

**Influência de um treinamento de força no equilíbrio postural,  
força muscular e composição corporal de idosos**  
*Influence of strength training on balance, muscular strength and  
body composition in older adults*

Gabriel Ivan Pranke, Clarissa Stefani Teixeira, Angela Garcia Rossi e Carlos  
Bolli Mota

Resumo

A musculação é um exercício físico ligado ao trabalho de uma qualidade física fundamental para as atividades de vida diárias: a força muscular. Dentre essas atividades, uma tarefa de manutenção do equilíbrio também sofre influência da força muscular, principalmente a força dos músculos dos membros inferiores, responsáveis diretos pela recuperação das oscilações do centro de gravidade. Diante disso, o objetivo do estudo é verificar a influência de um treinamento de força no equilíbrio postural, força muscular e composição corporal de idosos. Cinco idosos com mais de 60 anos participaram do estudo. Para avaliação de força, foi utilizado teste de repetições máximas com carga submáxima. Para avaliação do equilíbrio, foi utilizada uma plataforma de força, com frequência de aquisição de 100Hz e tempo de coleta de 30 segundos, em tentativas com olhos abertos e com olhos fechados. O treinamento foi realizado durante 12 semanas na frequência semanal de duas vezes e trabalhou o corpo de forma global, evoluindo com a progressão de cargas e alteração de variáveis de intensidade e volume de acordo com um cronograma previsto para cada semana. Os resultados mostram a maioria dos indivíduos aumentaram ou mantiveram os níveis de força com o treinamento, bem como melhoraram os níveis de composição corporal. Porém, para equilíbrio não existiu um padrão de evolução em nenhuma das variáveis de equilíbrio e alguns indivíduos até pioraram seus escores em algumas variáveis, sugerindo que o tratamento não foi efetivo para melhora do equilíbrio dos idosos.

Abstract

Bodybuilding is a physical exercise closely linked to the work of a fundamental physical quality to daily living activities: the strength. Among the activities, even the simplest like a task of maintaining the balance, it's influenced by the strength, mainly the lower limbs strength, directly responsible to recovery the centre of gravity's sway. The purpose of this study is to asses the influence of strength training on older adults' balance. Five individuals more than sixty years old participated in this study. To asses strength was used repetitions maximum test with submaximal load. To asses balance was used a force platform, with frequency acquisition of 100Hz and 30 seconds of collection time, in opened eyes and closed eyes trials. Training was executed during 12 weeks in the frequency of twice weekly and works the body globally, evolving with the load progression and alteration of the intensity and volume variables in according with a schedule provided to each week. The results show that most individuals preserve or increase the strength levels with the training, as well as improve the body composition levels. However, to the balance there isn't an evolution standard in any balance variables and some individuals even worse

yours scores in some variables, suggesting that the training wasn't effective to improve elderly balance.

## **Introdução**

Boa parte da literatura exalta a existência da relação e da importância do exercício físico para a qualidade de vida na terceira idade (FIATARONE et al., 1990; CHANDLER et al., 1998; RANTANEN et al., 1998; MEULEMAN et al.; 2000; BROWN et al., 2000; TEIXEIRA et al. 2008). O processo de envelhecimento carrega consigo declínios fisiológicos, que envolvem perda de massa e força muscular (sarcopenia), degeneração de tecidos do sistema cardiopulmonar, degeneração do sistema vestibular, diminuição da acuidade visual, degeneração do sistema nervoso central entre outros (HAWK et al., 2006; DURAKOVIC e MISIGOJ-DURAKOVIC, 2006). Em relação à perda de massa e força muscular, ressalta-se a importância dessa qualidade física para as atividades de vida diárias (AVDs) dessa população, pois com essas alterações podem ocorrer mudanças do padrão de postura e marcha (BUCHNER et al., 1996), que podem influenciar no equilíbrio e no aumento do risco de quedas (TINETTI, WILLIAMS e MAYEWSKI, 1986; SACCO et al., 2008), sendo então o equilíbrio um fator a ser considerado quando se trabalha com essa população.

Segundo Hobeika (1999), 65% dos indivíduos de 60 anos ou mais possuem frequentemente sensações de tontura ou desequilíbrio, que podem resultar em quedas. As consequências das quedas podem ser hematomas, fraturas, perda de função e, até mesmo, a morte (COLLEDGE, 1999), sendo fundamental a prevenção. O equilíbrio corporal é definido como a manutenção de uma postura particular do corpo com um mínimo de oscilação (equilíbrio estático) ou a manutenção da postura durante o desempenho de uma habilidade motora que tenda a perturbar a orientação do corpo (equilíbrio dinâmico) (SILVEIRA et al., 2006). A base de sustentação do sistema de controle do equilíbrio se dá, basicamente, em três subsistemas: sistema visual, vestibular e somatossensorial (MOCHIZUKI e AMADIO, 2006), aliados ainda ao sistema neuromuscular, responsável pelas respostas adequadas do corpo às oscilações do centro de gravidade (HORAK e MACPHERSON, 1996).

Como as quedas são consequências da perda de equilíbrio, a prevenção ocorre com o tratamento dos sistemas que envolvem o controle do equilíbrio. Dentre os diferentes tipos de tratamento para prevenção de quedas a musculação ou treinamento resistido com pesos (TRP) merece destaque, pois oferece benefícios diretos para esse quesito (LATHAM et al., 2004). Estudos recentes indicam que um programa de exercícios de musculação pode exercer influência direta no equilíbrio corporal, uma vez que, as respostas efectoras dos músculos auxiliam para a manutenção do equilíbrio ao controlar o movimento existente nessa atividade (AVEIRO, 2006; BROWN et al. 2000; HESS e WOOLACOOT, 2005). Portanto, o treinamento do sistema neuromuscular, especialmente por meio do TRP, pode ser um forte aliado para a prevenção de quedas.

Nesse sentido, o objetivo desse estudo é avaliar a influência de um programa treinamento de força por meio do TRP no equilíbrio postural, na força muscular e na composição corporal de idosos.

## **Materiais e Métodos**

O grupo de estudo era composto inicialmente por 13 indivíduos idosos saudáveis, sedentários, de ambos os gêneros, que estavam aptos para realizar um programa de treinamento de força. Porém, somente cinco indivíduos concluíram o tratamento e puderam ser inclusos na pesquisa. Os fatores de exclusão do estudo foram: relatar tontura ou problemas vestibulares (nenhum indivíduo), possuir hipertensão ou diabetes (1), problemas osteomioarticulares nos membros inferiores (2), fazer outra atividade física simultânea (1), não ter realizado 80% das sessões de treinamento propostas (4) e possuir menos de 60 anos (nenhum). Os indivíduos assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aceitando participar do estudo, aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Santa Maria, sob protocolo nº 0084.0.243.000-09. A média de idade do grupo final foi de  $62,60 \pm 3,71$  anos, média de massa corporal de  $72,94 \pm 8,14$  kg e média de estatura de  $164,10 \pm 10,92$  cm. Os indivíduos 1 (I-1), 2 (I-2) e 3 (I-3) são do gênero masculino com idades de 65, 60 e 68 anos, respectivamente, enquanto que os indivíduos 4 (I-4) e 5 (I-5) são do gênero feminino, ambas com idade de 60 anos.

A massa e a estatura corporal foram medidas através de uma balança acoplada a um estadiômetro da marca *Welmy*, com resolução de 0,1 kg e 0,5 cm, respectivamente. Os valores de densidade corporal foram obtidos através da fórmula de Durnin e Womersley (1974), que utiliza valores das dobras cutâneas tricipital, bicipital, subescapular e suprailíaca. Essas dobras foram avaliadas por meio de um plicômetro científico *Cescorf*, com resolução de 0,1 mm no lado direito do corpo, seguindo os métodos propostos por Alvarez e Pavan (2003). Para conversão da densidade corporal em percentual de gordura corporal, utilizou-se a equação de Siri (1961).

Os dados de equilíbrio foram coletados por uma plataforma de força AMTI OR6-5 (*Advanced Mechanical Technologies, Inc.*), instrumento capaz de quantificar a posição do centro de força (COP), durante tentativas de 20 segundos a uma frequência de coleta de 100 Hz. As coordenadas x e y do COP em cada instante foram calculadas e as variáveis utilizadas no estudo foram definidas a partir de seu deslocamento. As variáveis foram: amplitude de deslocamento na direção ântero-posterior (COPap), amplitude de deslocamento na direção médio-lateral (COPml) e velocidade média de deslocamento (COPvel). Cada indivíduo realizou três tentativas de olhos abertos e três tentativas de olhos fechados, na posição bipodal, com membros superiores ao longo do corpo, pés distanciados na largura do quadril e olhar fixo em um ponto distante a aproximadamente 2m na altura dos olhos (nas condições de olhos abertos). A posição dos pés foi desenhada na primeira tentativa e as seguintes foram realizadas com o mesmo posicionamento, assim como os testes realizados após o tratamento. Todos os dados brutos fornecidos pela plataforma foram filtrados em um filtro passa-baixa *Butterworth* 4ª ordem, com frequência de corte de 10 Hz.

A força foi avaliada através da estimativa de uma repetição máxima (1-RM; valor máximo de carga que um indivíduo consegue realizar apenas uma repetição de um determinado exercício) por meio do teste de repetições máximas, descrito por Brzycki (1993) no qual o indivíduo utiliza uma carga submáxima e realiza o número máximo de repetições com essa carga sem perda técnica. Esse teste é mais apropriado para a faixa etária do estudo que o teste de 1-RM em função da intensidade submáxima utilizada. Os testes foram realizados após o término da segunda semana de treinamento, em função da

necessidade de adaptação prévia para realização dos testes, e ao final das 12 semanas de treinamento. Os exercícios utilizados nos testes de força foram: “Voador”, para grupamento muscular anterior do tronco; “Puxada alta”, para grupamento muscular posterior do tronco; “*Leg press*”, para grupamento muscular anterior da coxa; e “flexão do joelho – aparelho”, para grupamento muscular posterior da coxa. Os testes foram realizados sempre pelo mesmo avaliador em pré e pós-tratamento e para todos os indivíduos. Posteriormente, a carga e o número de repetições de cada exercício foram colocados na operação abaixo para estimar o valor do 1-RM.

$$1\text{-RM} = \text{Peso utilizado} \div (1.0278 - (0.0278 \times \text{n}^\circ \text{ de repetições}))$$

O tratamento realizado constituiu de exercícios resistidos com peso trabalhando o corpo de forma global, durante 12 semanas na frequência de duas vezes semanais, seguindo as características dispostas no Quadro 1.

Sem	Séries	Repet	Intensidade	Objetivo da semana
Avaliações pré-tratamento				
1	1	15	50% (estimada pela experiência)	Fase de adaptação
2	2	15	50% (estimada pela experiência)	Fase de adaptação
3	2	15	60% 1RM	Resistência Muscular Localizada
4	2	15	60% 1RM	Resistência Muscular Localizada
5	2	10	70% 1RM	Hipertrofia Muscular
6	2	10	70% 1RM	Hipertrofia Muscular
7	2	10	70% 1RM	Hipertrofia Muscular
8	2	10	70% 1RM	Hipertrofia Muscular
9	3	8	75% 1RM	Hipertrofia Muscular
10	3	8	75% 1RM	Hipertrofia Muscular
11	3	8	75% 1RM	Hipertrofia Muscular
12	3	8	75% 1RM	Hipertrofia Muscular

## Avaliações pós-tratamento

Quadro 1 – Periodização do tratamento; semana (Sem); repetições (Repet).

Durante o período de tratamento foi trabalhado um exercício por grupamento muscular, conforme Quadro 2.

<b>Grupamento muscular</b>	<b>Exercício</b>
Tronco anterior	Voador
Tronco posterior	Puxada alta
Anterior do braço	Rosca <i>Scott</i>
Posterior do braço	<i>Pulley</i>
Ombro	Voo lateral
Anterior da coxa	<i>Leg Press</i>
Posterior da coxa	Flexão do joelho - aparelho
Abdutores	Abdutor na máquina
Adutores	Adutor na máquina
Panturrilha	<i>Leg Press</i>
Tibial anterior	Dorsiflexão do tornozelo
Abdominal	Abdominal reto

Quadro 2 – Exercícios realizados e seus respectivos grupamentos musculares

A alimentação dos indivíduos foi um fator não controlado durante o tratamento e pode exercer influência sobre a composição corporal.

Os dados foram comparados individualmente para cada indivíduo, visto o pequeno número de indivíduos que puderam ser incluídos na composição do grupo de estudo.

## Resultados

Com relação à composição corporal (Figura 1) foi encontrado em todos os indivíduos aumento da massa muscular e diminuição da massa de gordura após a intervenção, com exceção a I-5 que aumentou ambos percentuais, revelando que o treinamento obteve sucesso no que diz respeito a mudanças estruturais do corpo. Para percentual de massa de gordura, a diminuição média foi de 6,01%, onde o I-1 foi aquele que mais diminuiu seu percentual de massa de gordura, 18,72% em relação ao valor inicial, enquanto o I-5 aumentou

2,63%. Em relação ao percentual de massa muscular, o aumento médio foi de 9,53%, onde I-3 foi aquele que mais aumentou, 18,17% em relação ao valor inicial, enquanto o I-5 aumentou apenas 0,34%.

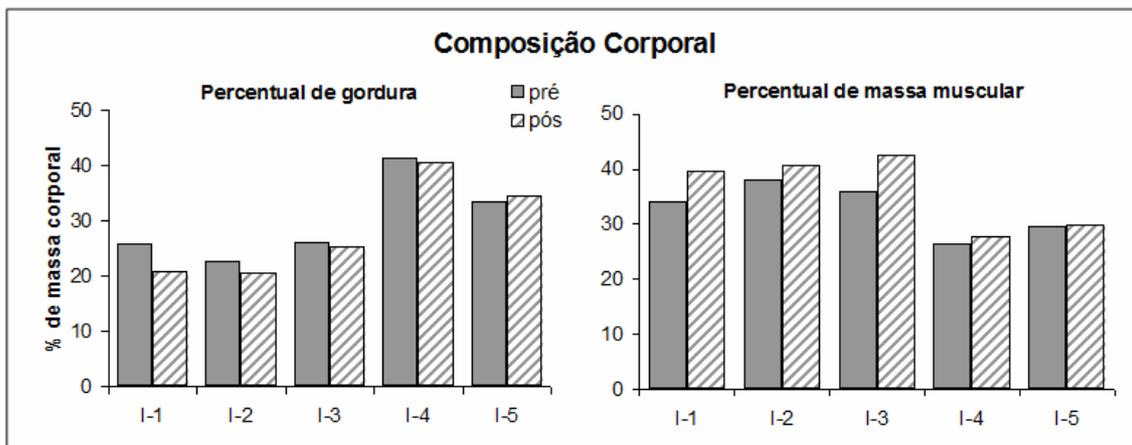


Figura 1 – Resultados da composição corporal dos indivíduos 1 (I-1), 2 (I-2), 3 (I-3), 4 (I-4) e 5 (I-5), em pré e pós-tratamento.

Associado ao aumento do percentual de massa muscular, os testes de força (Figura 2) mostraram aumento ou manutenção dos valores iniciais dos quatro testes realizados. O I-4 não realizou o exercício 'voador' enquanto o I-5 não realizou o exercício 'puxada alta' por sentirem desconforto na região do corpo trabalhada. Para o exercício 'voador', o aumento médio foi de 8,60%, onde o I-1 apresentou a maior melhora de 18,6%, enquanto I-3 e I-5 não apresentaram melhora. Para o exercício 'puxada alta', o aumento médio foi de 13,01%, onde o I-4 apresentou a maior melhora, que foi de 15,79%, e I-3 apresentou a pior melhora, de 7,32%. Para o exercício 'Leg Press' o aumento médio foi de 23,48%, a maior melhora foi de 31,25% para o I-5 e a pior melhora foi de 15,38% para I-3. Por fim, no exercício 'flexão do joelho' o aumento médio foi de 23,92%, a maior melhora de 29,41% foi observada em I-1 e a pior melhora foi de 20% em I-4 e I-5.

Em relação aos testes de equilíbrio, as médias de evolução para COPap (Figura 3), COPml (Figura 4) e COPvel (Figura 5) revelaram pioras para o equilíbrio em todas as variáveis. Para olhos abertos, a piora em COPap foi de 28,68%, com atenção para a piora do I-4, que foi de 105,50%; a piora em COPml foi de 34,31%, com atenção para piora de I-5, que foi de 123,44%; a piora para COPvel foi de 17,74%. Para a situação de olhos fechados, a piora

em COPap foi de 14,74%, com destaque para piora de 60,76% de I-3; a piora em COPml foi de 3,38%, com atenção para piora de 63,97% de I-4 e para melhora de 45,83% de I-1; a piora para COPvel foi de 28,06%, com destaque para piora de 114,43% de I-3.

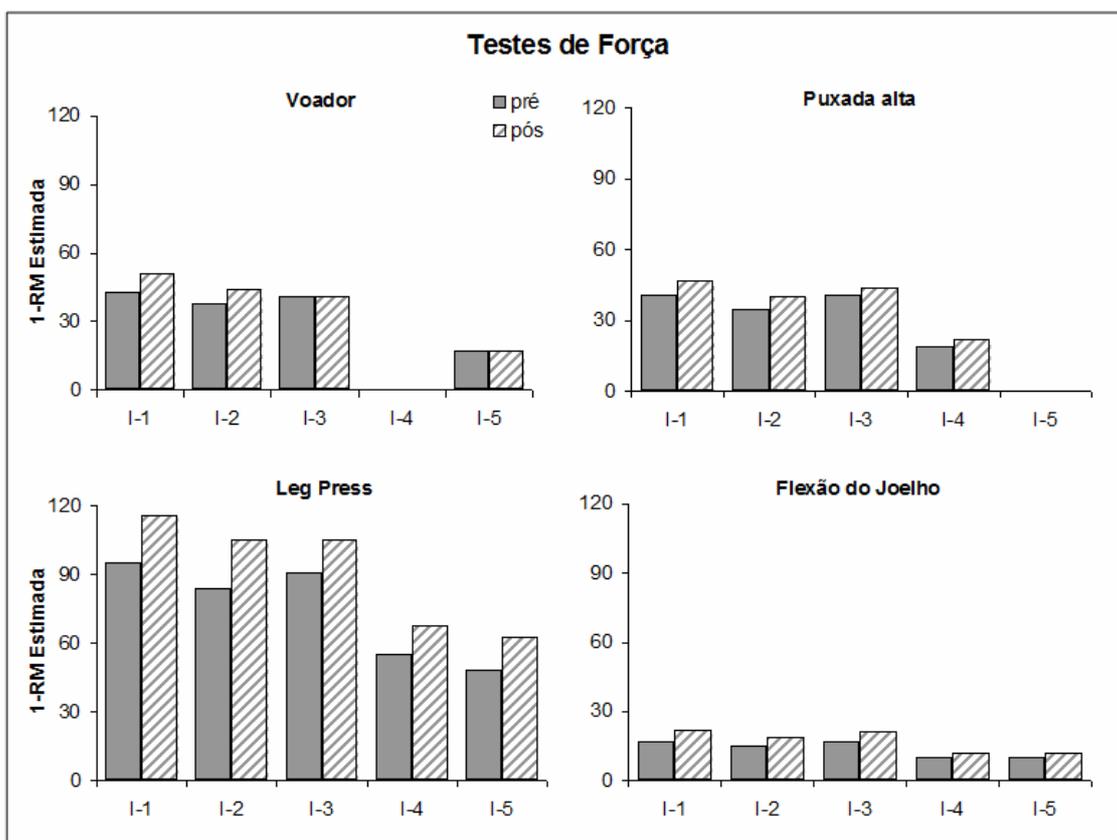


Figura 2 – Resultados dos testes de força dos indivíduos 1 (I-1), 2 (I-2), 3 (I-3), 4 (I-4) e 5 (I-5), em pré e pós-tratamento.

Como esses resultados possuem grande variabilidade entre os indivíduos cabe uma explicação separada para cada um. O I-1 apresentou melhora do equilíbrio para COPap apenas na situação olhos fechados (12,61%); para COPml a melhora aconteceu nas duas situações (7,29% em olhos abertos e 45,83% em olhos fechados); e para COPvel o indivíduo piorou em ambas as situações. O I-2 piorou em ambas as condições para COPap; mas melhorou para COPml (18,46% em olhos abertos e 8,44% em olhos fechados) e para COPvel (6,83% em olhos abertos e 6,17% em olhos fechados). O I-3 apresentou melhora apenas na condição de olhos abertos (28,73%) para COPap, enquanto piorou na condição de olhos fechados para COPap e em ambas as condições para as variáveis COPml e COPvel. O I-4

apresentou piora em ambas as condições para as variáveis COPap e COPml e para a variável COPvel a melhora foi apenas para olhos fechados (8,38%). O I-5 melhorou na variável COPap durante a situação de olhos abertos (11,87%) e piorou durante a situação de olhos fechados, piorou na variável COPml durante a situação olhos abertos e melhorou durante a situação de olhos fechados (9,54%), enquanto para COPvel apresentou piora nas duas condições.

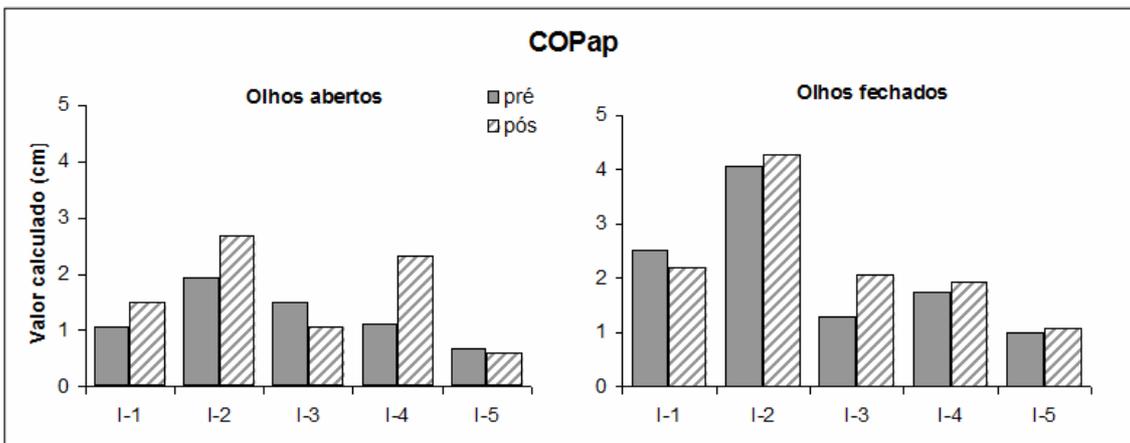


Figura 3 – Resultados de equilíbrio para a variável amplitude de deslocamento do centro de força na direção ântero-posterior (COPap) dos indivíduos 1 (I-1), 2 (I-2), 3 (I-3), 4 (I-4) e 5 (I-5), em pré e pós-tratamento.

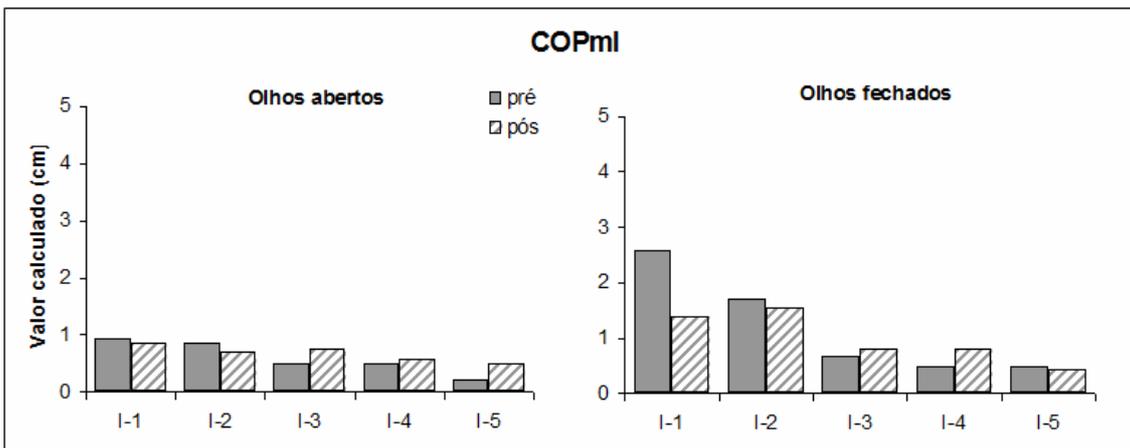


Figura 4 – Resultados de equilíbrio para a variável amplitude de deslocamento do centro de força na direção médio lateral (COPml) dos indivíduos 1 (I-1), 2 (I-2), 3 (I-3), 4 (I-4) e 5 (I-5), em pré e pós-tratamento.

Os resultados nos testes de equilíbrio sugerem que os indivíduos não apresentaram uma evolução padronizada de nenhuma variável avaliada, ou seja, o tratamento promoveu alterações de forma diferente para cada indivíduo.

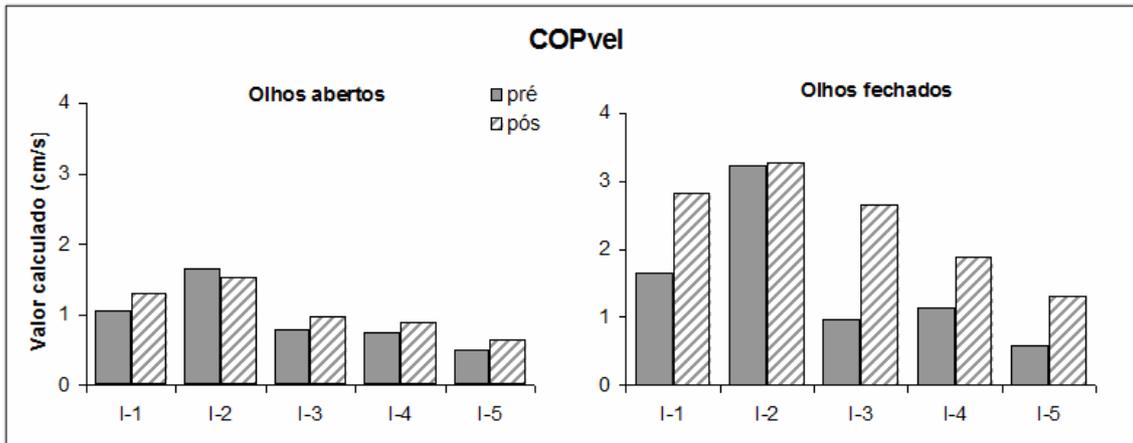


Figura 5 – Resultados de equilíbrio para a variável velocidade média de deslocamento do centro de força (COPvel) dos indivíduos 1 (I-1), 2 (I-2), 3 (I-3), 4 (I-4) e 5 (I-5), em pré e pós-tratamento.

## Discussão

O objetivo do presente estudo foi verificar a influência de um tratamento de força por meio de TRP no equilíbrio corporal e na força de idosos. O treinamento de força promoveu, em geral, mudanças na composição corporal, ou seja, aumento do percentual de massa muscular e diminuição do percentual de massa de gordura. Através do princípio da individualidade biológica, descrito por Fleck e Kraemer (1999), para cada indivíduo um determinado estímulo provoca uma adaptação específica; logo, um mesmo estímulo deverá provocar adaptações diferentes em pessoas diferentes. No entanto, no presente estudo o estímulo durante o treinamento foi igual para todos os indivíduos (mesmo volume e intensidade em cada sessão), mas apesar das adaptações poderem ser diferentes para cada pessoa, era esperado aumento do percentual de massa muscular em função da possível hipertrofia muscular, o que de fato ocorreu.

Nesse sentido, existe uma relação indiretamente proporcional entre essas duas frações da massa total, ou seja, quando há aumento do percentual de massa muscular há diminuição da massa de gordura. Portanto, unicamente para I-5, houve aumento do percentual de massa de gordura (2,63%) e aumento do percentual de massa muscular (0,34%). O fator que pode explicar

o aumento tanto de massa muscular quanto de massa de gordura é um aumento na massa total. Nesse sentido, para I-5 o treinamento aumentou a massa muscular, como ocorreu em todos os demais indivíduos, e a alimentação pode ter sido a responsável pelo aumento da massa de gordura.

O ganho/manutenção de força veio associado com o aumento do percentual de massa muscular nos indivíduos desse estudo. Através da literatura é conhecido que até mesmo antes dos ganhos de força estruturais, aqueles que vêm com aumento da área de secção transversa do músculo (hipertrofia) por meio de adaptações musculares (LAMAS et al., 2007; AAGAARD et al., 2001), existem ganhos de força neurológicos, através do aumento de fibras musculares recrutadas para o músculo para gerar força, da coordenação intramuscular e da coordenação intermuscular, que ocorrem geralmente no início do treinamento (ENOKA, 1997; CARROL et al., 2001; MAIOR e ALVES, 2003). A maior ativação neural é o mecanismo responsável pelo aumento da força muscular no início de um treinamento de força e não está relacionada à hipertrofia das fibras musculares, que por sua vez, ocorrem depois das adaptações neurais (MORITANI e DEVRIES, 1979). Como os indivíduos do estudo obtiveram ganhos estruturais (estima-se em função da composição corporal) era de se esperar aumento dos níveis de força, o que de fato ocorreu. Em I-5, os ganhos força ocorreram mesmo com aumento de massa de gordura e com pouco ganho de massa muscular, comprovando a existência dos ganhos de força neurológicos, a partir da maior ativação neural.

Em relação aos resultados de equilíbrio, era esperado que os ganhos de força pudessem auxiliar no controle postural, porém os resultados não mostram essa relação. Em estudo semelhante com 20 mulheres idosas de Cao et al. (2007), com a mesma frequência semanal e duração desse estudo mas com o acréscimo de exercícios de equilíbrio e caminhada no programa, também não foram observadas diferenças significativas dos valores de equilíbrio (avaliado por teste unipodal), apesar de o treinamento ter também aumentado os valores de força muscular dos membros inferiores. Os autores sugerem que os achados se devem ao bom nível de equilíbrio encontrado nos indivíduos antes do período de treinamento. No presente estudo, tanto aqueles indivíduos com os piores quanto aqueles com os melhores escores iniciais não apresentaram

resultados concretos que possam ser considerados como melhora do equilíbrio.

O que pode explicar a não existência da melhora de equilíbrio pode ser a frequência semanal do treinamento. Alguns estudos encontraram melhoras após treinamentos com maior duração e frequência. Brown et al. (2000), treinaram 48 idosos durante três meses e três vezes por semana, combinando exercícios de transferência e equilíbrio, alongamentos e fortalecimento muscular e encontraram melhora em relação a um grupo controle. Em estudo de Campbell et al. (1997), idosos que realizaram um programa de exercícios de força e de equilíbrio em casa durante um ano teve menor número de quedas que um grupo controle. Campbell et al. (1999), ainda encontraram benefícios desse tratamento para aqueles idosos que mantiveram o programa por mais um ano. Jessup et al. (2003) foram outros autores que encontram melhoras no equilíbrio de idosos depois de um tratamento que durou 32 semanas e na frequência de três vezes semanais, constituído de exercícios calistênicos supervisionados, treinamento de força, caminhada, subir escadas e exercícios de equilíbrio.

Boa parte dos estudos que revelaram melhoras no equilíbrio depois de tratamento de força foram aqueles que avaliaram o equilíbrio dinâmico ou o desempenho funcional em testes mais específicos para AVDs. Chandler et al. (1998) avaliaram 100 idosos frágeis antes e depois de um tratamento de três vezes semanais durante 10 semanas e encontram associação dos ganhos de força com ganhos na velocidade de caminhada e na eficácia em não ter quedas. Vale et al. (2006) aplicaram treinamento de resistência a 50% de 1RM durante 16 semanas por duas vezes semanais em 22 idosos e encontraram melhoras significativas nos testes de desempenho funcional após o período de treinamento. Chan et al. (2007) analisaram a relação entre a incidência de quedas e desempenho físico, avaliado por meio de diversas atividades em 5.995 homens idosos e encontraram forte relação negativa entre o desempenho nesses testes e aumento no risco e incidência de quedas. Hess e Woollacott (2005) treinaram 13 idosos com déficits de equilíbrio durante 10 semanas na frequência de três vezes semanais por meio de testes dinâmicos de equilíbrio e encontraram aumento significativo nos valores dos testes após o treinamento. Acredita-se que resultados benéficos seriam mais evidenciados

no nosso estudo em testes de equilíbrio dinâmico, mais específicos para atividades de vida diárias, e se o mesmo treinamento fosse realizado por idosos mais frágeis.

## **Conclusão**

O treinamento proposto melhorou os índices de força e promoveu ganhos estruturais nos músculos, melhorando a composição corporal dos idosos. Porém, não foram encontrados resultados em nenhum indivíduo que evidenciassem melhoras nos valores de equilíbrio postural. A frequência semanal de duas vezes não foi suficiente para melhorar o equilíbrio estático dos indivíduos que participaram do estudo, mas foi suficiente para aumento de força e alteração benéfica da composição corporal dos mesmos.

## **Referências Bibliográficas**

Aagaard P, Andersen JL, Dyhre-Poulsen P, Leffers A, Wagner A, Magnusson SP, Halkjærkristensen J, Simonsen EB. A mechanism for increased contractile strength of human pennate muscle in response to strength training: changes in muscle architecture. *Journal of Physiology* 2001; 534:613-23.

Alvarez BR, Pavan AL. Alturas e Comprimentos. In: *Antropometria: técnicas e padronizações*. Petroski EL (Org.). 2ª ed.; Porto Alegre: Palotti, 2003.

Aveiro MC. Influence of a physical training program on muscle strength, balance and gait velocity among women with osteoporosis. *Rev Bras Fisiot* 2006; 10(4):441-8.

Brown M, Sinacore DR, Ehsani AA, Binder EF, Holloszy JO, Kohrt WM. Low-intensity exercise as a modifier of physical frailty in older adults. *Arch Phys Med Rehabil* 2000; 81:960-5.

Brzycki M. Strength testing: predicting a one-rep max from a reps-to-fatigue. *JOPERD* 1993; 64(1):88-90.

Buchner DM, Larson EB, Wagner EH, Koepsell TD, De Lateur BJ. Evidence for a non-linear relationship between leg strength and gait speed. *Age Ageing* 1996; 25:386-91.

Campbell AJ. et al. Falls prevention over 2 years: a randomized controlled trial in women 80 years and older. *Age Ageing* 1999; 28:513-18.

Campbell AJ. et al. Randomized controlled trial of a general practice programme of home based exercise to prevent falls in elderly women. *Br Med Journal* 1997; 315:1065-9.

Cao ZB et al. The effect of a 12-week combined exercise intervention program on physical performance and gait kinematics in community-dwelling elderly women. *Appl Human Sci* 2007 26:325-32.

Carroll TJ, Riek S, Carlson RG. Neural adaptations to resistance training: implications for movement control. *Sports Medicine* 2002 31(12): 829-840.

Chan BKS et al. Incident fall risk and physical activity and physical performance among older men. The osteoporotic fractures in men study. *Am J Epidemiol* 2007 165(6): 696-703.

Chandler JM et al. Is lower extremity strength gain associated with improvement in physical performance and disability in frail, community-dwelling elders? *Arch Phys Med Rehabil* 1998; 79(1):24-30.

Colledge N. Falls. *Rev Clin Gerontol* 1997; 7:309-15.

Durakovic Z, Misigoj-Durakovic M. Does chronological age reduce working ability? *Collegium Antropologicum* 2006; 30(1):213-9.

Durnin JVGA, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutrition* 1974; 32: 77-97.

Enoka RM. Neural adaptations with chronic Physical activity. *Journal of Biomechanics* 1997; 30(5):447-55.

Fiatarone MA, Marks EC, Ryan ND, Meredith CN, Lipsitz LA, Evans WJ. High-intensity strength training in nonagenarians. *JAMA* 1990; 263:3029-34.

Fleck SJ, Kraemer WJ. *Fundamentos do treino de força Muscular*. Artmed, Porto Alegre, 1999.

Hawk C, Hyland JK, Rupert R, Colonvega M, Hall S. Assessment of balance and risk for falls in a sample of community-dwelling adults aged 65 and older. *Chiropr Osteopat* 2006; 14(3):1-8.

Hess JA, Woollacott M. Effect of high-intensity strength-training on functional measures of balance ability in balance-impaired older adults. *J Manipulative Physiol Ther* 2005 28(8):582-590.

Hobeika CP. Equilibrium and balance in the elderly. *Ear Nose Throat J* 1999; 78(8):558-62.

Horak FB, Macpherson JM. Postural orientation and equilibrium: exercise: regulation and integration of systems multiple. In: Rowell LB, Shepherd JT. *Handybook of Physiology*. New York: OUP, 1996; 255-58.

Jessup JV et al. Effects of exercise on bone density, balance, and self-efficacy in older women. *Biol Res Nurs* 2003 ; 4(3):171-80.

Lamas L, Ugrinowitsch C, Campos GER, Aoki MS, Fonseca R, Regazzini M, Moriscot AS; Tricoli V. Treinamento de força máxima x treinamento de potência: alterações no desempenho e adaptações morfológicas. *Rev. bras. Educ. Fís. Esp* 2007; 21(4):331-40.

Latham NK, Bennett DA, Stretton CM, Anderson CS. Systematic review of progressive resistance strength training in older adults. *Journal of Gerontology* 2004; 59(1):48-61.

Lundy-Ekman L. *Neurociência: fundamentos para a reabilitação*. 1. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

Maior AS, Alves A. A contribuição dos fatores neurais em fases iniciais do treinamento de força muscular: uma revisão bibliográfica. *Motriz* 2003; 9(3):161-8.

Meuleman JR, Brechue WF, Kubilis PS, Lowenthal DT. Exercise training in the debilitated aged: strength and functional outcomes. *Arch Phys Med Rehabil* 2000; 81:312-8.

Moritani T, De Vries HA. Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. *American Journal Physiologic Medicine* 1979; 58:115-30.

Rantanen T, Guralnik JM, Sakari-Rantala R, Leveille S, Simonsick EM, Ling S et al. Disability, physical activity, and muscle strength in older women: the women's health and aging study. *Arch Phys Med Rehabil* 1999; 80:130-5.

Sacco ICN, Bacarin TA, Watari R, Suda EY, Canettieri MG, Souza LC, Oliveira MF, Santos S. Envelhecimento, atividade física, massa corporal e arco plantar longitudinal influenciam no equilíbrio funcional de idosos? *Rev. bras. educ. fís. esp.* 2008; 22(3):183-91.

Silveira CRA, Prenuchi MRTP, Simões CS, Caeetano MJD, Golbi LTB. Validade de construção em testes de equilíbrio: ordenação cronológica na apresentação das tarefas. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2006; 8(3):66-72.

Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In: *Techniques for measuring body composition*. 1961.p.223-244.

Teixeira CS, Lemos LFC, Lopes LFD, Rossi AG, Mota CB. Equilíbrio corporal e exercícios físicos: uma investigação com mulheres idosas praticantes de diferentes modalidades. *Acta fisiatr* 2008; 15(3):154-7.

Tinetti ME, Williams TF, Mayewski R. Fall risk index for elderly patients based on number of chronic disabilities. Am J Med. 1986; 80:429-34.

Vale RGS et al. Efeitos do treinamento resistido na força máxima, na flexibilidade e na autonomia funcional de mulheres idosas. Rev Bras Cineantr Des Hum 2006; 8(4):52-8.

Mochizuki L, Amadio AC. As informações sensoriais para o controle postural. Fisioterapia em Movimento 2006; 19(2):11-8.