

Acoplamento Sensório-Motor no Controle Postural de Indivíduos Idosos Fisicamente Ativos e Sedentários

Marcelo Antonio Ferraz
Centro Universitário Claretiano

José Angelo Barela
Ana Maria Pellegrini
Universidade Estadual Paulista

Resumo—O objetivo deste estudo foi verificar o acoplamento sensório-motor no controle postural de indivíduos idosos fisicamente ativos e sedentários. Dez adultos jovens, dez idosos sedentários e dez idosos ativos mantiveram a postura em pé sem e com toque (<1N) da ponta do dedo indicador em uma superfície rígida. Na condição sem toque, os idosos sedentários oscilaram mais que os adultos e idosos ativos. Na condição com toque, idosos e adultos reduziram a oscilação corporal e nenhuma diferença foi verificada entre eles. Todos os grupos apresentaram um relacionamento coerente entre a força aplicada e a oscilação corporal, sendo que os idosos apresentaram uma diferença temporal menor do que os adultos. Desta forma, idosos utilizam informação somatosensória da ponta dos dedos para reduzir oscilação corporal, porém utilizando estratégias diferentes da observada em adultos. A prática regular de atividade física contribui para a manutenção da qualidade do controle postural em idosos.

Palavras chaves: Atividade física, controle postural, acoplamento sensório-motor, idoso.

Abstract—“Sensory-Motor Coupling in the Postural Control of Older Physically Active and Sedentary Individuals.” The purpose of this study was to verify the sensory-motor coupling in postural control of elderly persons and the influence of regular practice of physical activity on this coupling. Ten young adults, ten older sedentary adults and ten physically active older adults maintained an upright position while lightly touching (<1n) and not touching a rigid surface with the index finger. In the no touch condition, the older sedentary adults swayed more than the young adults and the physically-active older adults. In the touch condition, both young and older adults reduced body sway and no difference was observed among them. The three groups showed a coherent relationship between applied force and body sway, but the older adults showed a smaller time lag than the young adults. Therefore, older adults use somato-sensory information from light touch to attenuate body sway but employ different strategies than those observed for young adults. The regular practice of physical activity contributes to maintain the quality of postural control in older adults.

Key words: Posture control, sensory-motor coupling, physical activity, older adults.

Acoplamento Sensório-Motor: Efeito da Atividade Física no Controle Postural em Idosos

Para realização da maioria das ações motoras, os seres humanos necessitam de um controle postural que envolve um intrincado relacionamento entre contrações musculares e informações sensoriais. Recentemente, este relacionamento tem sido examinado na tentativa de explicar as alterações desenvolvimentais no controle postural em crianças (por exemplo, Barela, 1997). Tendo em vista que alterações comportamentais no controle postural também ocorrem na terceira idade (i.e., o outro extremo do contínuo do desenvolvimento), este estudo teve como objetivo verificar se estas

alterações estão associadas a mudanças no relacionamento entre informações sensoriais e ação motora e se este relacionamento pode ser alterado pela prática regular de atividade física.

De acordo com Horak e MacPherson (1996), a postura é um estado dinâmico resultante do funcionamento dos sistemas sensorial e motor que atuam em conjunto para alcançar uma ação funcional. Estes autores sugerem que o sistema de controle postural busca dois objetivos comportamentais: a orientação e o equilíbrio corporal. A orientação postural refere-se à manutenção da posição de segmentos corporais em relação a outros segmentos corporais e em relação ao ambiente. O equilíbrio postural refere-se ao controle das forças internas e externas atuando no corpo em situações estáticas ou dinâmicas. Estes dois objetivos comportamentais,

orientação e equilíbrio postural, são alcançados pelo sistema de controle postural através de uma interação contínua da informação sensorial com a atividade motora.

Recentemente, Barela e colaboradores sugeriram que mudanças no controle postural, nos primeiros anos de vida, são decorrentes de alterações no relacionamento entre as informações sensoriais e as ações motoras relacionadas à manutenção de uma determinada orientação corporal (Barela, 1997; Barela, Jeka & Clark, 1999). Por exemplo, a manutenção da posição em pé foi melhorada dramaticamente quando informação somatosensória, proveniente do toque da mão em uma superfície, foi apropriadamente utilizada por crianças que estavam adquirindo a posição em pé independente (Barela, Jeka & Clark, 1999). Ainda, diferença na manutenção da posição em pé entre crianças com idades de quatro a oito anos e adultos foi relacionada ao acoplamento mais fraco e menos estável entre informação somatosensória, proveniente do toque leve em uma superfície, e a oscilação corporal (Barela, 1997; Barela, Jeka & Clark, 2001). Desta forma, as diferenças na manutenção da posição estática em pé verificada entre adultos e crianças pode estar relacionada à força e à estabilidade do acoplamento entre informação sensorial e ação motora. Com maior estabilidade e fortalecimento deste acoplamento, mudanças desenvolvimentais ocorreriam levando a uma melhora na performance.

Seguindo o mesmo raciocínio, parece válido supor que o processo inverso ocorra no outro extremo do ciclo vital, ou seja, na terceira idade. Devido ao processo de envelhecimento e outras causas, como por exemplo a redução de prática de atividade física, haveria um enfraquecimento do acoplamento sensorio-motor relacionado ao controle postural de pessoas idosas.

Vários estudos têm apontado considerável deterioração do controle postural com o avanço da idade relacionada a mudanças no sistema sensorial e/ou no sistema motor. Por exemplo, Woollacott e Tang (1997) observaram redução na qualidade da informação sensorial com o avanço da idade. Pessoas idosas também apresentam estratégia de controle postural (ativação seqüencial de grupos musculares após perturbação da posição corporal) diferente da apresentada pelos adultos (Woollacott & Manchester, 1993).

Apesar destas diferenças no sistema sensorial e motor de idosos, poucos estudos verificaram a atuação simultânea destes dois sistemas no controle postural. Jones et al. (1996) observaram que pessoas idosas oscilam mais do que adultos jovens quando a informação visual é manipulada através de uma sala móvel. Diferença no relacionamento entre informação sensorial e controle postural também foi detectada por Wade, Lindquist, Taylor e Tret-Jacobson (1995). Embora este relacionamento não tenha sido analisado de forma contínua, os resultados indicaram que o grupo de sujeitos idosos exibiu menor força no relacionamento entre informação sensorial e o controle postural comparado com o grupo de sujeitos adultos jovens.

Vários estudiosos discutem os benefícios da prática de atividade física tanto para o sistema sensorial quanto para o sistema motor (Lorda Paz, 1990; Spirduso, 1995). Se o pro-

blema do controle postural em idosos está no relacionamento entre estes dois sistemas, a prática de atividade física poderia, então, promover melhorias no controle postural como um todo. Brown e Holloszy (1993) observaram que após três meses de atividade envolvendo exercícios de flexibilidade e força, pessoas idosas apresentaram uma melhora significativa na manutenção da posição estática.

Com base nas questões ainda existentes relacionadas ao controle postural em idosos, o objetivo deste estudo foi verificar o acoplamento entre informação sensorial e oscilação corporal em idosos. Ainda, verificar se a prática regular de atividade física está associada ao modo como esse acoplamento ocorre.

Método

Participantes

Participaram deste estudo trinta sujeitos divididos em três grupos. Um grupo foi formado por dez adultos jovens (AJ) com idade entre 20 e 25 anos ($M=21.3$ e $DP=1.04$ anos) e que praticavam regularmente alguma atividade física. Um outro grupo foi formado por dez pessoas idosas sedentárias (IS), com idade acima de 60 anos de idade ($M=63.03$ e $DP=2.1$ anos) e que não praticavam regularmente qualquer atividade física. Finalmente, o terceiro grupo foi formado por dez pessoas idosas ativas (IA) com idade acima de 60 anos ($M=63.4$ e $DP=2.6$ anos) e que praticavam regularmente alguma atividade física, orientada por profissionais da atividade física, pelo menos há dois anos consecutivos, com frequência de três vezes por semana. Todos os elementos deste grupo participavam do Projeto de Extensão à Comunidade da Terceira Idade da UNESP, Campus de Rio Claro/SP. Todos os participantes assinaram um termo de consentimento antes de participar do estudo.

Procedimentos

Cada participante compareceu, uma única vez, às dependências do Departamento de Educação Física, Instituto de Biociências, UNESP/RC, para a coleta de dados. Numa sala previamente preparada para tal, cada participante teve que permanecer em pé, com uma venda de cor preta colocada nos olhos, mantendo a cabeça como se estivesse olhando para frente, com o pé esquerdo a frente do direito no centro do eixo ântero-posterior, tentando oscilar o menos possível (Figura 1). Cada sujeito executou três tentativas em cada uma das duas condições: com toque e sem toque em uma superfície rígida.

Na condição com toque, os participantes tocavam a ponta do dedo indicador direito em uma superfície fixa, chamada de plataforma de toque, constituída de um suporte de metal, com uma haste na parte superior contendo uma superfície de 5 cm de diâmetro. A altura desta superfície foi ajustada à altura da crista ílfaca de cada participante. A região central desta superfície foi demarcada por um marcador auto-colante

de 2 cm de diâmetro sobre o qual os participantes deveriam manter o contato do dedo.

Esta plataforma de toque foi fixada sobre uma plataforma de força (AMTI, Mod. 3745) acoplada à um amplificador (AMTI, Mod. MCA-6) e, então, à um placa conversora A/D que, em conjunto com o Ariel Performance Analysis System (APAS, Versão D`OS 9.0), possibilitava a visualização e a captura da força aplicada na plataforma de toque, em tempo real (frequência de 60 Hz), nas direções vertical, médio-lateral e ântero-posterior. A força máxima aplicada ao tocar com o dedo indicador a superfície deveria ser de até 1 N (aproximadamente 98 gramas) e quando esta força máxima era ultrapassada o experimentador alertava o participante para diminuir a força empregada, sem retirar o dedo da superfície de contato.

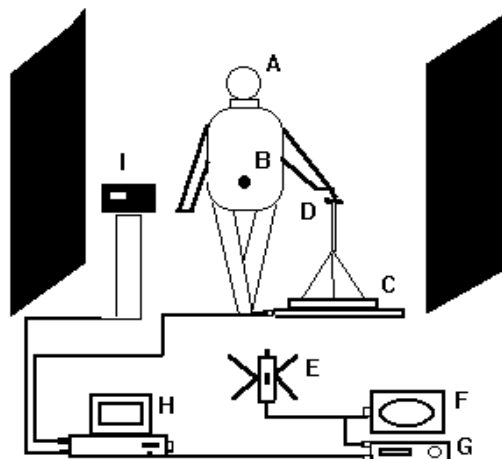


Figura 1. Representação esquemática da condição experimental com a posição de um participante (A), posição da marca nas costas do participante (B), plataforma de força (C), suporte para o toque da ponta do dedo (D), filmadora (E), televisão (F), video-cassete (G), computador para aquisição dos sinais da plataforma (H) e mecanismo para sincronização.

A plataforma de toque foi posicionada do lado direito de cada participante para que o toque fosse realizado com o dedo indicador direito. Durante o toque, o braço direito foi mantido naturalmente semi-flexionado e os demais dedos flexionados de forma a não tocarem na plataforma. Antes de iniciar a coleta de dados propriamente dita, cada participante realizou uma tentativa com toque para familiarização com a força a ser aplicada na superfície de toque.

Na condição sem toque, os participantes mantinham a posição descrita para a condição com toque, sendo que os braços eram mantidos relaxados ao longo do corpo. Neste

caso, somente dados da oscilação corporal foram registrados. A oscilação corporal durante a realização das tentativas foi obtida através de um sistema de vídeo (APAS). Para tanto, uma marca refletiva foi afixada nas costas do participante, na localização estimada do centro de massa. Esta marca foi filmada (60 Hz) utilizando uma câmera de vídeo (Panasonic - CCTV-WV-CL350), uma lente com auto-íris (Panasonic WV-LA608), uma televisão de cinco polegadas (Spectra) e um videocassete (Panasonic AG-7350). A câmera de vídeo foi posicionada 1.5 m atrás do participante.

A sincronização do sinal da plataforma de força com os sinais de registro do vídeo foi feita através de um interruptor ligado a um flash de máquina fotográfica, colocado dentro de uma caixa que continha uma pequena saída de luz, e de um emissor de cinco volts conectado à placa de aquisição de dados. No momento em que o mecanismo era acionado, o sistema alterava a voltagem do canal da placa de aquisição de dados e acionava o flash, sendo este registrado pela câmera.

Cada tentativa durava 25 segundos e tinha seu início após o participante ter assumido a posição específica daquela tentativa e, então, informar que estava pronto. O experimentador, após o sinal do participante, iniciava a gravação da imagem e a captura dos sinais da plataforma de força. Logo em seguida, acionava o sistema para sincronização dos sinais. O experimentador informava ao participante o término da tentativa e entre as tentativas havia um intervalo de um minuto para descanso. A ordem em que a sequência de tentativas sem ou com toque foi executada, foi determinada pelo próprio participante através de sorteio a cada tentativa. Caso o participante perdesse o equilíbrio, a tentativa era repetida.

Tratamento dos Dados

Após o término da coleta de dados, os mesmos foram tratados da seguinte forma: inicialmente, o registro em vídeo correspondente a cada tentativa foi digitalizado utilizando o sistema APAS. Para tanto, as imagens foram capturadas e a marca colocada nas costas do participante foi digitalizada automaticamente, obtendo as coordenadas x e y de cada quadro que foram, então, transformadas para o sistema métrico. Na condição de toque, os dados da plataforma de força e da marca digitalizada foram sincronizados temporalmente. Após estes procedimentos iniciais, as variáveis dependentes foram calculadas através de dois programas escritos na linguagem Matlab (Math Works, versão 4.2c), sendo um programa utilizado para análise dos dados da condição sem toque e outro para os da condição com toque. Para a condição sem toque, foram utilizados os valores da oscilação corporal, eliminados os cinco segundos iniciais e finais de cada tentativa. Estes dados foram filtrados utilizando um filtro digital Butterworth, utilizando uma frequência de corte de 5 Hz, e calculava a amplitude média de oscilação corporal para a direção médio-lateral. A amplitude média de oscilação corporal correspondia à variabilidade ao redor da média, calculada através do desvio padrão dos quinze segundos da ten-

tativa após o valor médio desta tentativa ter sido subtraído de todos os valores da tentativa.

Para a condição com toque, os mesmos procedimentos descritos para a condição sem toque foram utilizados para a análise dos dados da oscilação corporal e da força aplicada na plataforma de toque. Foi calculada a média da força aplicada na plataforma de toque para as direções médio-lateral, ântero-posterior e vertical (F_{ml} , F_{ap} e F_{ver} , respectivamente). Finalmente, foi realizada uma análise de correlação cruzada entre os valores da força aplicada e os da oscilação corporal na direção médio-lateral e obtido o coeficiente de correlação e a diferença temporal. O coeficiente de correlação cruzada entre a força aplicada e a oscilação corporal foi calculado em duas direções, para frente e para trás, para determinar possíveis valores máximos do coeficiente em relacionamentos temporais diferentes de zero. Na convenção utilizada, valores positivos da diferença temporal indicam que mudanças na força aplicada na superfície de toque ocorriam à frente de correspondentes mudanças na oscilação corporal. Valores negativos da diferença temporal indicavam um relacionamento inverso.

Após a obtenção dos valores da amplitude média de oscilação, da força aplicada, do coeficiente de correlação e da diferença temporal da correlação cruzada de cada tentativa, então a média das três tentativas das respectivas condições foi calculada. Desta forma, para cada condição apenas um valor de cada participante foi utilizado para as análises estatísticas.

Análise Estatística

Uma MANOVA one-way, tendo os três grupos (AJ, IA e IS) como fator e como variáveis dependentes a média da força aplicada nas três direções, F_{ver} , F_{ml} e F_{ap} , foi utilizada para verificar possíveis diferenças na aplicação da força nas três direções entre os três grupos. Uma ANOVA 3 x 2 (grupo x condição), tendo como variável dependente a amplitude média da oscilação corporal na direção médio-lateral, foi utilizada para verificar possíveis diferenças na oscilação corporal entre os grupos (AJ, IS e IA) e as condições (com e sem toque). Outras duas ANOVAs one-way, tendo os três grupos como fator e como variáveis dependentes o coeficiente de correlação e a diferença temporal da correlação cruzada foram utilizadas para verificar possíveis diferenças no acoplamento entre informação sensorial, proveniente do contato da ponta do dedo com a superfície, e oscilação corporal na direção médio-lateral entre os três grupos (AJ, IS e IA).

Quando apropriado, análises univariadas e testes de comparações múltiplas de Scheffé foram utilizados quando as análises de variância indicaram diferenças significativas. Ainda, foi utilizado um teste "t" Student para verificar se os coeficientes da correlação cruzada eram diferentes de zero. Em todas as análises, o nível de significância foi mantido em 0,05.

Resultados

Força aplicada

A Figura 2 apresenta a média das forças nas direções ântero-posterior, médio-lateral e vertical em função dos grupos. MANOVA indicou diferença entre os grupos, Wilks' Lambda=0.35, $F(6.50)=5.65$, $p<0.001$. Testes univariados revelaram diferença entre os grupos apenas para a força aplicada na direção vertical, $F(2.27)=13.42$, $p<0.001$. O teste a posteriori apontou que a média da força aplicada na direção vertical pelos adultos jovens foi menor que a força aplicada por ambos grupos de idosos (sedentários e ativos), cujas medias não diferem entre si.

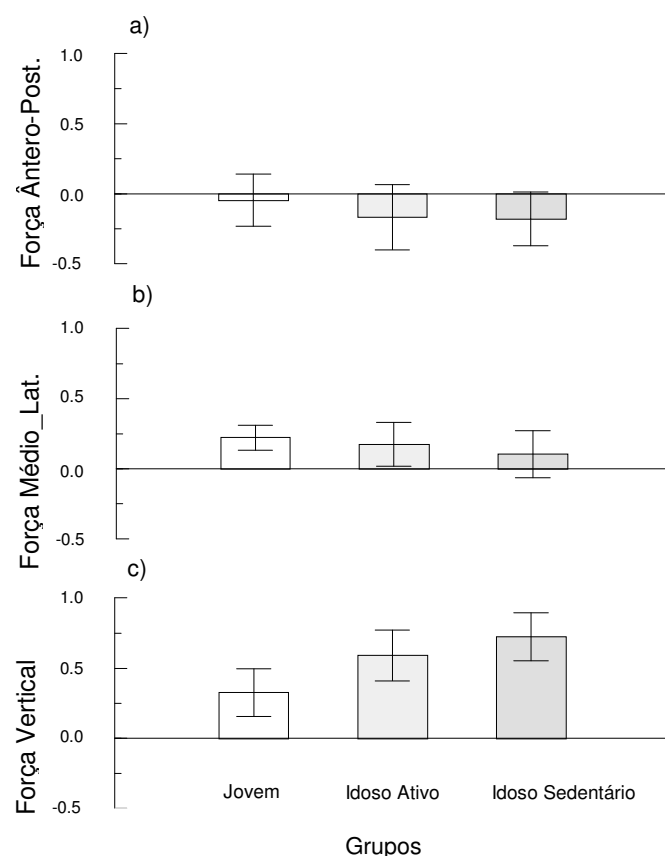


Figura 2. Média e desvio padrão da força aplicada nas direções ântero-posterior (a), médio-lateral (b) e vertical (c) em função dos grupos.

Oscilação corporal

A Figura 3 apresenta a média da oscilação corporal na direção médio-lateral nas condições com e sem toque e em função dos grupos. A ANOVA revelou diferença na oscila-

ção corporal entre os grupos, $F(2,27)=10.3$, $p<0.001$, entre as condições, $F(1,27)=86.18$, $p<0.001$, e para a interação entre grupos e condições, $F(2,27)=6.06$, $p<0.01$.

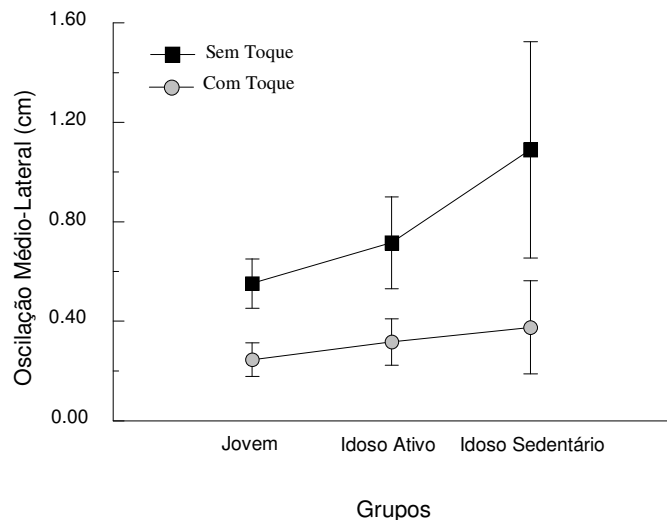


Figura 3. Média e desvio padrão da amplitude média de oscilação corporal no plano médio-lateral nas condições sem toque e com toque em função dos grupos.

Os testes *a posteriori* revelaram que a oscilação corporal na condição sem toque foi maior que na condição de toque. Ainda, na condição sem toque, a oscilação corporal dos idosos sedentários foi maior que a dos idosos ativos e adultos jovens, que não diferiram entre si. Na condição com toque, os grupos não diferiram entre si.

Relacionamento entre informação sensorial e oscilação corporal

A Figura 4 apresenta os coeficientes da correlação cruzada (Figura 4a) e os valores da diferença temporal da correlação cruzada (Figura 4b). O teste *t* revelou que os coeficientes de correlação cruzada são diferentes de zero, $t(29)=7.69$, $p<0.001$. Embora os coeficientes sejam diferentes de zero, a ANOVA não indicou qualquer diferença significativa entre os coeficientes de correlação cruzada dos três grupos.

No entanto, diferenças entre os grupos foram reveladas pela ANOVA com relação à diferença temporal, $F(2,27)=9.95$, $p<0.001$. Os resultados do teste *a posteriori* revelaram que os valores da diferença temporal para ambos os grupos de idosos (IS e IA) são menores do que os valores para o grupo adulto jovem, indicando um acoplamento mais fraco.

Tendo em vista que as médias da diferença temporal das tentativas feitas por todos os sujeitos de cada grupo poderiam ter mascarado a relação temporal entre a oscilação corporal e a força de toque (positiva e negativa), foi feita análise, em separado, de cada tentativa. Os resultados dessas análises indicaram que 96.67% das tentativas dos partici-

pantes do grupo AJ apresentaram valores positivos indicando que a força aplicada antecedeu a oscilação corporal e, em apenas uma tentativa, de um único sujeito, deste grupo, o valor apresentado foi negativo. Para os grupos de idosos ativos e sedentários, a porcentagem de tentativas em que a força antecedeu a oscilação foi de 53.33% e 43.33%, respectivamente. Estes resultados indicam não haver consistência ao longo das tentativas no uso da informação somatosensorial para redução da oscilação corporal por parte dos idosos (ver Figura 4b).

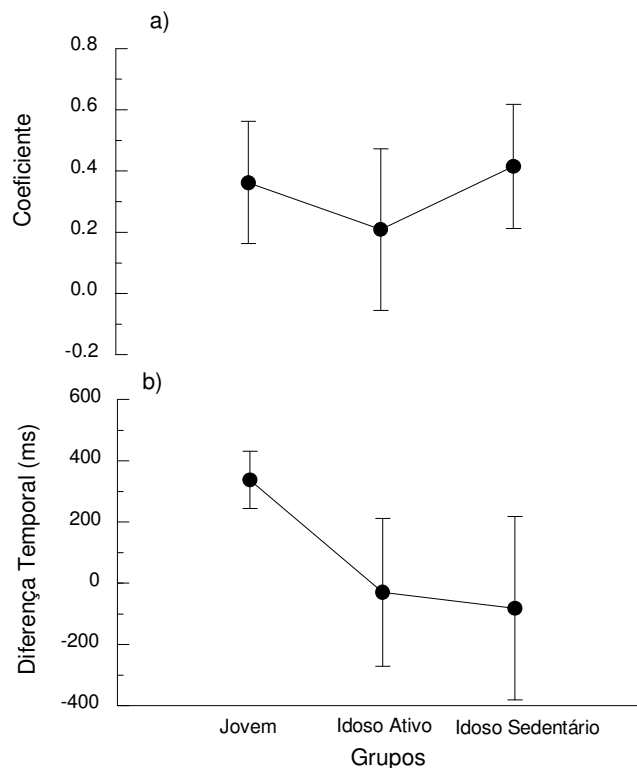


Figura 4. Média e desvio padrão do coeficiente (a) e da diferença temporal da correlação cruzada entre a força aplicada e a oscilação corporal em função dos grupos.

Discussão

O resultados observados neste estudo permitem a discussão de vários aspectos relacionados ao controle postural em idosos e o efeito da atividade física no funcionamento deste sistema. Primeiramente, faz-se necessário discutir o aspecto comportamental do controle postural inferido através da oscilação corporal em idosos ativos e sedentários, com e sem a utilização de toque à uma superfície rígida. Claramente, a oscilação corporal aumenta com a idade e, entretanto, este aumento pode ser minimizado com a realização de atividade física. O aumento da oscilação corporal com o

aumento da idade, como pode ser observado na comparação entre as médias dos grupos jovem e idoso sedentário (Figura 3), tem sido documentada na literatura (p.ex., Newell, Slobounov, Slobounova & Molenaar, 1997) e, então, não foi surpresa a ocorrência desta diferença. Entretanto, a maior oscilação corporal verificada para o grupo de idosos sedentários quando comparado com os grupos de jovens e idosos ativos indica que atividade física é importante para o funcionamento do sistema de controle postural. Mais ainda, os idosos ativos não diferiram significativamente dos adultos na oscilação corporal, possibilitando sugerir que a realização de atividade física regular possibilite que os idosos ativos consigam performance semelhante aos adultos na manutenção da posição em pé. A influência de exercícios de flexibilidade e força na melhora do equilíbrio em idosos tem sido demonstrada (p.ex., Brown & Holloszy, 1993). Os resultados deste estudo não apenas reforçam esta constatação como também sugerem que esta melhora pode ser alcançada através de atividade física generalizada e não apenas através de exercícios específicos.

Um segundo aspecto com relação a oscilação corporal a ser discutido é a redução da oscilação corporal na situação de toque da ponta de um dedo à uma superfície rígida. Cabe ressaltar que, como a força de toque foi muito pequena (menor que 1 N), a redução na oscilação corporal decorrente de apoio mecânico é da ordem de 4% quando comparado com a situação sem toque (Holden, Ventura & Lackner, 1994). No caso deste estudo, a redução foi maior que 50% comparando a situação de toque com a sem toque. Desta forma, a redução da oscilação corporal não pode ser creditada apenas à fatores mecânicos. Resultados semelhantes têm sido encontrados para adultos (Jeka & Lackner, 1994), crianças (Barela, Jeka & Clark, 2001) e, em uma situação experimental um pouco diferente, em bebês (Barela, Jeka & Clark, 1999). Nestes estudos, tem sido sugerido que o toque à uma superfície propicia informação sensorial adicional sobre a oscilação corporal e que esta informação é, então, utilizada para reduzir a oscilação corporal.

Importante ressaltar que a redução da oscilação corporal decorrente do toque à uma superfície rígida foi observada nos três grupos, permitindo sugerir que a informação sensorial proveniente da ponta dos dedos é utilizada tanto pelos idosos ativos quanto pelos idosos sedentários. Mais ainda, com a utilização da informação sensorial proveniente do toque, a performance na manutenção da oscilação corporal destes dois grupos de idosos foi semelhante à performance dos jovens. Desta forma, os idosos além de utilizarem a informação sensorial adicional do toque, utilizam-na da mesma maneira que os adultos jovens.

Tendo em vista que idosos utilizam informação sensorial proveniente do contato da ponta dos dedos com uma superfície para reduzir a oscilação corporal, a questão que surge é como eles estão utilizando esta informação. Jeka e colegas têm sugerido que adultos (p.ex., Jeka & Lackner, 1994; 1995), crianças (Barela, Jeka & Clark, 2001) e bebês (Barela, Jeka & Clark, 1999) utilizam a informação proveniente do toque na forma de *feedforward*. Neste caso, mudanças da força na

ponta do dedo forneceriam informações sobre a oscilação corporal quando esta estivesse iniciando e, então, contração muscular antecipatória seria realizada, minimizando a oscilação corporal. A sugestão desta estratégia baseia-se principalmente na observação de que as mudanças na força aplicada pela ponta do dedo à superfície estão relacionadas com a oscilação corporal ao longo da tentativa, porém mudanças na força na ponta do dedo aconteciam por volta de 300 ms antes de mudanças correspondentes na oscilação corporal.

Os resultados observados no presente estudo para os jovens essencialmente corroboram a noção do uso da informação sensorial proveniente da ponta dos dedos na forma de *feedforward*. Mudanças na força aplicada na ponta dos dedos estão correlacionadas com as alterações na oscilação corporal e este relacionamento ocorre com as mudanças na força aplicada por volta de 300 ms a frente das mudanças correspondentes na oscilação corporal. Entretanto, este relacionamento não foi observado para os idosos, tanto do grupo ativo quanto do grupo sedentário. As alterações na força aplicada estão correlacionadas com as alterações na oscilação corporal, porém o relacionamento temporal é diferente. Os valores observados indicam um relacionamento bastante variável e com valores médios apontando nenhuma diferença temporal entre as alterações de força na ponta dos dedos e na oscilação corporal. Então, os idosos conseguem utilizar a informação proveniente da ponta dos dedos para atenuar oscilação corporal, entretanto parecem não utilizar a mesma estratégia observada para adultos e crianças.

A utilização de estratégias diferentes por parte de idosos no controle postural tem sido observados em vários estudos (por exemplo, Woollacott & Manchester, 1993; Inglin & Woollacott, 1988). Mais ainda, a utilização de estratégias diferentes possibilitam que idosos obtenham o objetivo de manter uma desejada orientação corporal, alcançando performances semelhantes às observadas, por exemplo, para adultos (Godoi, Freitas Júnior & Barela, 2001).

Finalmente, os idosos aplicaram mais força na ponta dos dedos durante o contato com a superfície rígida, na direção vertical, do que os adultos. Embora os participantes pudessem aplicar até 1 N de força na superfície rígida, adultos (Jeka & Lackner, 1994) e crianças (Barela, Jeka & Clark, 2001) aplicam bem menos do que o valor permitido. Neste estudo, os participantes do grupo jovem aplicaram por volta de 0,4 N, valores estes próximos dos estudos citados anteriormente. Os valores para os idosos, entretanto, estiveram por volta de 0,6 N. Este aumento na aplicação de força pode ser decorrente de uma diminuição da detecção da informação pelos mecanorreceptores (Woollacott & Tang, 1997; Spirduso, 1995). Se este for o caso, será que esta deterioração no sistema sensorial poderia influenciar a adoção de uma estratégia diferente na utilização desta informação? Estes aspectos ainda necessitam ser melhor verificados em estudos futuros, pois poderiam fornecer importantes informações sobre o funcionamento do controle postural em idosos e, até, possíveis formas de tentar reverter este processo.

Conclusão

O objetivo deste estudo foi verificar o acoplamento entre informação sensorial e oscilação corporal em idosos e se este acoplamento pode ser alterado pela prática de atividade física. Pode-se observar que o acoplamento entre a informação sensorial proveniente do contato da ponta do dedo com uma superfície rígida é diferente em idosos e jovens. Apesar desta diferença, os idosos conseguem utilizar a informação sensorial da ponta dos dedos para melhorar a manutenção da posição em pé, alcançando a mesma performance observada para os jovens. Desta forma, mesmo utilizando estratégias diferentes, os idosos alcançaram objetivo comportamental semelhante ao verificado para jovens.

O acoplamento entre a informação proveniente da ponta dos dedos e a oscilação corporal foi semelhante entre os idosos ativos e sedentários. Entretanto, sem a informação da ponta dos dedos, os idosos sedentários apresentaram uma performance pior do que os idosos ativos. Então, a atividade física parece ser importante para a manutenção do funcionamento do sistema de controle postural, embora esta diferença não tenha sido observada no acoplamento entre informação sensorial e oscilação corporal.

Referências

- Barela, J. A. (1997). *Development of postural control: the coupling between somatosensory information and body sway*. Doctoral Dissertation. University of Maryland: College Park.
- Barela, J. A.; Jeka, J. J. & Clark, J. E. (1999). The use of somatosensory information during the acquisition of independent upright stance. *Infant Behavior & Development*, 22, 87-102.
- Barela, J. A.; Jeka, J. J. & Clark, J. E. (2001). Postural control in children: the use of visual and somatosensory information to attenuate body sway. (submetido para publicação).
- Brown, M. & Holloszy, J. O. (1993). Effects of walking, jogging and cycling on strength, flexibility, speed and balance in 60- to 72- years old. *Aging Clinical Experimental Research*, 5, 427-34.
- Godoi, D.; Freitas Junior, P. B. & Barela, J. A. (2001). Controle Postural em idosos frente a perturbações esperadas e inesperadas. *Motriz*, 1(7), S217.
- Holden, M.; Venura, J. & Lackner, J. R. (1994). Stabilization of posture by precision contact of index finger. *Journal of Vestibular Research*, 4, 285-301.
- Horak, F. B. & Macpherson, J. M. (1996). Postural orientation and equilibrium, Em: L.B. Rowell, J.T. Shepherd (Eds.) *Handbook of physiology* (pp.255-92). New York: Oxford University Press.
- Inglis, B. & Woollacott, M. (1988). Age-related changes in anticipatory postural adjustments associated with arm movements. *Journal Gerontology Medicine Science*, 4, 105-13.
- Jeka, J. J. & Lackner, J. R. (1994). Fingertip contact influences human postural control. *Experimental Brain Research*, 100, 495-502.
- Jeka, J. J. & Lackner, J. R. (1995). The role of haptic cues from rough and slippery surfaces in human postural control. *Experimental Brain Research*, 103, 267-276.
- Jones, G.; Cassidy, P. E.; Emasithi, A.; Englehart, A. M.; Lewin, J. E. K.; Yank, J. R. & Wade, M. G. (1996). Visual and postural coupling in the elderly. *Journal Sport Exercises Psychology*, 18, 10-21.
- Lorda Paz, R. (1990). *Educação física e recreação para a terceira idade*. Porto Alegre: Sagra.
- Newell, K. M.; Sloubounov, S. M.; Sloubounova, B. S. & Molenaar, P. C. M. (1997). Short-term non-stationarity and the development of postural control. *Gait & Posture*, 6, 56-62.
- Spiriduso, W.W. (1995). *Physical Dimensions of Aging*. Champaign: Human Kinetics.
- Wade, M. G.; Lindquist, R.; Taylor J. R. & Tret-Jacobson, D. (1995). Optical flow, spatial orientation, and the control of posture in the elderly. *Journal Gerontology Psychology Science*, 1(30), 51-58.
- Woollacott, M. H. & Manchester, D. L. (1993). Anticipatory postural adjustments in older adults: are changes in response characteristics due to change in strategy? *Journal Gerontology Medicine Science*, 2(48), 64-70.
- Woollacott, M. H. & Tang, P. F. (1997). Balance control during walking in the older adult: Research and its implications. *Physical Therapy*, 6(77), 646-660.

Nota dos autores

Marcelo Antonio Ferraz é filiado à UNICLAR, Batatais, SP. José Angelo Barela, Professor Assistente Doutor e Ana Maria Pellegrini, Professora Titular são filiados ao Depto. de Educação Física, Instituto de Biociências, UNESP, Rio Claro, SP.

Suporte Financeiro:

Marcelo A. Ferraz, CAPES - Bolsa de Mestrado

José A. Barela, FAPESP - Jovem Pesquisador. Proc.97/06137-3

Endereço:

Ana Maria Pellegrini

Depto Educação Física, IB, UNESP/RC

Av. 24-A, 1515 - Bela Vista

Rio Claro, 13505-900 SP

E-mail: anapell@rc.unesp.br

Manuscrito recebido em 20 de julho de 2001

Manuscrito aceito em 20 de novembro de 2001