocar défices hídricos e fazer com que se perca a capacidade de manter a homeostasia, e naturalmente vai afetar a saúde (Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. 2005).

A sede é estimulada por um aumento da osmolaridade do plasma, uma diminuição do volume do plasma, ou uma diminuição da pressão sanguínea vão promover a sensação de sede para que desta forma se promova a ingestão de água para repor o equilíbrio hídrico e manter a homeostasia (Naitoh, M., & Burrell, L. M. 1997). A hormona vasopressina (hormona antidiurética segregada em casos de desidratação ou queda de pressão arterial) é responsável por controlar o equilíbrio de água, numa base diária (Naitoh, et al., 1997; Stout, N. R., Kenny, R. A., & Baylis, P. H. 1999). A perda de fluido líquido, mesmo que

pouco, como 1% do peso corporal irá aumentar a osmolaridade do plasma, e uma perda de 2% vai afetar negativamente o desempenho do exercício (Brooks, G.A. 2000). Um déficit hídrico de 20% pode significar risco de vida (Wardlaw, G.M., Kessel, M.W. 2002).

O processo de envelhecimento está associado a várias alterações fisiológicas que podem afetar e comprometer a capacidade de manter o equilíbrio de água, estas alterações incluem uma diminuição na ACT associada com a perda de massa livre de gordura (MLG) (Schoeller, D. A. 1989), este processo de envelhecimento também vai promover uma diminuição na sensação de sede (Phillips, P. A., Rolls, B. J., Ledingham, J. G., Forsling, M. L., Morton, J. J., Crowe, M. J., & Wollner, L. 1984), e provocar alterações na concentração da vasopressina no plasma, a sua eficácia (ou ambos), e que vão influenciar a capacidade dos rins de concentrar a urina (Stout, N. R., Kenny, R. A., & Baylis, P. H. 1999; Beck, L. H. 2000; Kositzke, J. A. 1990). A desidratação é o transtorno hidroelectrolítico mais frequente em adultos mais velhos (Lavizzo-Mourey, R. J. 1987).

A desidratação pode influenciar negativamente a função cognitiva e o controle motor (Seymour, D. G., Henschke, P. J., Cape, R. D. T., & Campbell, A. J. 1980).

A exposição à altitude irá resultar em desidratação por causa das perdas de água através da respiração serem elevadas (cerca de 200 ml / dia acima da linha de base normal de 250 mL / dia), a diurese induzida por hipoxia, redução do consumo de líquidos (cerca de 2 a 3 L ao longo de vários dias), e possivelmente a sudorese elevada pelas altas taxas metabólicas necessárias para atravessar terrenos muito acidentados e montanhosos. O efeito líquido é uma redução total do déficit de água no corpo durante a exposição altitude.

Pessoas que habitem na planície, ou em zonas baixas, quando expostos à altitude moderada (> 2500 m), a hipoxia irá iniciar rapidamente a diurese e esta vai continuar durante vários dias (Anand, I. S., & Chandrashekar, Y. 1996.; Hoyt, R. W., & Honig, A. 1996).

A diurese e os fatores mencionados acima vão provocar uma diminuição da água corporal total e do volume do plasma em proporção com a elevação durante a subida (Sawka, M. N., Convertino, V. A., Eichner, E. R., Schnieder, S. M., & Young, A. J. 2000).

Exercício Vibratório

O exercício influencia os sistemas fisiológicos, e é um meio de prevenção e tratamento para doenças, nas quais se incluem a obesidade e a osteoporose. O exercício em geral, e os sinais mecânicos em particular promovem no sistema músculo-esquelético e adiposo alterações que são reconhecidas como anabolizantes para o osso e músculo e inibidoras para a formação de gordura. As influências do exercício são alcançadas nos fenótipos músculo-esqueléticos e gordura não só através da população de células residentes (osteócitos, miócitos, adipócitos) mas também por polarização da diferenciação do seu progenitor comum, que são as células estaminais mesenquimais (células estaminais mesenquimais são células indiferenciadas que têm a capacidade de se autorrenovar e multiplicar). Podem diferenciar-se noutros tipos de células, como: osteoblastos (osso), adipócitos (tecido adiposo) e condrócitos (cartilagem) (Krishnan, V., Bryant, H. U., & MacDougald, O. A. 2006; David, V., Martin, A., Lafage-Proust, M. H., Malaval, L., Peyroche, S., Jones, D. B., & Guignandon, A. 2007; Menuki, K., Mori, T., Sakai, A., Sakuma, M., Okimoto, N., Shimizu, Y., & Nakamura, T. 2008).

A capacidade que as células estaminais mesenquimais têm de se autorrenovar e a sua sensibilidade ao impacto mecânico é tão grande que as sessões de exercícios podem ser efetuadas várias vezes ao dia e podem ser breves, em vez de ser uma única sessão longa, como tal, várias séries diárias de sinais mecânicos podem ser aproveitados nos casos de reabilitação e até mesmo de recreação, especialmente no contexto da degradação do sistema músculo-esquelético e da obesidade que acompanha o envelhecimento e a capacidade funcional deste tipo de população (Sen, B., Xie, Z., Case, N., Styner, M., Rubin, C. T., & Rubin, J. 2011).

Como se sabe, o envelhecimento está geralmente associado a quedas e a lesões relacionadas com quedas, estas contribuem para a morbidade e mortalidade em pessoas idosas. Cerca de 30% das pessoas idosas com 65 anos ou mais, caem pelo menos uma vez por ano, e cerca de 20% das lesões que sofrem requerem atenção médica (Cochrane, D. J., & Stannard, S. R. 2005; Gillespie, L. D., Robertson, M. C., Gillespie, W. J., Sherrington, C., Gates, S., Clemson, L. M., & Lamb, S. E. 2012).

Os fatores que contribuem para o risco de quedas são, falta de equilíbrio, fraqueza muscular, déficits na força muscular, marcha e mobilidade afetada e inatividade física (Rubenstein, L. Z. 2006); Tromp, A. M., Pluijm, S. M. F., Smit, J. H., Deeg, D. J. H.,

Exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica

Bouter, L. M., & Lips, P. T. A. M. 2001), por todos estes motivos as quedas podem levar a uma grande fragilidade, ao declínio funcional e até mesmo à institucionalização (Laird, R. D., Studenski, S., Perera, S., & Wallace, D. 2001).

Por estes motivos muito se tem investigado a nível dos efeitos dos treinos baseados em exercícios de resistência, força, combinados resistência / força, treino de equilíbrio, Tai Chi, com o objetivo de melhorar a capacidade de equilíbrio e marcha em pessoas idosas (Cadore, E. L., Rodríguez-Mañas, L., Sinclair, A., & Izquierdo, M. 2013; Granacher, U., Muehlbaue, T., Zahner, L., Gollhofer, A., & Kressig, R. W. 2011; Orr, R., De Vos, N. J., Singh, N. A., Ross, D. A., Stavrinou, T. M., & Fiatarone-Singh, M. A. 2006). Apesar de, os treinos de resistência, força ou combinados se terem mostrado eficazes, estes podem ser muito cansativos e aumentar o risco de lesões em alguns indivíduos idosos (Little, R. M., Paterson, D. H., Humphreys, D. A., & Stathokostas, L. 2013; Sousa, N., Mendes, R., Monteiro, G., & Abrantes, C. 2014).

Recentemente o EV tem sido promovido como uma alternativa potencialmente segura de baixo impacto em substituição das modalidades acima referenciadas, que nalguns casos podem ser intolerantes para indivíduos com limitações de mobilidade. Os exercícios de EV têm sido recentemente referenciados para melhorar a força muscular, potência, velocidade e a densidade mineral óssea em jovens, atletas e pessoas idosas saudáveis (Gusi, N., Raimundo, A., & Leal, A. 2006; Mikhael, M., Orr, R., Amsen, F., Greene, D., & Singh, M. A. F. 2010; Mikhael, M., Orr, R., & Singh, M. A. F. 2010; O'Keefe, K., Orr, R., Huang, P., Selvadurai, H., Cooper, P., Munns, C. F., & Singh, M. A. F. 2013; Russo, C. R., Lauretani, F., Bandinelli, S., Bartali, B., Cavazzini, C., Guralnik, J. M., & Ferrucci, L. 2003).

É possível que o EV possa ser uma modalidade para melhorar as deficiências de equilíbrio e mobilidade, além disso o EV analisado para melhorar a força, o controle da postura e da mobilidade em pacientes com doenças neurológicas, como, doença de Parkinson, acidente vascular cerebral, esclerose cerebral entre outras doenças cerebrais (Ahlborg, L., Andersson, C., & Julin, P. 2006; Santos-Filho, S. D., Cameron, M. H., & Bernardo-Filho, M. 2012; Sharififar, et al., 2014; Tankisheva, E., Bogaerts, A., Boonen, S., Feys, H., & Verschueren, S. 2014; Turbanski, S., Haas, C. T., Schmidtleicher, D., Friedrich, A., & Duisberg, P. 2005).

No entanto, existem estudos sobre o EV no que respeita ao equilíbrio e controlo postural e mobilidade funcional em idosos, revelando no entanto resultados inconclusivos. Recentes revisões sistemáticas relatam fracas a moderadas evidências nos

efeitos de tratamento com EV no equilíbrio estático e dinâmico, e da mobilidade funcional medida pelo teste de Tinetti e cronometrado pelo teste up-and-go (Rogan, S., Hilfiker, R., Herren, K., Radlinger, L., & de Bruin, E. D. 2011; Lam, F. M., Lau, R. W., Chung, R. C., & Pang, M. Y. 2012; Sitjà-Rabert, M., Rigau, D., Fort Vanmeerghaeghe, A., Romero-Rodríguez, D., Bonastre Subirana, M., & Bonfill, X. 2012).

Segundo Orr, R. (2015) existem evidências de que o EV melhora o equilíbrio e a mobilidade em pessoas idosas, em particular o EV associado ao exercício físico melhora o equilíbrio estático. As pessoas idosas saudáveis, frágeis, com risco de quedas e os pacientes clínicos parecem obter melhorias pelo fato de terem estado expostos ao EV sendo considerado este uma alternativa aos exercícios convencionais.

Um programa de EV conjugado com exercícios parece ser mais eficaz, no entanto os resultados devem ser vistos com algum cuidado, porque não há certezas de que os benefícios possam ser atribuídos somente ao EV. O EV no equilíbrio e mobilidade funcional permanece inconclusivo, porque os estudos divulgados são muito heterogêneos, as metodologias apresentadas contêm muitas deficiências e como tal os seus resultados são inconsistentes. São precisos no futuro RCTs robustos e bem desenhados para se conseguir determinar um protocolo de EV ideal para melhorar o equilíbrio e a mobilidade funcional em pessoas idosas (Orr, R. 2015).

Já é bem conhecido que com o avançar da idade se perde massa óssea e que esta perda vai aumentar o risco de fratura osteoporótica. Com o decréscimo da densidade mineral óssea do colo do fêmur, existe um risco quase três vezes maior de fratura em comparação com as fraturas da anca (Cummings, S. R., Browner, W., Black, D. M., Nevitt, M. C., Genant, H. K., Cauley, J., & Vogt, T. M. 1993).

Muito importante também, é que mais de 90% das fraturas do quadril são resultado direto de uma queda e estas aumentam com a idade, estas são reflexo em grande parte da deterioração da função neuromuscular (Dargent-Molina, P., Favier, F., Grandjean, H., Baudoin, C., Schott, A. M., Hausherr, E., & EPIDOS Group. 1996).

Para Fukagawa, N. K., Wolfson, L., Judge, J., Whipple, R., & King, M. (1995) existem duas estratégias fundamentais para evitar a perda de massa óssea relacionada com a idade, e consequentemente o risco de fratura osteoporótica que se baseiam no aumento de força e do equilíbrio.

O recurso a medicamentos para tratamento da osteoporose continua a ser o mais reconhecido e aceite, porque produzem melhorias mais acentuadas na massa óssea para reduzir fraturas (Reginster, J. Y. 2011). No entanto, existem os riscos dos efeitos

Exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica

secundários e a adoção dos mesmos é baixa (Compston, J. E., & Seeman, E. 2006; Cooper, C., Jakob, F., Chinn, C., Martin-Mola, E., Fardellone, P., Adami, S., & Marin, F. 2008).

Importa também referir que indivíduos com doenças crónicas podem ter diferentes graus de deficiência, estas manifestam-se em diferentes sistemas do corpo e vão reduzir consideravelmente a capacidade destes indivíduos poderem integrar programas de atividade física. Como se sabe a falta de prática de atividade física dá origem à perda de massa muscular e de massa óssea secundária (Uusi-Rasi, K., Sievänen, H., Pasanen, M., Oja, P., & Vuori, I. (2001).

Existem certas doenças crónicas, como, acidente vascular cerebral e esclerose múltipla que vão afetar diretamente a função muscular. A fraqueza muscular ou atrofia é uma manifestação muito comum em indivíduos com osteoartrite e DPOC (Palmieri-Smith, R. M., Thomas, A. C., Karvonen-Gutierrez, C., & Sowers, M. F. 2010); Wust, R. C., & Degens, H. 2007), por outro lado a espasticidade é observada em pacientes com acidentes vasculares cerebrais e esclerose múltipla (Sommerfeld, D. K., Eek, E. U. B., Svensson, A. K., Holmqvist, L. W., & von Arbin, M. H. 2004; Sosnoff, J. J., Shin, S., & Motl, R. W. 2010).

As pessoas com doenças crónicas, não têm só problemas com a perda óssea, muitas vezes também existe o fator de risco relacionado com a função sensorial que fica comprometida, problemas de visão e depressão (Society, A. G., Society, G., Prevention, O. F., & Panel, O. S. 2001).

Hipóxia

As condições de hipóxia referem-se a uma condição ambiental em grande altitude associada a todo o corpo e à hipóxia do tecido, na qual resulta uma queda da pressão barométrica e, conseqüentemente uma diminuição concomitante na disponibilidade de oxigénio arterial. Essa condição é encontrada em cerca de 140 milhões de pessoas que residem em altitudes elevadas em todo o mundo e também por pessoas que viajam para áreas de grande altitude (Niermeyer, S., Zamudio, S., Moore, L.G. 2001). Seres humanos saudáveis estudados em alta altitude podem não só contribuir para desvendar os mecanismos moleculares e sistémicos que estão envolvidos na deteção de O₂ e nas respostas adaptativas ao ambiente de baixo teor de oxigénio, mas também ajudar na compreensão das várias situações patológicas associadas à hipóxia. Estas patologias incluem anemia, doença pulmonar obstrutiva crónica bem como insuficiência cardíaca crónica (Harris, A.L. 2002). No entanto, existe uma outra situação que pode levar à hipóxia que é o exercício físico. Mesmo em condições de normóxia, a disponibilidade de oxigénio pode cair na transição do repouso para o exercício (Richardson, RS., Noyszewski, EA., Kendrick, KF., Leigh, JS., Wagner, PD. 1995).

Um estudo de Suhr, F., Klara, B., Markus, M., Birgit, B., Heinz, K., Silvia, A., Wilhelm, B., Joachim, M. (2007) teve como objetivo investigar a resposta biológica à hipóxia como um estímulo, bem como o exercício induzido por vibração, que é conhecido por induzir a angiogénese. A hipóxia foi induzida por uma câmara de hipóxia normobárica e na qual foi simbolizada uma altura de 2500 metros. A angiogénese é o crescimento de novos vasos capilares a partir de outros vasos pré-existentes (Chavakis, E., Dimmeler, S. 2002; Folkman, J. 1986; Prior, B.M., Yang, H.T., Terjung, R.L. 2004). Há evidências de que o exercício físico induz a angiogénese (Jensen, L., Bangsbo, J., Hellsten, Y. 2004), mas, os mecanismos moleculares que regulam esta reação ainda são mal compreendidos (Laufs, U., Werner, N., Link, A., Endres, M., Wassmann, S., Jurgens, K., Miche, E., Bohm, M., Nickenig, G. 2004). Alguns desportos como no ciclismo e no esqui alpino, o corpo é exposto a vibrações. Além disso, a vibração tem sido usada como um método de treino específico para treinar força, diferentes autores têm demonstrado aumentos significativos na força muscular devido ao treino vibratório (Bosco, C., Iacovelli, M., Tsarpela, O., Cardinale, M., Bonifazi, M., Tihanyi, J., Viru, M., De Lorenzo, A. 2000; Delecluse, C., Roelants, M., Verschueren, S. 2003). Uma análise

Exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica

hidrodinâmica indica que a tensão na parede dos vasos sofre um considerável aumento em determinadas condições durante a vibração, por este motivo os autores supõem que possa haver nestes casos a libertação de agentes angiogénicos (Mester, J., Kleinoder, H., Yue, Z. 2006; Yue, Z. Mester, J. 2003; Yue, Z., Mester, J. 2007).

Um fornecimento adequado de oxigénio é essencial a todos os tecidos biológicos. Para proteger o organismo, situações de hipoxia (redução da oferta de oxigénio) podem desencadear uma série de respostas e adaptações fisiológicas e fisiopatológicas como a vasculogénese, angiogénese ou eritropoiese (Wenger, R.H. 2000).

O efeito potencial que a hipóxia hipobárica (HH) tem sobre a ventilação foi relatado precocemente (Tucker, A., Reeves, J.T., Robertshaw, D., Grover, R.F. 1983) mas confirmado recentemente (Loeppky, J.A., Icenogle, M., Scotto, P., Robergs, R., Hinghofer, S.H., Roach, R.C. 1997; Savourey, G., Launay, J.C., Guinet, A., Travers, S. 2003). A ventilação é menor em hipóxia hipobárica (HH) do que em hipóxia normobárica (HN), com menor volume corrente e com maior frequência respiratória. Existe uma tendência para valores reduzidos em HH. Geralmente a HH pode induzir respostas fisiológicas que levem à morte de alguns alvéolos (morte alveolar) associada com Alcalose Ventilatória e Hipocapnia. Sabe-se também que a Pressão Barométrica (PB) pode modificar a circulação do fluido, por exemplo, a linfa pulmonar e o transporte alvéolo-capilar (Levine, B.D., Kubo, K., Kobayashi, T., Fukushima, M., Shibamoto, T., Ueda, G. 1988). Isto pode induzir maior vasoconstrição pulmonar em HH e modificar a difusão de O₂ pela diminuição do gradiente de pressão. A PB também pode influenciar a concentração de N₂ e O₂ no líquido cefalorraquidiano e, portanto, alterar parcialmente a regulação central da ventilação (Clark, S.A., Quod, M.J., Clark, M.A., Martin, D.T., Saunders, P.U., Gore, C.J. 2009).

Alterações no balanço hídrico foram relatadas como sendo diferentes entre HH e HN. Em comparação com HH, a exposição a NH resulta num balanço de fluido negativo, como indicado por uma diminuição significativa no volume do plasma. Isto pode ser explicado por uma maior diurese (por exemplo, maior volume de urina) e um menor nível de ADH (hormona antidiurética) em HN. Embora os mecanismos subjacentes a este fenómeno ainda sejam incertos, acredita-se que a combinação de PB reduzido e P O₂ favorece esta maior retenção de fluidos na HH na redução do volume de urina. Se estes resultados forem confirmados de uma forma inequívoca, podem vir a ter grandes implicações em termos de entrega de oxigénio e benefícios relacionados com o

desempenho em vários métodos de treino em HH vs HN (Loeppky, J.A., Roach, R.C., Maes, D., Hinghofer, S.H., Roessler, A., Gates, L., Fletcher, E.R., Icenogle, M.V. 2005).

Com base nos dados existentes relativos às respostas ventilatórias, ao balanço hídrico, ao metabolismo do NO e à melhoria do desempenho em HH vs. HN, não há dúvidas que a HH induz diferentes respostas fisiológicas a partir da HN, no entanto os principais mecanismos que levam a estas diferentes respostas são ainda pouco claros (Millet, G.P, Raphael, F., Vincent, P. 2012).

De fato, grande parte da literatura mostra que, em comparação com o exercício em hipóxia, a exposição passiva à hipóxia não provoca respostas agudas semelhantes. Em indivíduos saudáveis, tanto a melhoria de desempenho, melhorias cardiovasculares (por exemplo, a captação máxima de O₂ ou o VO_{2 máx}) ou respostas musculares de transcrição são mínimas com exposições passivas intermitentes em altitude moderada. Por outro lado, existem evidências claras de que quando a hipóxia é combinada com o exercício, desencadeia respostas específicas, não observadas após exercício semelhante em normóxia (Bartsch, P., Dehnert, C., Friedmann-Bette, B., Tadibi, V. 2008; Lundby, C., Calbet, J. A., Robach, P. 2009).

Nos doentes ou idosos, a altitude é geralmente associada a um aumento dos riscos de saúde através da ativação vasoconstritora simpática reforçada (Blitzer, M. L., Loh, E., Roddy, M. A., Stamler, J. S., Creager, M. A. 1996), apneias obstrutivas do sono (Nespoulet, H., Wuyam, B., Tamisier, R., Saunier, C., Monneret, D., Remy, J. 2012), hipoxemia (Levine, B. D., Zuckerman, J. H., Filippi, C. R. 1997), hipertensão pulmonar (Valencia-Flores, M., Rebollar, V., Santiago, V., Orea, A., Rodríguez, C., Resendiz, M. 2004), arritmias (Kujaník, S., Snincák, M., Vokál, J., Podracky, J., Koval, J. 2000) e alterações do controlo postural (Degache, F., Larghi, G., Faiss, R., Deriaz, O., Millet, G. 2012). No entanto, vários estudos têm investigado os benefícios terapêuticos em hipóxia leve na regulação da pressão arterial e da influência de diferentes modalidades de hipóxia em indivíduos saudáveis (Bailey, D. M., Davies, B., Young, I. S. 2001; Wang, J. S., Chen, L. Y., Fu, L. L., Chen, M. L., Wong, M. K. 2007; Haufe, S., Wiesner, S., Engeli, S., Luft, F. C., Jordan, J. 2008; Nishiwaki, M., Kawakami, R., Saito, K., Tamaki, H., Takekura, H., Ogita, F. 2011; Morishima, T., Kurihara, T., Hamaoka, T., Goto, K. 2014; Shi, B., Watanabe, T., Shin, S., Yabumoto, T., Takemura, M., Matsuoka, T. 2014) ou em pacientes com diferentes fatores de risco cardiovasculares e respiratórios, como a DPOC (Haider, T., Casucci, G., Linser, T., Faulhaber, M., Gatterer, H., Ott, G. 2009), obesidade (Wiesner, S., Haufe, S., Engeli, S., Mutschler, H., Haas, U., Luft, F. C. 2010) e doença

arterial coronária (Burtscher, M., Pachinger, O., Ehrenbourg, I., Mitterbauer, G., Faulhaber, M., Puhlinger, R. 2004). Levando em consideração o conjunto de evidências acima descritas, sugerem que o exercício em hipóxia induz maiores reduções na pressão arterial em comparação com o exercício em normóxia e melhora vários aspectos da função vascular, que são pertinentes para a redução dos riscos cardiovasculares (Nishiwaki, et al., 2011).

Estudos pioneiros (Haufe, S., Wiesner, S., Engeli, S., Luft, F.C, Jordan, J. 2008; Wiesner, et al, 2010) relataram que, apesar de uma menor carga de treino, portanto menor tensão mecânica em hipóxia, pode levar a uma redução de peso significativa, melhorar o metabolismo e a saúde cardiorrespiratória, sugerem que a hipóxia pode ser um benefício para programas de gestão e peso em pacientes obesos (Urdampilleta, A., González-Muniesa, P., Portillo, M. P., Martínez, J. A. 2012; Kayser, B., Verges, S. 2013). Este fenômeno também é conhecido como “anorexia de altitude” e caracteriza-se pela redução do apetite e conseqüentemente pela diminuição da ingestão de alimentos induzida pela hipóxia (Yingzhong, Y., Droma, Y., Rili, G., Kubo, K. 2006). Além disso, a exposição à hipóxia também parece promover um aumento do gasto energético (Kayser, et al 2013). De acordo com o que acima foi exposto, foi recentemente demonstrado por (Voss, J. D., Allison, D. B., Webber, B. J., Otto, J. L., Clark, L. L. 2014) que uma maior altitude está associada a menores taxas de obesidade.

A hipóxia e o exercício podem ter efeitos sinérgicos positivos em indivíduos hipertensos, obesos e idosos. No entanto, pouco se sabe sobre a combinação ideal entre a atividade física por exemplo (a intensidade do exercício e o tipo de atividade), em relação à hipóxia por exemplo (o nível de altitude ideal, e as componentes hipóxia hipobárica vs. Hipóxia normobárica). Diferentes combinações entre estes dois fatores têm sido investigados na tentativa de identificar quais os regimes ótimos adaptados ao exercício em hipóxia. Com base nas evidências fornecidas pelos diferentes protocolos, pede-se sugerir que estes podem resultar numa redução dos fatores metabólicos, fatores de risco cardiovasculares relacionados principalmente com uma melhoria da função vascular e nas adaptações neuro-vegetativas (Gregoire, P.M., Tadei, D., Franck, B., Davide, M., Oliver, G. 2006).

Capítulo III – Metodologia

1. Objetivo do Estudo

Investigar as associações diretas e indiretas de um programa de exercício vibratório corporal na composição corporal e na distribuição total de água, distribuição de água intracelular e extracelular em ambiente de hipóxia normobárica em pessoas idosas ativas.

2. Hipoteses

Espera-se que o estudo possa ter influencias positivas nas variáveis da composição corporal e nos fluidos corporais, ou seja, preve-se uma redução da massa gorda e um aumento da massa magra/muscular, bem como, uma redução também nos fluidos corporais.

3. Desenho do Estudo

A presente investigação é um estudo controlado e aleatório com duração de 4 meses, onde foram avaliadas pessoas idosas do distrito de Évora. Os participantes foram avaliados nas variáveis composição corporal (altura, peso, IMC, massa gorda, massa magra e massa livre de gordura) e fluidos corporais (água total, água intracelular e extracelular).

4. Participantes

Participaram neste estudo 52 participantes. Para a presente investigação fizeram parte os seguintes critérios de inclusão: Homens e Mulheres de 65 anos ou mais e que não tenham participado em nenhum projeto ou intervenção baseada em atividade física nos últimos 6 meses, capacidade para acompanhar o protocolo, sem doenças ósseas ou consumo de fármacos que possam afetar o metabolismo ósseo, que tenham uma ingestão diária de cálcio na ordem dos 1200-2000 mg/dia, não fumador, não consumir mais de 4 bebidas alcoólicas por semana.

Os critérios de exclusão foram os seguintes: pessoas que tenham cancro ou tenham padecido de cancro, doenças neuromusculares, neurodegenerativas ou deficiências físicas, problemas cardíacos tais como insuficiência cardíaca ou arritmias, diabetes, epilepsia, cálculos biliares, pedras nos rins e episódios de AVC.

Exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica

A amostra inicial era de 52 indivíduos, estes foram contatados, mas 2 não atenderam e 4 faltaram à avaliação. Por este motivo a amostra passou a ser de 46 indivíduos que satisfizeram os critérios de inclusão. Todos os 46 indivíduos foram avaliados, e destes, 13 vieram a desistir por motivos pessoais, ficando assim uma amostra final de 33 indivíduos que foram selecionados aleatoriamente pelos diversos grupos, 10 em EVH, 11 em EVN e 12 Controlo.

Exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica

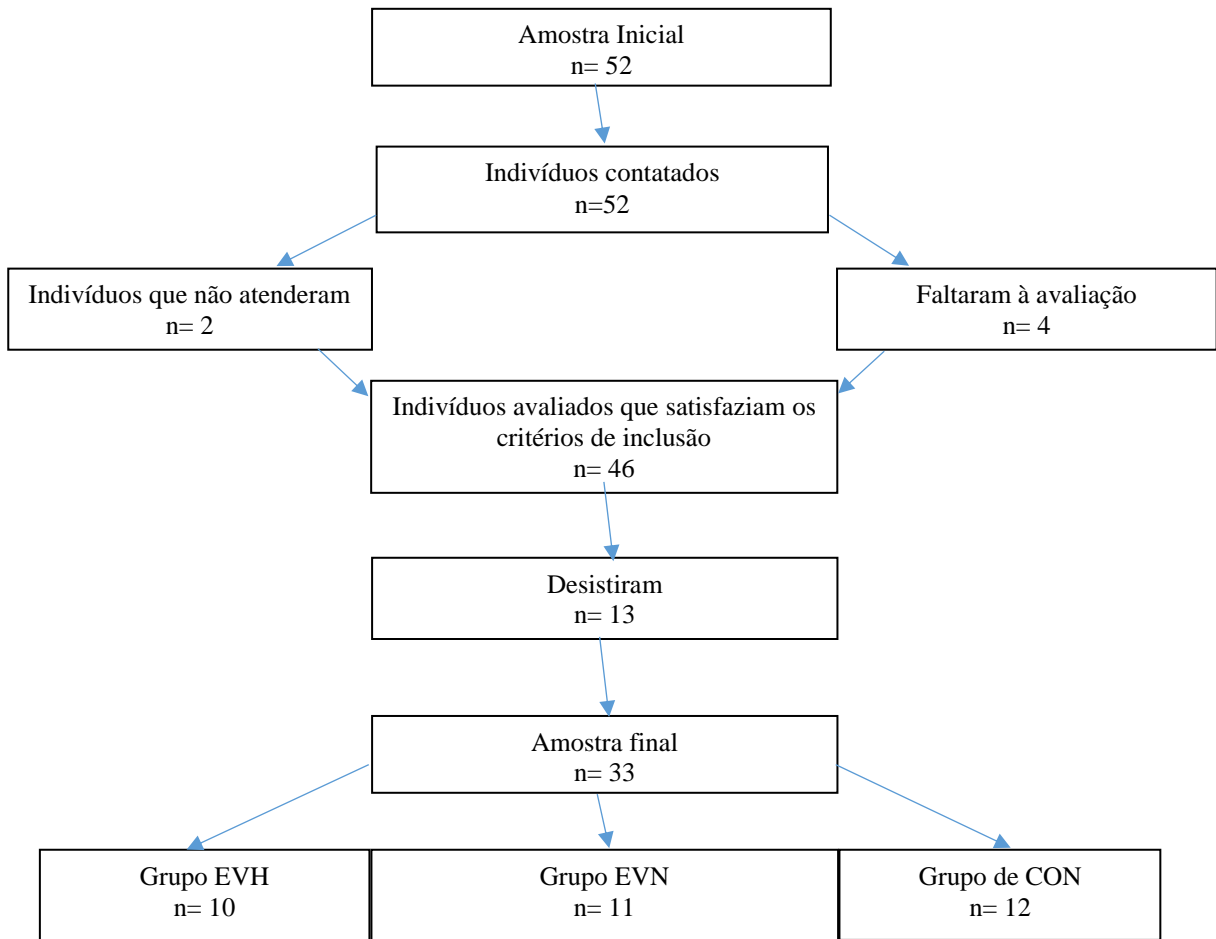


Figura 1 – Fluxograma da amostragem do estudo

5. Procedimentos

A divulgação do projeto foi feita através de cartas e de comunicação direta na Universidade Sénior e nas Associações de Reformados e Pensionistas de Évora, tentando desta forma angariar idosos fisicamente ativos e de modo voluntário para a participação neste estudo. Todos os participantes voluntários (n= 52) foram informados acerca dos procedimentos do estudo e convidados a assinar um consentimento informado de participação voluntária no estudo (anexo).

Os voluntários selecionados para participação no estudo combinado de exercício vibratório corporal e hipoxia normobárica, foram distribuídos de forma aleatória pelos seguintes grupos: Grupo de (EVH – Exercício Vibratório em Hipoxia) que fizeram treino de EV em condições de hipoxia normobárica. O grupo (EVN – Exercício Vibratório em Normoxia) que fizeram o mesmo treino de EV que o grupo EVH mas em condições de normoxia. Grupo de CON (grupo de controlo) recebeu instruções para continuar com as suas atividades diárias ao longo do desenvolvimento do estudo.

Exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica

Os participantes foram avaliados no laboratório de Saúde e Condição Física da Universidade de Évora, Pavilhão Gimnodesportivo da Universidade de Évora.

No entanto, aquando da pré-avaliação dos fluidos corporais, o instrumento de avaliação correspondente (Tanita) ainda não se encontrava em funcionamento, o que nos impediu fazer as duas avaliações como previsto. Desta forma, no tratamento estatístico do estudo, não foram considerados os fluidos corporais para o grupo de EVH, porque só dois participantes concluíram as duas avaliações, o que tornou a amostra muito pequena e insignificante.

As características dos sujeitos dos 3 grupos estão descritas na tabela 1.

Tabela 1 – Valores médios (\pm DP) das características descritivas da amostra

	EVH N= 10		EVN N= 11		CON N= 12	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Idade	72 \pm 4.30	72 \pm 4.30	68,64 \pm 3.26	68,64 \pm 3.26	73 \pm 5.74	73 \pm 5.74
Peso	58.5 \pm 4.5	58.5 \pm 4.5	76 \pm 15.7	75.8 \pm 15.4	72.64 \pm 10.1	71.9 \pm 9.3
Altura	161.75 \pm 9.6	161.75 \pm 9.6	161.33 \pm 7.9	161.33 \pm 7.9	159 \pm 4.5	159 \pm 4.5
IMC	22.4 \pm 0.92	22.6 \pm 0.92	29.1 \pm 4.9	29.1 \pm 4.9	28.7 \pm 3.5	28.5 \pm 3.4

Notas: EVH = grupo de hipoxia e vibração de corpo inteiro; EVN = grupo normoxia e vibração de corpo inteiro; CON = grupo de controlo; IMC = Índice de Massa Corporal.

5.1 Protocolo de Treino

A intervenção aplicou-se a todos os voluntários durante 4 meses. A frequência de treino foi de 2 vezes por semana com pelo menos 1 dia de intervalo para que houvesse um descanso total ótimo.

Todos os participantes foram avaliados em 2 momentos: as variáveis de estudo foram avaliadas em Pré-avaliação e Pós-avaliação aos 4 meses.

Os pacientes foram instruídos a manter os níveis de ingestão diária de cálcio na ordem dos 1200-2000 mg/dia, bem como a não participação em outro programa com intervenções baseadas em terapias que tenham exercício físico.

5.2 Sessões de treino

Grupos de EV

Os participantes nos grupos de EV receberam a terapia de exercício vibratório permanecendo na posição de pé, com os pés paralelos sobre a plataforma e descalços, para eliminarem qualquer tipo de amortecimento causado pela sola dos sapatos (Gusi et al., 2006). Durante o EV os participantes permaneceram com um grau de flexão de joelhos de 120°. O estímulo vibratório foi de 12,5Hz, numa plataforma compatível para o efeito (Galileo 2000, Novotec GmbH, Pforzheim, Germany).

Durante os meses de intervenção, ambos os grupos fizeram 4 repetições de 30 segundos de EV, com intervalos de 60seg, a amplitude vertical do EV foi de 3mm. O tempo máximo total em cada sessão foi de aproximadamente 20 minutos, e o mesmo incluiu, 10 minutos de aquecimento com 5 minutos em bicicleta estática a 25-30W e 40-50 RPM e 5 minutos de alongamentos para o quadríceps e isquiotibiais, tudo no interior da câmara de hipoxia.

5.3 Grupo de EVH

O grupo de EVH realizou o programa de EV numa câmara de Hipoxia (CAT 310, Louisville, Colorado) construída em laboratório, e situada no laboratório de Saúde e Condição Física da Universidade de Évora, Pavilhão Gimnodesportivo da Universidade de Évora

O grupo EVH inspirou FiO_2 a 16.1% de modo a simular uma altitude de 2500 m. Estes parâmetros foram controlados regularmente com um aparelho electrónico (HANDI+, Maxtec, Salt Lake City, Utah, USA).

5.4 Grupo de EVN

O grupo de EVN efetuou os mesmos exercícios que o grupo EVH, sendo a câmara de Hipoxia programada para o grupo EVN com um fluxo de ar para o interior da câmara em normoxia (até 1000 L/min).

5.5 Grupo de Controlo

O grupo de controlo recebeu instruções para continuar com as suas atividades diárias ao longo do desenvolvimento do estudo.

6. Instrumentos de Avaliação

As variáveis da composição corporal avaliadas mediante absorptometria de raio X de dupla energia (DXA, Norland Excell Plus; Norland Inc., Fort Atkinson, USA) foram as seguintes: percentagem de gordura corporal, massa gorda e massa magra. A altura e o peso foram avaliados mediante os processos standard. O índice de massa corporal (IMC) foi avaliado pelo método ($IMC = \text{peso}/\text{altura}^2, \text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$).

Os fluidos corporais (distribuição de água) foram analisados através da Tanita MC-780 MA Bio Lógica Tecnologia Médica SL, e sendo avaliados: a água corporal total, percentagem de água corporal total, água intracelular e água extracelular.

7. Tratamento Estatístico

Para a realização do tratamento estatístico, recolheram-se os dados, através dos instrumentos de avaliação para o efeito, para avaliar a possibilidade de aceitar ou rejeitar as hipóteses colocadas, para esse efeito utilizou-se programas estatísticos. Em primeiro lugar, os dados recolhidos em relação aos momentos de avaliação foram colocados numa base de dados construída para esse efeito, através do programa Excel do Microsoft Office Professional 2013 e, posteriormente, foram armazenados num software específico para tratamento de dados, IBM SPSS Statistics versão 22. O nível de significância considerado foi de $p < 0,05$.

Verificou-se a distribuição não normal das variáveis, recorrendo ao teste estatístico Shapiro-Wilk. Consideraram-se os resultados deste teste de normalidade, devido à dimensão reduzida da amostra ($n < 30$).

Para verificar a existência de diferenças significativas nas variáveis normais foi utilizada a estatística paramétrica, com recurso ao Modelo Linear Geral. Nas variáveis onde não se verificou normalidade foi utilizada a estatística não paramétrica para amostras independentes, com recurso ao teste de Mann-Whitney.

Capítulo IV – Apresentação de Resultados

A apresentação dos resultados irá incidir sobre três grupos distintos, um grupo de EVH, um grupo EVN e outro grupo de CON.

Na tabela 2 estão representados os resultados médios da composição corporal dos grupos de EVH, EVN e grupo CON. Se compararmos os três grupos, podemos observar que não existe qualquer resultado estatístico significativo em nenhuma das variáveis para um $p < 0.05$.

Mesmo não se registrando diferenças significativas, a tendência dos resultados mostram que o grupo de EVH tem resultados ligeiramente inferiores que os outros dois grupos, com exceção na % Massa Gorda do Tronco, % Massa Gorda da Perna Esquerda, % Massa Gorda da Perna Direita, Sub-Total % Massa Gorda e % Total de Massa Gorda que são ligeiramente superiores em relação ao grupo de EVN, quando comparados ao grupo de CON o grupo EVH apresenta resultados superiores na Massa Magra da Perna Esquerda, Massa Magra da Perna Direita e Total de Massa Magra.

Exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica

Tabela 2 – Valores médios (\pm DP) dos três grupos em todas as variáveis da composição corporal

	EVH N= 10		EVN N= 11		CON N= 12		P
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	
M.Gorda							
Tronco	13.7 \pm 4.4	13.9 \pm 3.8	15.3 \pm 4.7	15.3 \pm 4.7	14.7 \pm 4.7	14.9 \pm 3.5	0.961 ^a
M. Magra							
Tronco	21.9 \pm 5.2	21.9 \pm 4.5	25 \pm 5.8	24.7 \pm 6.4	22.3 \pm 3.9	22.0 \pm 2.8	0.772 ^a
M. Corporal							
Tronco	35.6 \pm 7.9	35.8 \pm 6.6	40.1 \pm 9.1	40.1 \pm 9.2	36.9 \pm 5.4	36.8 \pm 4.6	0.902 ^a
% M. Gorda							
Tronco	38.1 \pm 8.0	38.6 \pm 7.1	37.5 \pm 9.7	37.9 \pm 10.6	39.3 \pm 9.7	40.0 \pm 6.6	0.795 ^b
M.Gorda							
Perna Esq.	4.1 \pm 1.4	3.9 \pm 1.5	4.2 \pm 1.8	4.1 \pm 1.6	4.7 \pm 1.2	4.6 \pm 1.2	0.812 ^b
M. Magra							
Perna Esq.	7.2 \pm 1.6	7.0 \pm 1.7	8.0 \pm 1.9	7.9 \pm 1.8	6.9 \pm 1.0	6.7 \pm 1.2	0.839 ^a
M. Corporal							
Perna Esq.	11.3 \pm 1.5	10.9 \pm 1.8	12.2 \pm 2.3	12.0 \pm 2.2	11.6 \pm 1.8	11.3 \pm 2.0	0.821 ^a
% M. Gorda							
Perna Esq.	36.2 \pm 11.7	35.5 \pm 11.9	33.9 \pm 12.4	33.6 \pm 11.9	40.0 \pm 6.7	40.3 \pm 6.1	0.379 ^b
M. Gorda							
Perna Dir.	4.2 \pm 1.6	4.0 \pm 1.6	4.2 \pm 1.8	4.2 \pm 1.8	4.7 \pm 1.3	4.7 \pm 1.3	0.790 ^b
M. Magra							
Perna Dir.	7.2 \pm 1.6	6.7 \pm 1.8	7.9 \pm 2.0	7.7 \pm 1.9	6.5 \pm 1.1	6.4 \pm 1.2	0.457 ^a
M. Corporal							
Perna Dir.	11.4 \pm 1.8	10.8 \pm 2.2	12.1 \pm 2.5	11.8 \pm 2.3	11.3 \pm 1.9	11.2 \pm 1.9	0.380 ^a
% M. Gorda							
Perna Dir.	36.6 \pm 12.4	37.0 \pm 12.6	34.2 \pm 12.5	34.7 \pm 12.6	41.5 \pm 6.6	42.0 \pm 6.9	0.966 ^b
Sub-Total							
M.Gorda	25.0 \pm 6.9	24.5 \pm 6.6	26.3 \pm 8.2	26.3 \pm 8.3	27.4 \pm 7.1	27.5 \pm 6.5	0.679 ^a
Sub-Total M.							
Magra	40.7 \pm 9.5	39.9 \pm 9.2	45.7 \pm 11.0	45.3 \pm 11.4	40.0 \pm 5.7	39.3 \pm 5.6	0.865 ^a
Sub-Total M.							
Corporal	65.6 \pm 11.0	64.5 \pm 10.9	72.1 \pm 14.7	71.6 \pm 14.5	67.4 \pm 10.0	66.8 \pm 9.2	0.610 ^a
Sub-Total %							
M. Gorda	38.1 \pm 9.2	38.2 \pm 9.0	36.3 \pm 10.5	36.6 \pm 11.2	40.3 \pm 6.7	40.8 \pm 6.5	0.776 ^b
Total M.							
Gorda	25.8 \pm 6.9	25.5 \pm 6.5	27.3 \pm 8.2	27.3 \pm 8.3	28.3 \pm 7.1	28.3 \pm 6.5	0.966 ^b
Total M.							
Magra	44.2 \pm 10.2	43.7 \pm 9.5	49.6 \pm 11.6	49.1 \pm 11.9	43.5 \pm 5.7	42.9 \pm 5.7	0.990 ^a
Total M.							
Corporal	70.0 \pm 11.9	69.2 \pm 11.1	77.0 \pm 15.3	76.4 \pm 15.0	71.8 \pm 10.0	71.2 \pm 9.1	0.897 ^a
% Total M.							
Gorda	37.0 \pm 8.7	36.9 \pm 8.3	35.4 \pm 9.8	35.6 \pm 10.5	39.0 \pm 6.3	39.5 \pm 6	0.777 ^b

Notas: p < 0.05 não houve diferenças estatisticamente significativas; EVH = grupo de hipoxia e vibração de corpo inteiro; EVN = grupo normoxia e vibração de corpo inteiro; CON = grupo de controlo.

M. = Massa; % = Percentagem; a - Repeted mesures; b - Mann-Whitney

Exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica

Na tabela 3 estão representados os resultados médios dos fluidos corporais dos grupos do EVN e CON. Se compararmos os dois grupos, podemos observar que não existe qualquer resultado estatístico significativo em nenhuma das variáveis para um $p < 0.05$.

Mesmo não havendo diferenças estatísticas significativas, podemos observar que o grupo EVN registou resultados superiores quando comparados com o CON.

Tabela 3 – Valores médios (\pm DP) dos dois grupos em todas as variáveis dos fluidos corporais

	EVN N=11		CON N=12		P
	Pré	Pós	Pré	Pós	
ACT	36.1 \pm 7.8	36.9 \pm 7.5	33.0 \pm 4.5	33.7 \pm 4.7	0,841 ^a
Perc_ACT	48.1 \pm 8.9	49.2 \pm 8.2	45.7 \pm 4.5	47.1 \pm 5.1	0,733 ^b
AIC	19.7 \pm 5.1	20.1 \pm 4.8	17.4 \pm 2.7	18.0 \pm 2.9	0,767 ^a
AEC	16.4 \pm 3.1	16.8 \pm 2.9	15.6 \pm 1.9	15.8 \pm 1.9	0,429 ^a

Notas: $p < 0.05$ não houve diferenças estatisticamente significativas; EVN = grupo normoxia e vibração de corpo inteiro; CON = grupo de controlo; ACT = Água Corporal Total; Perc_ACT = Percentagem de Água Corporal Total; AIC = Água Intracelular; AEC = Água Extracelular

a- Repeted mesures; b- Mann-Whitney

Capítulo V – Discussão dos Resultados

Este trabalho teve como objetivo estudar os efeitos do exercício vibratório na composição corporal e na distribuição de fluidos em ambiente de hipoxia normobárica. Como o conhecimento sobre este tipo de estudos é escasso, o presente estudo surge da necessidade de investigar e contribuir para um melhor conhecimento sobre esta temática.

Como resultado do nosso estudo, aplicação de um programa de EV, realizado em ambiente hipobárico e em ambiente normobárico, este não induziu alterações quer ao nível da composição corporal, quer ao nível da água corporal.

Em relação à massa muscular (massa magra), alguns estudos demonstram um aumento na massa muscular em jovens (Figuroa, A., Gil, R., Wong, A., Hooshmand, S., Park, S. Y., Vicil, F., & Sanchez-Gonzalez, M. A. 2012; Milanese, C., Piscitelli, F., Simoni, C., Pugliarello, R., & Zancanaro, C. 2012; Roelants, M., Delecluse, C., Goris, M., & Verschueren, S. 2004). Após 24 semanas de treino EV, em que aplicaram exercícios estáticos e dinâmicos para o braço e perna, 3 vezes por semana Roelants et al. (2004), registaram um aumento da massa muscular total num grupo de 13 mulheres jovens. Comparativamente com o nosso estudo, em que não obtivemos diferenças significativas em nenhuma das variáveis estudadas, estes investigadores conseguiram melhores resultados, provavelmente pelo fato de nos seus estudos utilizarem uma amostra jovem, e também porque o estudo teve uma duração superior ao nosso, que foi de 16 semanas. No estudo de Bogaerts, A., Delecluse, C., Claessens, A. L., Coudyzer, W., Boonen, S., & Verschueren, S. M. (2007), com homens idosos, distribuídos por dois grupos, um de treino EV e outro que fez treino físico (aeróbio, de resistência, equilíbrio e flexibilidade), a frequência de treino foi de 3 vezes por semana durante 1 ano, conseguiram um aumento significativo na massa muscular da perna no grupo de treino EV, tendo o grupo de treino físico obtido resultados semelhantes aos do grupo de EV, o que levou estes investigadores a concluir que o treino de EV é tão eficiente como uma intervenção de treino físico no aumento da massa muscular em homens idosos. Os resultados obtidos no nosso estudo em relação à massa muscular das pernas, não são estatisticamente significativos. Por este motivo, no nosso estudo não conseguimos corroborar o fato de que através do treino de EV se consiga os mesmos resultados que foram obtidos no estudo de Bogaerts, et al, (2007).

Os resultados do nosso estudo em relação à massa magra, são idênticos aos do estudo de Gomez-Cabello, A., González-Agüero, A., Ara, I., Casajús, J. A., & Vicente-

Rodríguez, G. (2013), que se baseou numa intervenção de EV, em pessoas idosas não institucionalizadas, com uma frequência de 3 sessões por semana durante 11 semanas, também avaliados pelo DXA, após o qual observaram que, 11 semanas de treino de EV, não são suficientes para produzir mudanças significativas na massa magra, em pessoas idosas não institucionalizadas. Apesar das diferenças do nosso estudo, em ter mais 5 semanas, e ter menos uma sessão por semana, os nossos resultados de certa forma podem ser corroborados pelo estudo destes investigadores.

O nosso estudo não obteve diferenças significativas no total de massa gorda, no entanto um estudo de Milanese et al., (2012), observou que oito semanas de EV diminuiu o total de massa gorda corporal, com evidência marcada nos membros inferiores em mulheres jovens não obesas, embora com menos tempo de aplicação o facto de serem apenas mulheres e jovens poderá ter influenciado os resultados, comparativamente com o nosso estudo.

Um estudo de Figueroa et al., (2012), de 6 semanas de treino EV em mulheres na pré-menopausa com sobrepeso / obesidade não mostrou alterações na massa gorda total, tal como no nosso estudo.

Com resultados semelhantes aos do nosso estudo (sem diferenças significativas), e apesar da amostra ser toda do género feminino, no estudo recente de Figueroa, A., Kalfon, R., Madzima, T. A., & Wong, A. (2014b), verificou-se que 12 semanas de treino EV não permitiram obter alterações na percentagem de massa gorda total em mulheres na pré-menopausa com obesidade. Possivelmente o facto de não terem obtido resultados diferentes dos nossos, pode dever-se a que o seu estudo teve menos 4 semanas de intervenção, ou então por questões hormonais, uma vez que a amostra é constituída só por mulheres e na pré-menopausa.

Tal como no presente estudo, em que não se obteve diferenças significativas, e apesar de ter mais 5 semanas de intervenção, também a investigação de Cabello, A. G., de Agüero, A. G., Royo, I. A., Mallén, J. A. C., & Rodriguez, G. V. (2016), observou que uma intervenção de 11 semanas de EV, não é suficiente para obter resultados positivos na redução da massa gorda em adultos mais velhos.

Um estudo de Gonzalez-Aguero, A., Matute-Llorente, Á., Gomez-Cabello, A., Casajús, J. A., & Vicente-Rodríguez, G. (2013), promoveu uma intervenção de EV de 20 semanas, numa população com Síndrome de Down, e avaliaram através do DXA a gordura corporal superior, membros inferiores e massa magra corporal, tendo observado que 20 semanas de intervenção de EV, não foram suficientes por si só para aumentar a

massa magra corporal de adolescentes com Síndrome de Down, mas poderá ser útil para melhorar a composição corporal, apesar da amostra deste estudo não ter as mesmas características que a nossa (uma vez que é uma população especial), Gonzalez-Aguero et al. (2013) não obtiveram diferenças significativas tal como no nosso estudo.

Em relação aos fluidos corporais, não existem estudos sobre os efeitos do exercício vibratório na distribuição da água, para podermos comparar com os nossos resultados. No entanto um estudo de Ribeiro, et al., (2014), que investigou o efeito do treino de resistência durante 16 semanas na distribuição da água corporal em homens e mulheres. Os investigadores observaram resultados que sugerem que treino de resistência promove um aumento na ACT, em particular no compartimento de AIC, em homens e mulheres. Além disso, a ACT e a distribuição do fluido, não parece ser influenciada pelo género, pelo menos durante 16 semanas de treino de resistência. De acordo com estes investigadores, apesar de não ser sobre os efeitos do exercício vibratório na distribuição da água, verificaram resultados positivos ao contrário do nosso estudo onde não se verificaram diferenças significativas na distribuição de água.

No que respeita à influência da hipoxia normobárica e a distribuição dos fluidos corporais existem lacunas na bibliografia, sendo este um tema de discussão bastante atual. Num estudo com jovens que permaneceram 6 horas numa câmara de hipoxia normobárica e com variações das condições de humidade (10% ou 60%), simulando uma altitude de 2000m e restrições na ingestão de água, verificou-se que houve uma diminuição significativa dos fluidos corporais em condições de altitude quando comparadas com as mesmas condições ao nível do mar, esta perda de fluidos corporais bem como o aumento dos glóbulos vermelhos podem ter contribuído também para uma maior viscosidade do sangue destes indivíduos (Hashiguchi, N., Takeda, A., Yasuyama, Y., Chishaki, A., Tochihara, Y. 2013).

Quando comparando exposições a ambientes de hipoxia hiperbárica e hipoxia normobárica em jovens, estudos indicam que existe um balanço negativo no que respeita aos fluidos corporais, justificado por uma redução do volume do plasma sanguíneo, um maior volume de urina e concentrações diminuídas da hormona antidiurética (ADH), embora não seja uma certeza absoluta parece haver uma maior tendência para a retenção de líquidos em ambientes de Hipoxia Hipobárica (Millet, G. P., Faiss, R., Pialoux, V., Mounier, R., Brugniaux, J. 2012; Loeppky, J. A., Roach, R. C., Maes, D., Hinghofer-Szalkay, H., Roessler, A., Gates, L., Icenogle, M. V. 2005), no nosso estudo a amostra foi constituída por pessoas idosas e não houve um controlo, nem da ingestão de água nem

da humidade do ar, possivelmente devido a estes fatores verificou-se uma tendência para o aumento da percentagem de fluidos corporais mas a mesma não se verificou significativa.

Contributos para a Comunidade / Benefícios do Estudo

Este estudo pode servir como base para que outros estudos na área do exercício vibratório, da composição corporal e dos fluidos corporais em hipóxia normobárica, em idosos, possam vir a ser desenvolvidos no futuro, pois tratou-se de um estudo pioneiro nesta mesma área. Com base neste estudo, outros poderão surgir com uma metodologia diferente, com uma maior amostra, com um melhor controlo das limitações que surgiram neste estudo, e que desta forma esses mesmos estudos possam obter resultados significativos que se possam traduzir num contributo efetivo para a melhoria da saúde, da condição física e na qualidade de vida dos idosos.

Limitações do estudo

Este estudo teve como principal limitação o facto de alguns dos participantes do grupo de EVH não terem realizado as duas avaliações na Tanita. Desta forma, neste estudo, não foi possível comparar este grupo com os outros dois.

Evocamos ainda como limitação a existência de poucos participantes em cada grupo. Com efeito, um número maior de elementos nos diversos grupos estudados, poderia ter permitido verificar algum outro resultado estatístico diferente do encontrado.

Capítulo VI – Conclusão

Podemos concluir que 4 meses de intervenção de EV em ambiente hipobárico ou normobárico não produziram efeitos ao nível da composição corporal ou na água corporal.

Sugestões

Mais estudos são precisos, com metodologias consistentes em relação ao tempo de duração, frequências e amplitudes, em populações idosas.

Os futuros estudos devem ter mais sessões semanais e promoverem o aumento do tempo de duração de cada sessão.

Apoios / Financiamento

Este estudo foi financiado pelo PROGRAMA NACIONAL DO DESPORTO PARA TODOS – Instituto Português do Desporto e Juventude – I.P., através do projeto UÉvora – UniverCIDADE II (2016), na sua componente “Séniore Super Activos”.

Capítulo VII – Bibliografia

- Adolph, E. F. (1933). The metabolism and distribution of water in body and tissues. *Physiological Reviews*, 13(3), 336-371.
- Adolph, E. F. (1943). *Physiological Regulations*, Lancaster, PA., The Jacques Cattell Press; 1943.
- Ahlborg, L., Andersson, C., & Julin, P. (2006). Whole-body vibration training compared with resistance training: effect on spasticity, muscle strength and motor performance in adults with cerebral palsy. *Journal of rehabilitation medicine*, 38 (5), 302-308
- American College of Sports Medicine. (2009). American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and science in sports and exercise*, 41(3), 687-708.
- Anand, I. S., & Chandrashekhar, Y. (1996). Fluid metabolism at high altitudes. *Nutritional Needs in Cold and High-Altitude Environments: Applications for Military Personnel in Field Operations*, 331.
- Arner, E., Westermark, P. O., Spalding, K. L., Britton, T., Rydén, M., Frisén, J. & Arner, P. (2010). Adipocyte turnover: relevance to human adipose tissue morphology. *Diabetes*, 59(1), 105-109.
- Atienza A.A. (2001). Home-based physical activity programs for middle-aged and older adults: Summary of empirical research. *Journal of Aging and Physical Activity Suppl.*9, 38-58.
- BAILEY, D. M., DAVIES, B., & YOUNG, I. S. (2001). Intermittent hypoxic training: implications for lipid peroxidation induced by acute normoxic exercise in active men. *Clinical Science*, 101(5), 465-475.
- Bailey, D. M., Ainslie, P. N., Jackson, S. K., Richardson, R. S., & Ghatei, M. (2004). Evidence against redox regulation of energy homeostasis in humans at high altitude. *Clinical Science*, 107(6), 589-600.
- Bartsch, P., Dehnert, C., Friedmann-Bette, B., & Tadibi, V. (2008). Intermittent hypoxia at rest for improvement of athletic performance. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 18(s1), 50-56.

Exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica

- Barnholt, K. E., Hoffman, A. R., Rock, P. B., Muza, S. R., Fulco, C. S., Braun, B. & Friedlander, A. L. (2006). Endocrine responses to acute and chronic high-altitude exposure (4,300 meters): modulating effects of caloric restriction. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 290(6), E1078-E1088.
- Bauman, A., Merom, D., Bull, F. C., Buchner, D. M., & Singh, M. A. F. (2016). Updating the evidence for physical activity: summative reviews of the epidemiological evidence, prevalence, and interventions to promote “Active Aging”. *The Gerontologist*, 56(Suppl 2), S268-S280.
- Baumgartner, R. N., Stauber, P. M., McHugh, D., Koehler, K. M., & Garry, P. J. (1995). Cross-sectional age differences in body composition in persons 60+ years of age. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 50(6), M307-M316.
- Beck, L. H. (2000). The aging kidney. Defending a delicate balance of fluid and electrolytes. *Geriatrics*, 55(4), 26-8.
- Benso, A., Broglio, F., Aimaretti, G., Lucatello, B., Lanfranco, F., Ghigo, E., & Grottoli, S. (2007). Endocrine and metabolic responses to extreme altitude and physical exercise in climbers. *European Journal of Endocrinology*, 157(6), 733-740.
- Bjorndal, B., Burri, L., Staalesen, V., Skorve, J., & Berge, R. K. (2011). Different adipose depots: their role in the development of metabolic syndrome and mitochondrial response to hypolipidemic agents. *Journal of obesity*, 2011.
- Blitzer, M. L., Loh, E., Roddy, M. A., Stamler, J. S., & Creager, M. A. (1996). Endothelium-derived nitric oxide regulates systemic and pulmonary vascular resistance during acute hypoxia in humans. *Journal of the American College of Cardiology*, 28(3), 591-596.
- Bogaerts, A., Delecluse, C., Claessens, A. L., Coudyzer, W., Boonen, S., & Verschueren, S. M. (2007). Impact of whole-body vibration training versus fitness training on muscle strength and muscle mass in older men: a 1-year randomized controlled trial. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 62(6), 630-635.

Exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica

- Bosco, C., Iacovelli, M., Tsarpela, O., Cardinale, M., Bonifazi, M., Tihanyi, J., & Viru, A. (2000). Hormonal responses to whole-body vibration in men. *European journal of applied physiology*, 81(6), 449-454.
- Brooks, G.A. (2000). *Exercise physiology: human bioenergetics and its applications*. 3rd. Mountain View, CA: Mayfield; 2000.
- Brown, D. R., Yore, M. M., Ham, S. A., & Macera, C. A. (2005). Physical activity among adults > or = 50 yr with and without disabilities, BRFSS 2001. *Medicine and science in sports and exercise*, 37(4), 620-629.
- Burtscher, M., Pachinger, O., Ehrenbourg, I., Mitterbauer, G., Faulhaber, M., Pühringer, R., & Tkatchouk, E. (2004). Intermittent hypoxia increases exercise tolerance in elderly men with and without coronary artery disease. *International journal of cardiology*, 96(2), 247-254.
- Cabello, A. G., de Agüero, A. G., Royo, I. A., Mallén, J. A. C., & Rodriguez, G. V. (2016). Does a whole body vibration intervention have any effect on adiposity in elderly people?. *European Journal of Human Movement*, (36), 36-47.
- Cadore, E. L., Rodríguez-Mañas, L., Sinclair, A., & Izquierdo, M. (2013). Effects of different exercise interventions on risk of falls, gait ability, and balance in physically frail older adults: a systematic review. *Rejuvenation research*, 16(2), 105-114.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2007). *Anthropometry procedures manual*. National Center for Health Statistics.
- Chavakis, E., & Dimmeler, S. (2002). Regulation of endothelial cell survival and apoptosis during angiogenesis. *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology*, 22(6), 887-893.
- Clark, S. A., Quod, M. J., Clark, M. A., Martin, D. T., Saunders, P. U., & Gore, C. J. (2009). Time course of haemoglobin mass during 21 days live high: train low simulated altitude. *European journal of applied physiology*, 106(3), 399-406.
- Cochrane, D. J., & Stannard, S. R. (2005). Acute whole body vibration training increases vertical jump and flexibility performance in elite female field hockey players. *British journal of sports medicine*, 39(11), 860-865.

Exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica

- Compston, J. E., & Seeman, E. (2006). Compliance with osteoporosis therapy is the weakest link. *The Lancet*, 368(9540), 973-974.
- Considine, R. V., Sinha, M. K., Heiman, M. L., Kriauciunas, A., Stephens, T. W., Nyce, M. R. & Caro, J. F. (1996). Serum immunoreactive-leptin concentrations in normal-weight and obese humans. *New England Journal of Medicine*, 334(5), 292-295.
- Cooper, C., Jakob, F., Chinn, C., Martin-Mola, E., Fardellone, P., Adami, S., & Marin, F. (2008). Fracture incidence and changes in quality of life in women with an inadequate clinical outcome from osteoporosis therapy: the Observational Study of Severe Osteoporosis (OSSO). *Osteoporosis International*, 19(4), 493-501.
- Crimmins, E. M. (2015). Lifespan and healthspan: Past, present, and promise. *The Gerontologist*, 55(6), 901-911.
- Cummings, S. R., Browner, W., Black, D. M., Nevitt, M. C., Genant, H. K., Cauley, J., & Vogt, T. M. (1993). Bone density at various sites for prediction of hip fractures. *The Lancet*, 341(8837), 72-75.
- Dargent-Molina, P., Favier, F., Grandjean, H., Baudoin, C., Schott, A. M., Hausherr, E., & EPIDOS Group. (1996). Fall-related factors and risk of hip fracture: the EPIDOS prospective study. *The Lancet*, 348(9021), 145-149.
- David, V., Martin, A., Lafage-Proust, M. H., Malaval, L., Peyroche, S., Jones, D. B., & Guignandon, A. (2007). Mechanical loading down-regulates peroxisome proliferator-activated receptor γ in bone marrow stromal cells and favors osteoblastogenesis at the expense of adipogenesis. *Endocrinology*, 148(5), 2553-2562.
- De Groot, C. P., Enzi, G., Matthys, C., Moreiras, O., Roszkowski, W., & Schroll, M. (2001). Ten-year changes in anthropometric characteristics of elderly Europeans. *The journal of nutrition, health & aging*, 6(1), 4-8.
- Degache, F., Larghi, G., Faiss, R., Deriaz, O., & Millet, G. (2012). Hypobaric versus normobaric hypoxia: same effects on postural stability?. *High altitude medicine & biology*, 13(1), 40-45.

Exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica

- Delecluse, C., Roelants, M., & Verschueren, S. (2003). Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training. *Medicine and science in sports and exercise*, 35(6), 1033-1041.
- Department of Health (DoH). (1991). Dietary reference values for food energy and nutrients for the United Kingdom. Committee on Medical Aspects of Food Policy. Report on Health and Social Subjects 41.
- Deurenberg, P., Van Der Kooy, K., Hulshof, T., & Evers, P. (1989). Body mass index as a measure of body fatness in the elderly. *European journal of clinical nutrition*, 43(4), 231-236.
- Eakin E. (2001). Promoting physical activity among middle-aged and older adults in health care settings. *Journal of Aging and Physical Activity*, Suppl.9, 29-37
- Erdmann, J., Lippl, F., Wagenpfeil, S., & Schusdzarra, V. (2005). Differential association of basal and postprandial plasma ghrelin with leptin, insulin, and type 2 diabetes. *Diabetes*, 54(5), 1371-1378.
- Evans, W. J. (1998). Exercise and nutritional needs of elderly people: effects on muscle and bone. *Gerodontology*, 15(1), 15-24.
- Evans, W. J. (2004). Protein nutrition, exercise and aging. *Journal of the American College of Nutrition*, 23(sup6), 601S-609S.
- Feehally, J., & Khosravi, M. (2015). Effects of acute and chronic hypohydration on kidney health and function. *Nutrition reviews*, 73(suppl 2), 110-119.
- Figuroa, A., Gil, R., Wong, A., Hooshmand, S., Park, S. Y., Vicil, F., & Sanchez-Gonzalez, M. A. (2012). Whole-body vibration training reduces arterial stiffness, blood pressure and sympathovagal balance in young overweight/obese women. *Hypertension Research*, 35(6), 667-672.
- Figuroa, A., Kalfon, R., Madzima, T. A., & Wong, A. (2014b). Whole-body vibration exercise training reduces arterial stiffness in postmenopausal women with prehypertension and hypertension. *Menopause*, 21(2), 131-136.
- Folkman, J. (1986). Como o crescimento dos vasos sanguíneos está regulado em tecido normal e neoplásico? -GHA Clowes Memorial Award Lecture. *Cancer research*, 46 (2), 467-473.

Exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica

- Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. (2005). Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate. National Academies Press, Washington, DC (2005)
- Frigeri, A., Nicchia, G. P., Verbavatz, J. M., Valenti, G., & Svelto, M. (1998). Expression of aquaporin-4 in fast-twitch fibers of mammalian skeletal muscle. *Journal of Clinical Investigation*, 102(4), 695.
- Fukagawa, N. K., Wolfson, L., Judge, J., Whipple, R., & King, M. (1995). Strength is a major factor in balance, gait, and the occurrence of falls. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 50 (Special Issue), 64-67.
- Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I. M., & Swain, D. P. (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. *Medicine and science in sports and exercise*, 43(7), 1334-1359.
- Gibbs, M.A., Wolfson, A.B., Tayal, V.S. (2002). Electrolyte disturbances. In: Marx, J.A., Hockberger, R.S., Walls, R.M., Adams, J., Barkin, R.M., Barsan, W.G., Danzl, D.F., Gausche-Hill, M., Hamilton, G.C., Ling, L.J., Newton, E., eds. *Rosen's Emergency Medicine: Concepts and Clinical Practice*, 5th ed. St. Louis, MO: Mosby., 1724-1744.
- Gillespie, L. D., Robertson, M. C., Gillespie, W. J., Sherrington, C., Gates, S., Clemson, L. M., & Lamb, S. E. (2012). Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev*, 9(11).
- Gomez-Cabello, A., González-Agüero, A., Ara, I., Casajús, J. A., & Vicente-Rodríguez, G. (2013). Effects of a short-term whole body vibration intervention on lean mass in elderly people. *Nutr Hosp*, 28(4), 1255-1258.
- Gonzalez-Aguero, A., Matute-Llorente, Á., Gomez-Cabello, A., Casajús, J. A., & Vicente-Rodríguez, G. (2013). Effects of whole body vibration training on body composition in adolescents with Down syndrome. *Research in developmental disabilities*, 34(5), 1426-1433.

Exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica

- Goodpaster, B. H., Park, S. W., Harris, T. B., Kritchevsky, S. B., Nevitt, M., Schwartz, A. V., & Newman, A. B. (2006). The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 61(10), 1059-1064.
- Granacher, U., Muehlbaue, T., Zahner, L., Gollhofer, A., & Kressig, R. W. (2011). Comparison of traditional and recent approaches in the promotion of balance and strength in older adults. *Sports Medicine*, 41(5), 377-400.
- Grant, A. C. G., Gow, I. F., Zammit, V. A., & Shennan, D. B. (2000). Regulation of protein synthesis in lactating rat mammary tissue by cell volume. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*, 1475(1), 39-46.
- Greenleaf, J. E., Bernauer, E. M., Juhos, L. T., Young, H. L., Morse, J. T., & Staley, R. W. (1977). Effects of exercise on fluid exchange and body composition in man during 14-day bed rest. *Journal of Applied Physiology*, 43(1), 126-132.
- Gunga, H. C., Maillet, A., Kirsch, K., Röcker, L., Gharib, C., & Vaernes, R. (1993). Water and salt turnover. *Advances in space biology and medicine*, 3, 185-200.
- Gusi, N., Raimundo, A., & Leal, A. (2006). Low-frequency vibratory exercise reduces the risk of bone fracture more than walking: a randomized controlled trial. *BMC musculoskeletal disorders*, 7(1), 1.
- Haider, T., Casucci, G., Linser, T., Faulhaber, M., Gatterer, H., Ott, G., & Bernardi, L. (2009). Interval hypoxic training improves autonomic cardiovascular and respiratory control in patients with mild chronic obstructive pulmonary disease. *Journal of hypertension*, 27(8), 1648-1654.
- Hamad, N., & Travis, S. P. (2006). Weight loss at high altitude: pathophysiology and practical implications. *European journal of gastroenterology & hepatology*, 18(1), 5-10.
- Harris, T. B., Visser, M., Everhart, J., Cauley, J., Tylavsky, F., Fuerst, T., & Nevitt, M. (2000). Waist circumference and sagittal diameter reflect total body fat better than visceral fat in older men and women: the Health, Aging and Body Composition Study. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 904(1), 462-473.

Exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica

- Harris, A. L. (2002). Hypoxia—a key regulatory factor in tumour growth. *Nature Reviews Cancer*, 2(1), 38-47.
- Hashiguchi, N., Takeda, A., Yasuyama, Y., Chishaki, A., & Tochiara, Y. (2013). Effects of 6-h exposure to low relative humidity and low air pressure on body fluid loss and blood viscosity. *Indoor air*, 23(5), 430-436.
- Haufe, S., Wiesner, S., Engeli, S., Luft, F. C., & Jordan, J. (2008). Influences of normobaric hypoxia training on metabolic risk markers in human subjects. *Medicine and science in sports and exercise*, 40(11), 1939-1944.
- Haussinger, D., Gerok, W., Roth, E., & Lang, F. (1993). Cellular hydration state: an important determinant of protein catabolism in health and disease. *The Lancet*, 341(8856), 1330-1332.
- Haussinger, D., Lang, F., & Gerok, W. (1994). Regulation of cell function by the cellular hydration state. *American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism*, 267(3), E343-E355.
- Houston, D. K., Nicklas, B. J., & Zizza, C. A. (2009). Weighty concerns: the growing prevalence of obesity among older adults. *Journal of the American Dietetic Association*, 109(11), 1886-1895.
- Hoyt, R. W., & Honig, A. (1996). ENVIRONMENTAL INFLUENCES ON BODY FLUID BALANCE DURING. *Body Fluid Balance: Exercise and Sport*, 9, 183.
- Hughes, V. A., Frontera, W. R., Roubenoff, R., Evans, W. J., & Singh, M. A. F. (2002). Longitudinal changes in body composition in older men and women: role of body weight change and physical activity. *The American journal of clinical nutrition*, 76(2), 473-481.
- Hughes, V. A., Roubenoff, R., Wood, M., Frontera, W. R., Evans, W. J., & Singh, M. A. F. (2004). Anthropometric assessment of 10-y changes in body composition in the elderly. *The American journal of clinical nutrition*, 80(2), 475-482.
- Jensen, L., Bangsbo, J., & Hellsten, Y. (2004). Effect of high intensity training on capillarization and presence of angiogenic factors in human skeletal muscle. *The Journal of physiology*, 557(2), 571-582.

Exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica

- Johnell, O., & Kanis, J. A. (2006). An estimate of the worldwide prevalence and disability associated with osteoporotic fractures. *Osteoporosis international*, 17(12), 1726-1733.
- Jones, J., Duffy, M., Coull, Y., & Wilkinson, H. (2009). Older people living in the community-nutritional needs, barriers and interventions: a literature review. (accessed on 23 March 2015)
- Joshiyura, K., Muñoz-Torres, F., Vergara, J., Palacios, C., & Pérez, C. M. (2016). Neck Circumference May Be a Better Alternative to Standard Anthropometric Measures. *Journal of diabetes research*, 2016.
- Laird, R. D., Studenski, S., Perera, S., & Wallace, D. (2001). Fall history is an independent predictor of adverse health outcomes and utilization in the elderly. *The American journal of managed care*, 7(12), 1133-1138.
- Lam, F. M., Lau, R. W., Chung, R. C., & Pang, M. Y. (2012). The effect of whole body vibration on balance, mobility and falls in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Maturitas*, 72(3), 206-213.
- Laufs, U., Werner, N., Link, A., Endres, M., Wassmann, S., Jürgens, K., & Nickenig, G. (2004). Physical training increases endothelial progenitor cells, inhibits neointima formation, and enhances angiogenesis. *Circulation*, 109(2), 220-226.
- Lavizzo-Mourey, R. J. (1987). Dehydration in the elderly: a short review. *Journal of the National Medical Association*, 79(10), 1033.
- Levine, B. D., Kubo, K. E. I. S. H. I., Kobayashi, T. O. S. H. I. O., Fukushima, M. A. S. A. O., Shibamoto, T. O. S. H. I. S. H. I. G. E., & Ueda, G. (1988). Role of barometric pressure in pulmonary fluid balance and oxygen transport. *Journal of applied physiology*, 64(1), 419-428.
- Levine, B. D., & Zuckerman, J. H. (1997). Effect of High-Altitude Exposure in the Elderly The Tenth Mountain Division Study. *Circulation*, 96(4), 1224-1232.
- Linnan L.A., Marcus B. (2001). Worksite-based physical activity programs and older adults: Current status and priorities for the future, *Journal of Aging and Physical Activity* Suppl.9, 59-70

Exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica

- Lipl, F. J., Neubauer, S., Schipfer, S., Lichter, N., Tufman, A., Otto, B., & Fischer, R. (2010). Hypobaric hypoxia causes body weight reduction in obese subjects. *Obesity*, 18(4), 675-681
- Little, R. M., Paterson, D. H., Humphreys, D. A., & Stathokostas, L. (2013). A 12-month incidence of exercise-related injuries in previously sedentary community-dwelling older adults following an exercise intervention. *BMJ open*, 3(6), e002831.
- Loeppky, J. A., Icenogle, M., Scotto, P., Robergs, R., Hinghofer-Szalkay, H., & Roach, R. C. (1997). Ventilation during simulated altitude, normobaric hypoxia and normoxic hypobaria. *Respiration physiology*, 107(3), 231-239.
- Loeppky, J. A., Roach, R. C., Maes, D., Hinghofer-Szalkay, H., Roessler, A., Gates, L., & Icenogle, M. V. (2005). Role of hypobaria in fluid balance response to hypoxia. *High Altitude Medicine & Biology*, 6(1), 60-71.
- Lundby, C., Calbet, J. A., & Robach, P. (2009). The response of human skeletal muscle tissue to hypoxia. *Cellular and molecular life sciences*, 66(22), 3615-3623.
- Kalache, A., Aboderin, I., & Hoskins, I. (2002). Compression of morbidity and active ageing: key priorities for public health policy in the 21st century. *Bulletin of the World Health Organization*, 80(3), 243-244.
- Kayser, B., & Verges, S. (2013). Hypoxia, energy balance and obesity: from pathophysiological mechanisms to new treatment strategies. *Obesity reviews*, 14(7), 579-592.
- Kositzke, J. A. (1990). A Question of Balance Dehydration in the Elderly. *Journal of gerontological nursing*, 16(5), 4-9.
- Krishnan, V., Bryant, H. U., & MacDougald, O. A. (2006). Regulation of bone mass by Wnt signaling. *The Journal of clinical investigation*, 116(5), 1202-1209.
- Kujanik, S., Snincak, M., Vokal, J., Podracký, J., & Koval, J. (1999). Periodicity of arrhythmias in healthy elderly men at the moderate altitude. *Physiological research/Academia Scientiarum Bohemoslovaca*, 49(2), 285-287.
- Kuk, J. L., Saunders, T. J., Davidson, L. E., & Ross, R. (2009). Age-related changes in total and regional fat distribution. *Ageing research reviews*, 8(4), 339-348.

Exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica

- Kyle, U. G., Genton, L., Hans, D., Karsegard, L., Slosman, D. O., & Pichard, C. (2001). Original Communications-Age-related differences in fat-free mass, skeletal muscle, body cell mass and fat mass between 18 and 94 years. *European journal of clinical nutrition*, 55(8), 663-672.
- Kyle, U. G., Bosaeus, I., De Lorenzo, A. D., Deurenberg, P., Elia, M., Gómez, J. M., ... & Scharfetter, H. (2004). Bioelectrical impedance analysis—part II: utilization in clinical practice. *Clinical nutrition*, 23(6), 1430-1453.
- Madsen, O. R., Sørensen, O. H., & Egsmose, C. (2002). Bone quality and bone mass as assessed by quantitative ultrasound and dual energy x ray absorptiometry in women with rheumatoid arthritis: relationship with quadriceps strength. *Annals of the rheumatic diseases*, 61(4), 325-329.
- Maffei, M., Halaas, J., Ravussin, E., Pratley, R. E., Lee, G. H., Zhang, Y., ... & Kern, P. A. (1995). Leptin levels in human and rodent: measurement of plasma leptin and ob RNA in obese and weight-reduced subjects. *Nature medicine*, 1(11), 1155-1161.
- Marcell, T. J. (2003). Review article: sarcopenia: causes, consequences, and preventions. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 58(10), M911-M916.
- Mathers, C. D., Stevens, G. A., Boerma, T., White, R. A., & Tobias, M. I. (2015). Causes of international increases in older age life expectancy. *The Lancet*, 385(9967), 540-548.
- Menuki, K., Mori, T., Sakai, A., Sakuma, M., Okimoto, N., Shimizu, Y., & Nakamura, T. (2008). Climbing exercise enhances osteoblast differentiation and inhibits adipogenic differentiation with high expression of PTH/PTHrP receptor in bone marrow cells. *Bone*, 43(3), 613-620.
- Mester, J., Kleinöder, H., & Yue, Z. (2006). Vibration training: benefits and risks. *Journal of biomechanics*, 39(6), 1056-1065.
- Milanese, C., Piscitelli, F., Simoni, C., Pugliarello, R., & Zancanaro, C. (2012). Effects of whole-body vibration with or without localized radiofrequency on anthropometry, body composition, and motor performance in young nonobese women. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 18(1), 69-75.

Exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica

- Millet, G. P., Faiss, R., & Pialoux, V. (2012). Point: Counterpoint: Hypobaric hypoxia induces/does not induce different responses from normobaric hypoxia. *Journal of Applied Physiology*, 112(10), 1783-1784.
- Millet, G. P., Debevec, T., Brocherie, F., Malatesta, D., & Girard, O. (2016). Therapeutic Use of Exercising in Hypoxia: Promises and Limitations. *Frontiers in Physiology*, 7.
- Mikhael, M., Orr, R., Amsen, F., Greene, D., & Singh, M. A. F. (2010). Effect of standing posture during whole body vibration training on muscle morphology and function in older adults: a randomised controlled trial. *BMC geriatrics*, 10(1), 1.
- Mikhael, M., Orr, R., & Singh, M. A. F. (2010). The effect of whole body vibration exposure on muscle or bone morphology and function in older adults: a systematic review of the literature. *Maturitas*, 66(2), 150-157.
- Morishima, T., Kurihara, T., Hamaoka, T., & Goto, K. (2014). Whole body, regional fat accumulation, and appetite-related hormonal response after hypoxic training. *Clinical physiology and functional imaging*, 34(2), 90-97.
- Must, A., Spadano, J., Coakley, E. H., Field, A. E., Colditz, G., & Dietz, W. H. (1999). The disease burden associated with overweight and obesity. *Jama*, 282(16), 1523-1529.
- Naitoh, M., & Burrell, L. M. (1997). Thirst in elderly subjects. *The journal of nutrition, health & aging*, 2(3), 172-177.
- Negrão, A.B.; Licinio, J. (2000). Leptina: Diálogo entre Adipócitos e Neuróneos. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia*. Vol.44
- Nespoulet, H., Wuyam, B., Tamisier, R., Saunier, C., Monneret, D., Remy, J., & Lévy, P. (2012). Altitude illness is related to low hypoxic chemoresponse and low oxygenation during sleep. *European Respiratory Journal*, 40(3), 673-680.
- Newburgh, L. H., Johnston, M. W., & Falcon-Lesses, M. (1930). Measurement of total water exchange. *Journal of Clinical Investigation*, 8(2), 161.

Exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica

- Niermeyer, S., Zamudio, S., Moore, L.G. (2001). The people. In: Hornbein TF, Schoene RB (eds) High altitude, an exploration of human adaptation. Marcel Dekker, New York, pp 43–100
- NIH, N., National Heart, Lung, and Blood Institute, & North American Association for the Study of Obesity. (2000). The Practical Guide Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight and Obesity in Adults.". NIH Publication Number DO-4084, 35-38.
- NHLBI Obesity Education Initiative. (2000). The practical guide: identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults. US National Institutes of Health.
- Nishiwaki, M., Kawakami, R., Saito, K., Tamaki, H., Takekura, H., & Ogita, F. (2011). Vascular adaptations to hypobaric hypoxic training in postmenopausal women. *The Journal of Physiological Sciences*, 61(2), 83-91.
- Oeppen, J., & Vaupel, J. W. (2002). Broken limits to life expectancy. *Science*, 296(5570), 1029-1031.
- .O’Keefe, K., Orr, R., Huang, P., Selvadurai, H., Cooper, P., Munns, C. F., & Singh, M. A. F. (2013). The effect of whole body vibration exposure on muscle function in children with cystic fibrosis: a pilot efficacy trial. *Journal of clinical medicine research*, 5(3), 205.
- Orr, R., De Vos, N. J., Singh, N. A., Ross, D. A., Stavrinou, T. M., & Fiatarone-Singh, M. A. (2006). Power training improves balance in healthy older adults. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 61(1), 78-85.
- Orr, R. (2015). The effect of whole body vibration exposure on balance and functional mobility in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Maturitas*, 80(4), 342-358.
- Palmieri-Smith, R. M., Thomas, A. C., Karvonen-Gutierrez, C., & Sowers, M. F. (2010). Isometric quadriceps strength in women with mild, moderate, and severe knee osteoarthritis. *American journal of physical medicine & rehabilitation/Association of Academic Physiatrists*, 89(7), 541.

Exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica

- Pang, M. Y., & Eng, J. J. (2005). Muscle strength is a determinant of bone mineral content in the hemiparetic upper extremity: implications for stroke rehabilitation. *Bone*, 37(1), 103-111.
- Park, S. Y., Son, W. M., & Kwon, O. S. (2015). Effects of whole body vibration training on body composition, skeletal muscle strength, and cardiovascular health. *Journal of exercise rehabilitation*, 11(6), 289.
- Pereira, D. C. R., Araújo, M. F. M. D., Freitas, R. W. J. F. D., Teixeira, C. R. D. S., Zanetti, M. L., & Damasceno, M. M. C. (2014). Neck circumference as a potential marker of metabolic syndrome among college students. *Revista latino-americana de enfermagem*, 22(6), 973-979.
- Phillips, P. A., Rolls, B. J., Ledingham, J. G., Forsling, M. L., Morton, J. J., Crowe, M. J., & Wollner, L. (1984). Reduced thirst after water deprivation in healthy elderly men. *New England Journal of Medicine*, 311(12), 753-759.
- Pi-Sunyer, F. X. (2002). The obesity epidemic: pathophysiology and consequences of obesity. *Obesity research*, 10(S12), 97S-104S.
- Preis, S. R., Massaro, J. M., Hoffmann, U., D'Agostino Sr, R. B., Levy, D., Robins, S. J. & Fox, C. S. (2010). Neck circumference as a novel measure of cardiometabolic risk: the Framingham Heart study. *The journal of clinical endocrinology & metabolism*, 95(8), 3701-3710.
- Prior, B. M., Yang, H. T., & Terjung, R. L. (2004). What makes vessels grow with exercise training?. *Journal of Applied Physiology*, 97(3), 1119-1128.
- Prince, M. J., Wu, F., Guo, Y., Robledo, L. M. G., O'Donnell, M., Sullivan, R., & Yusuf, S. (2015). The burden of disease in older people and implications for health policy and practice. *The Lancet*, 385(9967), 549-562.
- Reginster, J. Y. (2011). Antifracture efficacy of currently available therapies for postmenopausal osteoporosis. *Drugs*, 71(1), 65-78.
- Ribeiro, A. S., Avelar, A., Schoenfeld, B. J., Ritti Dias, R. M., Altimari, L. R., & Cyrino, E. S. (2014). Resistance training promotes increase in intracellular hydration in men and women. *European journal of sport science*, 14(6), 578-585.

Exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica

- Richardson, R. S., Noyszewski, E. A., Kendrick, K. F., Leigh, J. S., & Wagner, P. D. (1995). Myoglobin O₂ desaturation during exercise. Evidence of limited O₂ transport. *Journal of Clinical Investigation*, 96(4), 1916.
- Roach, R. C., Bartsch, P., Hackett, P. H., & Oelz, O. (1993). The Lake Louise acute mountain sickness scoring system. *Hypoxia and molecular medicine*, 272, 4.
- Roberts, S. B., & Dallal, G. E. (2005). Energy requirements and aging. *Public health nutrition*, 8(7a), 1028-1036.
- Roelants, M., Delecluse, C., Goris, M., & Verschueren, S. (2004). Effects of 24 weeks of whole body vibration training on body composition and muscle strength in untrained females. *International journal of sports medicine*, 25(01), 1-5.
- Rogan, S., Hilfiker, R., Herren, K., Radlinger, L., & de Bruin, E. D. (2011). Effects of whole-body vibration on postural control in elderly: a systematic review and meta-analysis. *BMC geriatrics*, 11(1), 1.
- Rolland, Y., Lauwers-Cances, V., Cristini, C., van Kan, G. A., Janssen, I., Morley, J. E., & Vellas, B. (2009). Difficulties with physical function associated with obesity, sarcopenia, and sarcopenic-obesity in community-dwelling elderly women: the EPIDOS (EPIDemiologie de l'OSteoporose) Study. *The American journal of clinical nutrition*, 89(6), 1895-1900.
- Romero-Corral, A., Somers, V. K., Sierra-Johnson, J., Thomas, R. J., Collazo-Clavell, M. L., Korinek, J. & Lopez-Jimenez, F. (2008). Accuracy of body mass index in diagnosing obesity in the adult general population. *International journal of obesity*, 32(6), 959-966.
- Rubenstein, L. Z. (2006). Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention. *Age and ageing*, 35(suppl 2), ii37-ii41.
- Rubin, C. T., Capilla, E., Luu, Y. K., Busa, B., Crawford, H., Nolan, D. J., & Judex, S. (2007). Adipogenesis is inhibited by brief, daily exposure to high-frequency, extremely low-magnitude mechanical signals. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(45), 17879-17884.
- Russo, C. R., Lauretani, F., Bandinelli, S., Bartali, B., Cavazzini, C., Guralnik, J. M., & Ferrucci, L. (2003). High-frequency vibration training increases muscle power in

Exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica

postmenopausal women 1, 2. Archives of physical medicine and rehabilitation, 84(12), 1854-1857.

Santosa, S., & Jensen, M. D. (2008). Why are we shaped differently, and why does it matter?. American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism, 295(3), E531-E535.

Santos-Filho, S. D., Cameron, M. H., & Bernardo-Filho, M. (2012). Benefits of whole-body vibration with an oscillating platform for people with multiple sclerosis: a systematic review. Multiple sclerosis international, 2012.

Savourey, G., Launay, J. C., Besnard, Y., Guinet, A., & Travers, S. (2003). Normo-and hypobaric hypoxia: are there any physiological differences?. European journal of applied physiology, 89(2), 122-126.

Sawka, M. N., Convertino, V. A., Eichner, E. R., Schnieder, S. M., & Young, A. J. (2000). Blood Volume: Importance and Adaptations to Exercise Training, Environmental Stresses and Trauma Sickness. ARMY INST OF SURGICAL RESEARCH FORT SAM HOUSTON TX.

Schobersberger, W., Schmid, P., Lechleitner, M., von Duvillard, S. P., Hortnagl, H., Gunga, H. C. & Pokan, R. (2003). Austrian Moderate Altitude Study 2000 (AMAS 2000). The effects of moderate altitude (1,700 m) on cardiovascular and metabolic variables in patients with metabolic syndrome. European journal of applied physiology, 88(6), 506-514.

Schoeller, D. A. (1989). Changes in total body water with age. The American journal of clinical nutrition, 50(5), 1176-1181.

Schoeller, D.A., Hydrometry S.B. Heymsfield, T.G. Lohman, Z. Wang, S.B. Going (Eds.). (2005). Human body composition, Human Kinetics, Champaign, pp. 35–49

Schoenfeld, B. J. (2010). The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. The Journal of Strength & Conditioning Research, 24(10), 2857-2872.

Schoenfeld, B. J. (2012). Does exercise-induced muscle damage play a role in skeletal muscle hypertrophy?. The Journal of Strength & Conditioning Research, 26(5), 1441-1453.

Exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica

- Schoenfeld, B. J. (2013). Potential mechanisms for a role of metabolic stress in hypertrophic adaptations to resistance training. *Sports medicine*, 43(3), 179-194.
- Sen, B., Xie, Z., Case, N., Styner, M., Rubin, C. T., & Rubin, J. (2011). Mechanical signal influence on mesenchymal stem cell fate is enhanced by incorporation of refractory periods into the loading regimen. *Journal of biomechanics*, 44(4), 593-599.
- Seymour, D. G., Henschke, P. J., Cape, R. D. T., & Campbell, A. J. (1980). Acute confusional states and dementia in the elderly: the role of dehydration/volume depletion, physical illness and age. *Age and ageing*, 9(3), 137-146.
- Sharififar, S., Coronado, R. A., Romero, S., Azari, H., & Thigpen, M. (2014). The effects of whole body vibration on mobility and balance in Parkinson disease: a systematic review. *Iranian journal of medical sciences*, 39(4), 318-326.
- Shi, B., Watanabe, T., Shin, S., Yabumoto, T., Takemura, M., & Matsuoka, T. (2014). Effect of hypoxic training on inflammatory and metabolic risk factors: a crossover study in healthy subjects. *Physiological reports*, 2(1), e 00198
- Shukla V, Singh S.N., Vats P., Vasudha Shukla, Som N., Singh, Praveen Cubas, Vijay K., Singh, Shashi B., Singh, & Banerjee, P.K. (2005). Ghrelin and leptin levels of sojourners and acclimatized lowlanders at high altitude. *Neuroscience Nutricional Vol. 8, Iss. 3,2005*
- Silva, A. M., Fields, D. A., Heymsfield, S. B., & Sardinha, L. B. (2010). Body composition and power changes in elite judo athletes. *International journal of sports medicine*, 31(10), 737-741.
- Silva, A. M., Matias, C. N., Santos, D. A., Rocha, P. M., Minderico, C. S., & Sardinha, L. B. (2014). Increases in intracellular water explain strength and power improvements over a season. *International journal of sports medicine*, 35(13), 1101-1105.
- Silva, A. M., Fields, D. A., Heymsfield, S. B., & Sardinha, L. B. (2011). Relationship between changes in total-body water and fluid distribution with maximal forearm strength in elite judo athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(9), 2488-2495.

Exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica

- Sitjà-Rabert, M., Rigau, D., Fort Vanmeerghaeghe, A., Romero-Rodríguez, D., Bonastre Subirana, M., & Bonfill, X. (2012). Efficacy of whole body vibration exercise in older people: a systematic review. *Disability and rehabilitation*, 34(11), 883-893.
- Society, A. G., Society, G., Prevention, O. F., & Panel, O. S. (2001). Guideline for the prevention of falls in older persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 49(5), 664-672.
- Sommerfeld, D. K., Eek, E. U. B., Svensson, A. K., Holmqvist, L. W., & von Arbin, M. H. (2004). Spasticity after stroke its occurrence and association with motor impairments and activity limitations. *Stroke*, 35(1), 134-139.
- Sorkin, J. D., Muller, D. C., & Andres, R. (1999). Longitudinal change in height of men and women: implications for interpretation of the body mass index: the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *American journal of epidemiology*, 150(9), 969-977.
- Sosnoff, J. J., Shin, S., & Motl, R. W. (2010). Multiple sclerosis and postural control: the role of spasticity. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 91(1), 93-99.
- Sousa, N., Mendes, R., Monteiro, G., & Abrantes, C. (2014). Progressive resistance strength training and the related injuries in older adults: the susceptibility of the shoulder. *Aging clinical and experimental research*, 26(3), 235-240.
- Stabe, C., Vasques, A. C. J., Lima, M. M. O., Tambascia, M. A., Pareja, J. C., Yamanaka, A., & Geloneze, B. (2013). Neck circumference as a simple tool for identifying the metabolic syndrome and insulin resistance: results from the Brazilian Metabolic Syndrome Study. *Clinical endocrinology*, 78(6), 874-881.
- Stewart A.L. (2001). Community-based physical activity programs for adults age 50 and older, *Journal of Aging and Physical Activity Suppl 9*, 71-91.
- Stenholm, S., Harris, T. B., Rantanen, T., Visser, M., Kritchevsky, S. B., & Ferrucci, L. (2008). Sarcopenic obesity-definition, etiology and consequences. *Current opinion in clinical nutrition and metabolic care*, 11(6), 693.
- Stenholm, S., Alley, D., Bandinelli, S., Griswold, M. E., Koskinen, S., Rantanen, T. & Ferrucci, L. (2009). The effect of obesity combined with low muscle strength on decline in mobility in older persons: results from the InCHIANTI study. *International Journal of Obesity*, 33(6), 635-644.

Exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica

- Stout, N. R., Kenny, R. A., & Baylis, P. H. (1999). A review of water balance in ageing in health and disease. *Gerontology*, 45(2), 61-66.
- Strawbridge, W. J., Wallhagen, M. I., & Cohen, R. D. (2002). Successful aging and well-being self-rated compared with Rowe and Kahn. *The Gerontologist*, 42(6), 727-733.
- Suhr, F., Brixius, K., de Marées, M., Bölck, B., Kleinöder, H., Achtzehn, S., & Mester, J. (2007). Effects of short-term vibration and hypoxia during high-intensity cycling exercise on circulating levels of angiogenic regulators in humans. *Journal of applied physiology*, 103(2), 474-483.
- Tarnopolsky, M. A. (2008). Sex differences in exercise metabolism and the role of 17-beta estradiol. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40(4), 648-654
- Tankisheva, E., Bogaerts, A., Boonen, S., Feys, H., & Verschueren, S. (2014). Effects of intensive whole-body vibration training on muscle strength and balance in adults with chronic stroke: a randomized controlled pilot study. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 95(3), 439-446.
- Tromp, A. M., Pluijm, S. M. F., Smit, J. H., Deeg, D. J. H., Bouter, L. M., & Lips, P. T. A. M. (2001). Fall-risk screening test: a prospective study on predictors for falls in community-dwelling elderly. *Journal of clinical epidemiology*, 54(8), 837-844.
- Tschop, M., Strasburger, C. J., Hartmann, G., Biollaz, J., & Bärtsch, P. (1998). Raised leptin concentrations at high altitude associated with loss of appetite. *The Lancet*, 352(9134), 1119-1120.
- Tucker, A., Reeves, J. T., Robertshaw, D., & Grover, R. F. (1983). Cardiopulmonary response to acute altitude exposure: water loading and denitrogenation. *Respiration physiology*, 54(3), 363-380.
- Turbanski, S., Haas, C. T., Schmidtbleicher, D., Friedrich, A., & Duisberg, P. (2005). Effects of random whole-body vibration on postural control in Parkinson's disease. *Research in Sports Medicine*, 13(3), 243-256.
- United Nations. (2013). *World Population Aging Report*. (accessed on 27 July 2015). Available online <http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/ageing/WorldPopulationAgeing2013.pdf>

Exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica

- United Nations Department of Economic and Social Affairs. (2007). World Economic and Social Survey 2007: Development in an ageing world. New York:UNDESA.
- United Nations. (2015). World population prospects: The 2015 revision, key findings and advance tables. Working Paper No. ESA/P/WP.241 New York: UN DESA
- Urdampilleta, A., González-Muniesa, P., Portillo, M. P., & Martínez, J. A. (2012). Usefulness of combining intermittent hypoxia and physical exercise in the treatment of obesity. *Journal of physiology and biochemistry*, 68(2), 289-304.
- Uusi-Rasi, K., Sievänen, H., Pasanen, M., Oja, P., & Vuori, I. (2001). Maintenance of body weight, physical activity and calcium intake helps preserve bone mass in elderly women. *Osteoporosis international*, 12(5), 373-379.
- U.S. Surgeon General's Report. (1996). Physical Activity and Health. United States Department of Health and Human Service, Washington D.C.
- Valencia-Flores, M., Rebollar, V., Santiago, V., Orea, A., Rodriguez, C., Resendiz, M., & Garcia-Ramos, G. (2004). Prevalence of pulmonary hypertension and its association with respiratory disturbances in obese patients living at moderately high altitude. *International journal of obesity*, 28(9), 1174-1180.
- Vats, P., Singh, S. N., Shyam, R., Singh, V. K., Singh, S. B., Banerjee, P. K., & Selvamurthy, W. (2004). Leptin may not be responsible for high altitude anorexia. *High altitude medicine & biology*, 5(1), 90-92.
- Voss, J. D., Allison, D. B., Webber, B. J., Otto, J. L., & Clark, L. L. (2014). Lower obesity rate during residence at high altitude among a military population with frequent migration: a quasi experimental model for investigating spatial causation. *PloS one*, 9(4), e93493.
- Walker, A. (2010). The emergence and application of active aging in Europe. In *Soziale lebenslaufpolitik* (pp. 585-601). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Wang, J. S., Chen, L. Y., Fu, L. L., Chen, M. L., & Wong, M. K. (2007). Effects of moderate and severe intermittent hypoxia on vascular endothelial function and haemodynamic control in sedentary men. *European journal of applied physiology*, 100(2), 127-135.
- Wardlaw, G.M., Kessel, M.W. (2002). Perspectives in nutrition. 5th. Boston, MA: McGraw-Hill; 2002

Exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica

- Waterhouse, B. R., & Farmery, A. D. (2012). The organization and composition of body fluids. *Anaesthesia & Intensive Care Medicine*, 13(12), 603-608.
- Wenger, R. H. (2000). Mammalian oxygen sensing, signalling and gene regulation. *Journal of Experimental Biology*, 203(8), 1253-1263.
- Westerterp, K. R. (2001). Energy and water balance at high altitude. *Physiology*, 16(3), 134-137.
- Wiesner, S., Haufe, S., Engeli, S., Mutschler, H., Haas, U., Luft, F. C., & Jordan, J. (2010). Influences of normobaric hypoxia training on physical fitness and metabolic risk markers in overweight to obese subjects. *Obesity*, 18(1), 116-120.
- Woolcott, O. O., Castillo, O. A., Torres, J., Damas, L., & Florentini, E. (2002). Serum leptin levels in dwellers from high altitude lands. *High altitude medicine & biology*, 3(2), 245-246.
- World Health Organization. (1997). Preventing and managing the global epidemic of obesity: Report of the World Health Organization Consultation of Obesity WHO: Geneva June 1997
- World Health Organization. (2015a). Global health observatory data repository. Retrieved June 10, 2015
- Wust, R. C., & Degens, H. (2007). Factors contributing to muscle wasting and dysfunction in COPD patients. *International Journal Obstructive Pulmonary Disease*. 2 (3), 289-300.
- Yingzhong, Y., Droma, Y., Rili, G., & Kubo, K. (2006). Regulation of body weight by leptin, with special reference to hypoxia-induced regulation. *Internal medicine*, 45(16), 941-946.
- Yokozawa, K., Torikoshi, S., Nagano, J., Ito, K., & Suzuki, Y. (1993). Water intake and urinary volume during 20 days bed-rest in young woman. *The Physiologist*, 36(1 Suppl), S123-4.
- Yue, Z., & Mester, J. (2003). Hydrodynamic analysis for the effects of whole-body vibration on blood circulation. In E. Miller, H. Schwameder, & G. Zallinger (Eds.), *Proceedings of Eighth Annual Congress of European College of Sport Science*, Salzburg (p. 377).

Exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica

- Yue, Z., & Mester, J. (2007). On the Cardiovascular Effects of Whole-Body Vibration Part I. Longitudinal Effects: Hydrodynamic Analysis. *Studies in applied mathematics*, 119(2), 95-109.
- Zaccaria, M., Ermolao, A., Bonvicini, P., Travain, G., & Varnier, M. (2004). Decreased serum leptin levels during prolonged high altitude exposure. *European journal of applied physiology*, 92(3), 249-253.
- Zamboni, M., Mazzali, G., Zoico, E., Harris, T. B., Meigs, J. B., Di Francesco, V., & Bosello, O. (2005). Health consequences of obesity in the elderly: a review of four unresolved questions. *International journal of obesity*, 29(9), 1011-1029.
- Zamboni, M., Mazzali, G., Fantin, F., Rossi, A., & Di Francesco, V. (2008). Sarcopenic obesity: a new category of obesity in the elderly. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 18(5), 388-395.

Anexos

Anexo 1 – CONSENTIMENTO INFORMADO

CONSENTIMENTO INFORMADO

Por favor, leia com atenção a seguinte informação. Se achar que algo está incorreto ou não está claro, não hesite em solicitar mais informações. Se concorda com a proposta que lhe foi feita, queira por favor assinar este documento.

Título do estudo: Efeitos do exercício vibratório corporal em hipoxia normobárica sobre a composição corporal e fluidos corporais em pessoas idosas avaliadas por Absortometria de raio x de dupla energia e por Bioimpedância

O estudo contará com supervisão do Dr. Armando Raimundo e do Dr. Pablo Carús, investigadores e docentes do Departamento de Desporto e Saúde da Universidade de Évora.

O presente estudo visa Investigar as associações diretas e indiretas de um programa de exercício vibratório corporal na composição corporal e na distribuição total de água, distribuição de água intracelular e extracelular em ambiente de hipóxia normobárica em pessoas idosas, combinando o exercício vibratório realizado numa plataforma vibratória e hipóxia (redução do teor de oxigénio presente no ar) normobárica. Este estudo será um estudo controlado e aleatório com a duração de 6 meses.

As principais variáveis a estudar serão na composição corporal, a percentagem de gordura corporal, massa gorda e massa magra (através de Absortometria de raio X de dupla energia). A altura e o peso serão avaliados mediante processos standard. Distribuição de água, esta variável vai ser avaliada através da Tanita MC-780 MA Bio Lógica Tecnologia Médica SL e serão avaliadas a água corporal total, percentagem de água intracelular e percentagem de água extracelular. As sessões serão realizadas no pavilhão Gimnodesportivo da Universidade de Évora (situado no bairro de N^o Senhora da Saúde), duas vezes por semana e com uma duração de aproximadamente 20 a 30 min por sessão.

Os critérios de inclusão são os seguintes: Homens e Mulheres de 65 anos ou mais, que não tenham participado em nenhum projeto ou intervenção baseada em atividade física nos últimos 6 meses; capacidade para acompanhar o protocolo, sem doenças ósseas ou consumo de fármacos que possam afetar o metabolismo ósseo, que tenham uma ingestão diária de cálcio na ordem dos 1200-2000 mg/dia; não fumador, não consumir mais de 4 bebidas alcoólicas por semana.

Os critérios de exclusão são os seguintes: pessoas que tenham cancro ou tenham padecido de cancro, doenças neuromusculares, neurodegenerativas ou deficiências físicas, problemas cardíacos tais como insuficiência cardíaca ou arritmias, diabetes, epilepsia, cálculos biliares, pedras nos rins, episódios de AVC e Próteses no aparelho locomotor.

A participação neste estudo é de carácter voluntário e gratuito.

É de seu livre direito desistir a qualquer momento e sem qualquer prejuízo.

Referir também que os seus dados e informações pessoais serão tratados de forma confidencial, sendo a sua identidade ocultada.

Agradeço desde já a sua disponibilidade!

Assinatura:

Declaro ter lido e compreendido este documento, bem como as informações verbais que me foram fornecidas pela pessoa que acima assina. Foram respondidas todas as minhas questões de forma satisfatória. Foi-me garantida a possibilidade de, em qualquer altura, recusar participar neste estudo sem qualquer tipo de consequências. Desta forma, aceito participar neste estudo e permito a utilização dos dados que de forma voluntária forneço, confiando em que apenas serão utilizados para esta investigação e nas garantias de confidencialidade e anonimato que me são dadas pelo investigador.

Nome: _____

Assinatura: _____

Data: ____/____/____

**ESTE DOCUMENTO É COMPOSTO DE 1 PÁGINA E É FEITO EM DUPLICADO:
UMA VIA PARA O INVESTIGADOR, OUTRA PARA A PESSOA QUE CONSENTE.**