



Atividade física e acoplamento entre percepção e ação no controle postural de idosos

Aline Steckelberg Cardozo¹, Ana Caroline Prioli¹ e José Ângelo Barela¹

¹Laboratório para Estudos do Movimento – Departamento de Educação Física – Instituto de Biociências – Universidade Estadual Paulista – Rio Claro – SP – Brasil

Cardozo, A. S.; Prioli, A. C.; Barela, J. A.; (2006).
Atividade física e acoplamento entre percepção e ação no controle postural de idosos. Motricidade 2(3): 178-191

Resumo

Devido ao crescente envelhecimento populacional, vários estudos têm procurado entender os processos relacionados ao envelhecimento e possíveis fatores intervenientes como, por exemplo, o efeito da atividade física. O processo de envelhecimento é caracterizado por mudanças em diversos sistemas; dentre estes o sistema de controle postural. Assim, este estudo tem como objetivo revisar alguns estudos que discutem as principais mudanças que ocorrem no controle postural decorrentes do processo de envelhecimento e os fatores que poderiam estar relacionados a estas mudanças. O sistema de controle postural envolve um intrincado relacionamento entre informação sensorial e ação motora, sendo que informações sensoriais são necessárias para identificar a posição relativa dos segmentos corporais e as forças que estão atuando no corpo para então ocorrer a ativação de grupos musculares específicos para alcançar ou manter uma posição desejada. Se por algum motivo este relacionamento entre informação sensorial e ação motora for alterado, mudanças no controle postural ocorrem. Este parece ser o caso no processo de envelhecimento. Entretanto, recentemente vários estudos têm indicado que atividade física regular é importante para amenizar estas alterações, contribuindo para melhorar a performance do sistema de controle postural em pessoas idosas.

Palavras-chaves: Envelhecimento/ Atividade Física/ Controle Postural/ Percepção-Ação.

data de submissão: 02-11-2005

data de aceitação: 22-06-2006

Abstract

Physical activity and perception and action coupling in elderly postural control

Due to the increasing elderly population, many studies have been trying to understand the aging processes and possible interviewing factors such as, for instance, the effects of physical activity. The aging process is characterized by changes in several systems; among these the postural control system. Therefore, this study examines the main changes in postural control system due to the aging process and the factors that would be related to these changes. Postural control system involves an intricate relationship between sensory information and motor action, in which sensory information is necessary to identify the relative body segment position and the forces acting on the body in order to occur activation of specific muscles to achieve or to maintain a desired position. If for some reason this relationship between sensory information and motor action is altered, changes in postural control occur. This seems to be the case due the aging process. However, several studies have recently indicated that regular physical activity is important in order to minimize these changes, contributing to improve postural control performance in elderly people.

Keywords: Aging/ Physical Activity/ Postural Control/ Perception-Action.





Introdução

O processo de envelhecimento populacional está acontecendo em todo o mundo, incluindo o Brasil, que possivelmente no ano 2025 contará aproximadamente com 30 milhões de idosos³⁰, sendo, portanto, crucial entender melhor as necessidades e características desta crescente população. Um dos grandes desafios nos últimos anos é garantir à população idosa qualidade de vida, com o intuito de garantir melhores condições de saúde para esta população. Este desafio tem despertado o interesse em entender, nos vários domínios, as alterações e os processos que desencadeiam estas alterações relacionadas com o aumento da idade.

Dentre as várias transformações decorrentes do processo de envelhecimento, são notórias as alterações que ocorrem no controle postural. Em termos práticos, a preocupação está centrada no aumento no número de quedas que ocorre com o aumento da idade e leva o idoso a um maior prejuízo funcional devido às lesões que estas podem causar²⁴. As fraturas causadas por quedas provocam enormes transtornos para as atividades da vida diária, pois a lesão além de afetar diretamente a capacidade funcional de idosos, faz com que estes apresentem medo de outra queda, o que freqüentemente resulta em uma restrição da atividade física⁵¹. Além disso, há um crescente aumento dos gastos públicos decorrentes de acidentes com idosos. Infelizmente, as alterações que ocorrem no funcionamento do sistema de controle postural, que poderiam estar relacionadas com a maior incidência de quedas nesta população, são pouco conhecidas e, ainda, longe de propiciar claro embasamento sobre programas e atividades orientadas para melhorar o funcionamento do controle postural.

A manutenção da postura ereta, mesmo em situações corriqueiras tais como ficar em pé aguardando para ser atendido em uma loja ou enquanto prepara o jantar, é uma tarefa complexa que envolve um intrincado relacionamento entre

informação sensorial e atividade motora¹. Esta complexidade reside no fato de que informações sensoriais são provenientes de diversos sistemas sensoriais (visual, somatosensorial e vestibular) e devem ser integradas no sistema nervoso central para oferecer ao sistema de controle postural informações sobre a posição relativa dos segmentos corporais uns em relação aos outros e sobre a posição e orientação do corpo no espaço²² e, então, o sistema efetor deve desencadear ativação motora apropriada, com base nestas diversas informações sensoriais disponíveis. Assim, o funcionamento do sistema de controle postural requer a integração de informações advindas de diversos canais sensoriais e a coordenação e controle da musculatura dos muitos segmentos corporais durante a manutenção ou a busca de uma determinada orientação postural^{19,22}.

Com o processo de envelhecimento, tem sido constatado um declínio na performance do sistema de controle postural sendo que, idosos, por exemplo, oscilam mais que adultos jovens^{6,9,35}. As causas para este declínio poderiam ser decorrentes de déficits sensoriais e motores e, ainda, da dificuldade de integração sensorial³⁴. Apesar dessas sugestões serem coerentes, ainda há necessidade de um melhor entendimento e resultados experimentais que permitam uma compreensão precisa e completa das alterações no funcionamento do controle postural em idosos. Alguns estudos têm demonstrado que a prática de atividade física regular propicia melhora na performance do controle postural em idosos^{11,13,40,49}. Entretanto, os efeitos da atividade física no controle postural de idosos precisam ser mais bem examinados bem como seus efeitos na performance do controle postural.

Dessa forma, o presente estudo procura discutir as alterações que poderiam estar interferindo no funcionamento do sistema de controle postural em idosos e apresentar algumas evidências para assim responder algumas das seguintes pergun-





tas: Quais são os principais fatores que poderiam estar contribuindo para as alterações do controle postural em idosos? Como informação sensorial e ação motora estão relacionadas durante a manutenção da postura nesta população? Estas alterações podem ser minimizadas pelos efeitos da atividade física?

Alterações funcionais com o envelhecimento

O envelhecimento é um processo ou grupos de processos que ocorrem nos organismos vivos e que, com o passar do tempo, levam a perda de adaptabilidade e prejuízo funcional, diminuindo a probabilidade de sobrevivência⁴⁷. Dentre as alterações decorrentes do envelhecimento estão as mudanças na composição corporal, nos mecanismos fisiológicos, nos sistemas sensoriais, no sistema neuromuscular e na velocidade do processamento de informação⁴⁷. O declínio funcional de células e tecidos em todos os órgãos, decorrente do envelhecimento, abrange alterações fisiológicas como a diminuição da força e massa muscular, da frequência cardíaca máxima, da tolerância ao exercício e da capacidade aeróbia e um aumento da gordura corporal⁵. Entretanto, o estado funcional é bastante heterogêneo entre indivíduos idosos da mesma idade cronológica em decorrência de diversos fatores e, principalmente, do estilo de vida, que contribuem para esta variação⁵. Ainda, com o aumento da idade, os seres humanos tendem a apresentar mudanças estruturais e funcionais que alteram seu relacionamento com o ambiente. Sendo assim, idosos respondem mais lentamente e de maneira menos eficaz às alterações ambientais, devido à deterioração dos mecanismos fisiológicos¹⁰.

Com o avanço da idade, ocorre uma diminuição nos níveis de força¹⁷, um aumento do tempo que o sistema neuromuscular leva para a produção de força^{50,55} e uma diminuição do grau de flexibilidade em virtude das alterações na capacidade

elástica dos músculos e mudanças estruturais e funcionais das articulações. Ainda, com o avanço da idade, também há um aumento na quantidade de gordura intramuscular e da área preenchida por tecido conectivo, e ao mesmo tempo, ocorre uma diminuição no número e no tamanho das fibras musculares^{15,23}. Entretanto, parece ser a redução no número e no tamanho das fibras musculares o principal fator para a diminuição da força verificada em idosos^{15,16,17,23,50,55}.

Esta redução do número de fibras musculares envolve inclusive as fibras do tipo II, de contração rápida, causando um aumento na demanda de tempo para que o músculo atinja sua capacidade máxima de gerar tensão^{16,50,55}. Além disso, com o envelhecimento ocorre uma diminuição significativa da massa muscular magra, o que resulta na perda da capacidade muscular³⁰. A redução da massa muscular ocorre tanto pela redução do tamanho quanto do número de fibras musculares, sendo que a força muscular diminui em aproximadamente 20% aos 65 anos³⁶. Por decorrência, idosos apresentam menor força e velocidade de contração e sofrem mais rapidamente os efeitos da fadiga muscular³⁶.

Além de mudanças do sistema muscular, há também algumas evidências de alterações que ocorrem nos sistemas sensoriais decorrentes do processo de envelhecimento, provocando diminuição da capacidade de obter informações provenientes tanto do próprio corpo como do ambiente. Por exemplo, a partir de certa idade é possível encontrar alterações no sistema somatosensorial, tais como: diminuição na capacidade dos receptores articulares em detectar movimentos dos segmentos corporais e dos fusos musculares e órgãos tendinosos de Golgi em detectar mudanças no comprimento e na tensão gerada pelos músculos^{21,38}. Com relação ao sistema vestibular, há constatação de diminuição no número de células ciliadas e sua substituição por tecido fibroso, ocorrendo um declínio no número de





neurônios vestibulares que levam as informações ao sistema nervoso central⁴¹. Ainda, por causa dos receptores vestibulares estarem restritas à cabeça, as informações vestibulares necessitam ser combinadas com as informações somatosensoriais para a correta discriminação da posição de um segmento corporal em relação ao outro⁴². Dessa forma, mudanças nestes sistemas sensoriais são decisivas para o funcionamento do sistema de controle postural e provocam alterações funcionais que estão relacionadas à coordenação dos movimentos em tarefas de controle postural.

Idosos também apresentam diminuição da capacidade funcional do sistema visual. Mudanças múltiplas na estrutura do olho fazem com que menos luz seja transmitida à retina, alterando, portanto, o limiar visual (quantidade de luz mínima necessária para ver um objeto)⁴⁵. Ainda, idosos apresentam dificuldade em perceber mudanças no ambiente, como por exemplo, alterações nas características do piso, tais como desníveis, presença de raízes de árvores e obstáculos naturais²⁹. Além disso, o declínio do funcionamento do sistema visual ainda compreende diminuição da visão periférica, velocidade de processamento de estímulo visual, visão dinâmica, estimação de velocidade e acomodação e qualidade da manutenção do foco visual em ambientes com muita claridade⁵³.

Dessa forma, levando em consideração que o controle postural é resultado de um relacionamento entre informação sensorial e ação motora, todas estas alterações que ocorrem nos sistemas sensoriais e motor, com o avanço da idade, podem afetar o funcionamento do controle postural. Assim, o relacionamento entre informação sensorial e ação motora necessita ser melhor analisado em idosos para que possíveis intervenções possam ser realizadas a fim de minimizar os efeitos do envelhecimento e contribuir, assim, com a qualidade de vida desta população.

Controle postural em idosos

A habilidade para controlar e manter a postura em pé é fundamental para o propósito do movimento humano e a perda ou declínio desta habilidade é um problema freqüente com o envelhecimento⁵². Estudos têm mostrado que alterações no controle postural são observadas com o avanço da idade^{4,7,52}. De forma geral, essas mudanças indicam que, após uma certa idade, o funcionamento do sistema de controle postural não apresenta a mesma performance verificada até então. As mudanças no controle postural que ocorrem no envelhecimento variam de acordo com a história de vida do indivíduo e com os fatores genéticos¹⁸. Também pode ser verificado que, enquanto nos primeiros anos de vida ocorre melhora no funcionamento do sistema de controle postural, com o passar dos anos ocorre um declínio na performance deste sistema. Por exemplo, durante a manutenção da posição em pé, indivíduos idosos oscilam mais que adultos jovens^{11,32}, apresentam uma menor região e menos controlada excursão do centro de pressão⁴ e apresentam aumento no número de quedas²⁴. Porém, alguns autores não encontraram diferenças entre adultos e idosos para a variável amplitude média de oscilação durante a manutenção da postura em pé^{6,12,31}.

Apesar destes dados contraditórios, a performance do sistema de controle postural tende a diminuir com o avanço da idade e este fato pode ser constatado pelo substancial aumento de quedas na população idosa^{24,29}. Assim, faz-se necessário desvendar e entender quais os fatores que levam a esta maior incidência. Entender as transformações no funcionamento do sistema de controle postural é crucial, pois com o passar dos anos, ocorrem alterações na constituição óssea, aumentando ainda mais a predisposição a quedas³⁶. Pior ainda, estas quedas resultam em fraturas, que são uma das principais causas de morbidez em idosos e podem representar um





Atividade física e acoplamento entre percepção e ação no controle postural de idosos

Aline Steckelberg Cardozo, Ana Caroline Prioli e José Ângelo Barela

marco na deterioração global do estado de saúde de um idoso⁵¹. Portanto, conhecer as transformações, as causas e possíveis fatores que afetariam o funcionamento do sistema de controle postural propiciaria a compreensão do funcionamento de um mecanismo básico para o ser humano e as condições para possíveis ações com o objetivo de reverter e minimizar estas alterações.

As alterações isoladas nos sistemas sensoriais e motor afetam o funcionamento do sistema de controle postural, pois alteram o relacionamento entre informação sensorial e atividade motora envolvida na manutenção de uma dada orientação postural. Alguns estudos têm verificado o efeito da manipulação da informação sensorial no controle postural de indivíduos idosos. Por exemplo, foi verificado que a manipulação da informação visual, proveniente de movimentos discretos de uma sala móvel, provocou oscilação corporal correspondente em idosos⁵². Efeito similar foi observado quando pessoas idosas foram expostas à situação da sala móvel com movimentação contínua e apresentaram oscilação corporal acompanhando a movimentação da sala móvel³⁹. Assim, embora o relacionamento entre informação sensorial e oscilação corporal possa estar alterado em idosos, este relacionamento ainda está presente nesta população.

Controle postural: ciclo percepção-ação

O sistema de controle postural tem como objetivos comportamentais a orientação e o equilíbrio postural¹⁹. Orientação postural refere-se ao relacionamento entre os segmentos corporais e entre estes e o ambiente. Equilíbrio postural refere-se ao controle das forças que atuam no corpo e nos diversos segmentos corporais, de forma que estas sejam anuladas e a orientação postural alcançada ou mantida¹⁹. Para que estes dois objetivos sejam alcançados, o sistema de controle postural necessita de informações sensoriais que possibilitem a

identificação da posição relativa dos segmentos corporais e o ambiente e das forças que estão atuando no corpo. Ainda, necessita ativar coerentemente grupos musculares para alcançar ou manter uma posição, alterando a relação de forças atuando neste corpo. Dessa forma, os objetivos comportamentais do controle postural, orientação e equilíbrio corporal, são alcançados a partir de um relacionamento intrincado entre informação sensorial e ação motora.

O relacionamento entre informação sensorial e atividade motora é contínuo e em algumas situações, como durante a manutenção da posição em pé, este relacionamento pode ser concebido como um ciclo percepção-ação^{1,43}. Nesse caso, informações sensoriais influenciam a realização das ações motoras relacionadas ao controle postural e simultaneamente, a realização destas ações motoras influencia a obtenção de informações sensoriais. Dessa forma, na manutenção da posição em pé, uma oscilação para frente é detectada pelos sistemas sensoriais e, conseqüentemente, é utilizada para que ocorra contração dos músculos posteriores para que esta oscilação seja revertida. Entretanto, assim que a oscilação é revertida, agora com o corpo oscilando para trás, um novo fluxo de informação faz-se disponível, indicando a nova direção da oscilação e, então, baseada nesta informação, nova contração, mas agora dos músculos anteriores, ocorre.

As principais fontes de informação sensorial para o funcionamento do sistema de controle postural são os sistemas visual, vestibular e somatosensorial³³. Porém, estes canais sensoriais não operam de forma independente e isolada. Pelo contrário, há uma sobreposição de informação sensorial disponível (abundância) que, na maioria das vezes, fornece informação redundante. Entretanto, em várias situações que envolvem, por exemplo, ambigüidade de informação sensorial, o sistema de controle postural necessita escalonar de forma diferenciada o peso das informações





sensoriais que usa³⁴. Em ambas situações, o que o sistema de controle postural busca é integrar as informações disponíveis para alcançar a interpretação mais fidedigna da orientação e equilíbrio postural. Isso é alcançado comparando as informações disponíveis com um modelo interno, podendo assim promover ativação muscular para manter ou alcançar uma nova posição corporal desejada^{3,19}.

A manipulação de uma fonte de informação sensorial pode desencadear ação motora correspondente, mesmo que as demais fontes de informações não sejam manipuladas. Dessa forma, através desta manipulação, é possível examinar como a informação sensorial é utilizada pelo sistema de controle postural para produzir ação motora relacionada à manutenção ou busca da orientação e equilíbrio postural, tendo em vista a mútua dependência entre informação sensorial e ação motora⁴⁴. Lee e colaboradores^{25,26,27} foram os primeiros a manipular informação visual quando criaram uma situação experimental na qual adultos jovens deveriam manter a posição em pé dentro de uma sala que poderia ser movimentada para frente ou para trás. Como consequência

desta manipulação, foi observada oscilação corporal correspondente ao movimento da sala. Em alguns casos, como em crianças, até quedas eram provocadas²⁵. Esta situação experimental foi denominada de paradigma da “sala móvel” e foi extensivamente utilizada para demonstrar que informação visual fazia parte do controle postural.

A Figura 1 apresenta exemplos da oscilação corporal de um adulto jovem desencadeada pela movimentação da sala móvel. Como pode ser observado, oscilação corporal coerente é desencadeada tanto na situação em que a sala móvel é movimentada de forma discreta (Figura 1a), para trás ou para frente, quanto na situação em que a sala móvel oscila continuamente durante 60 segundos (Figura 1b). A oscilação corporal é desencadeada em virtude de uma situação ilusória criada pelo movimento da sala. Nesse caso, o participante acha que a alteração na informação visual é decorrente de sua própria oscilação corporal e não da oscilação da sala móvel. Em ambos os casos de movimentação da sala, a manipulação da informação visual foi suficientemente forte para sobrepor as demais informações sensoriais

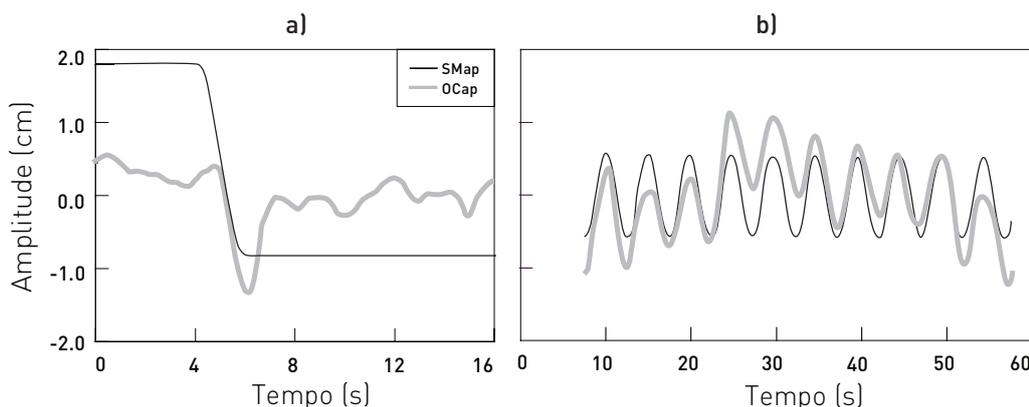


Figura 1: Exemplo de uma tentativa de um adulto jovem durante a movimentação discreta e contínua da sala móvel. O painel (a) apresenta a oscilação da sala (SMap) e a oscilação corporal do participante (OCap) na condição discreta. O painel (b) apresenta a oscilação da sala e a oscilação corporal do participante na condição contínua, em que a sala se movimentou com a frequência de 0,2 Hz.





(vestibular e somatosensória), mesmo que fornecendo informação incoerente, provocando oscilação correspondente.

Recentemente, vários aspectos da utilização da informação visual pelo sistema de controle postural têm sido examinados. Por exemplo, adultos parecem acoplar ao componente de velocidade da informação visual⁸ e a força deste acoplamento pode ser analisada através da estabilidade temporal entre a oscilação corporal e a informação visual⁴³. Comportamentos semelhantes também têm sido observados quando informação visual foi manipulada com bebês² e crianças³. Mais interessante, entretanto, é que adultos jovens parecem compensar eventuais alterações da informação visual disponível dinamicamente alterando os parâmetros de funcionamento do sistema de controle postural⁸, entretanto, este mecanismo apenas faz-se presente em crianças após a primeira década de vida¹⁴. Assim, a implementação do paradigma da sala móvel não apenas permitiu demonstrar que informação visual influencia o funcionamento do sistema de controle postural, mas também tem permitido desvendar como ocorre este relacionamento entre informação visual e ação motora.

Mais importante, nós gostaríamos de sugerir que este paradigma experimental também poderia ser utilizado para entender as alterações que ocorrem no funcionamento do controle postural em idosos.

Controle postural: ciclo percepção-ação em idosos

O funcionamento do ciclo percepção-ação também tem sido analisado na população idosa. Alguns autores verificaram que idosos também são influenciados pela manipulação da informação sensorial^{39,40}. A Figura 2 apresenta exemplos de oscilação corporal de um idoso desencadeada pela movimentação da sala móvel. Neste caso, a oscilação corporal também foi desencadeada tanto na situação em que a sala móvel foi movimentada de forma discreta (Figura 2a), quanto na forma contínua (Figura 2b).

Na verdade, a influência da movimentação da sala no funcionamento do controle postural em idosos não é novidade. Esta influência em indivíduos idosos já havia sido verificada quando uma sala móvel foi movimentada de forma discreta⁵².

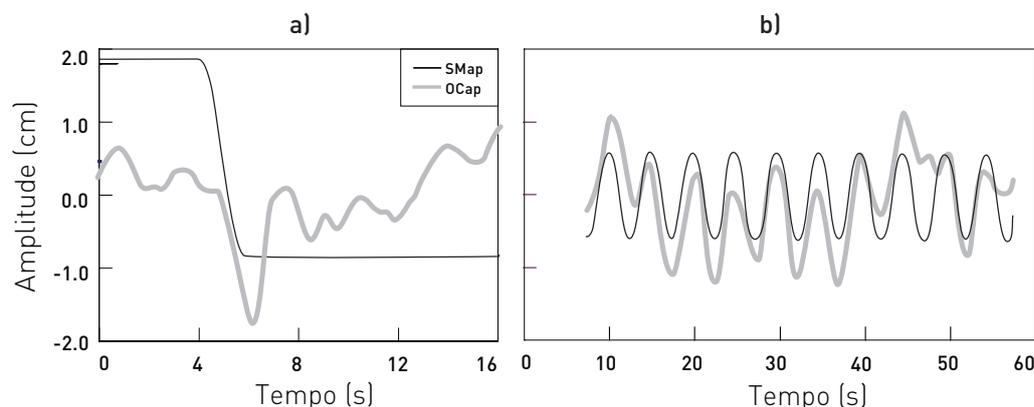


Figura 2: Exemplo de uma tentativa de um idoso durante a movimentação discreta e contínua da sala móvel. O painel (a) apresenta a oscilação da sala (SMap) e a oscilação corporal do participante (OCap) na condição discreta. O painel (b) apresenta a oscilação da sala e a oscilação corporal do participante na condição contínua, em que a sala se movimentou com a frequência de 0,2 Hz.





Tendo em vista que idosos são também influenciados pela manipulação da informação visual, a pergunta que surge é se o relacionamento entre informação sensorial e ação motora é similar entre idosos e adultos. Estes mesmos autores⁵² observaram que idosos eram mais influenciados pela manipulação da informação visual e oscilavam mais que adultos jovens. Assim, sugeriram que idosos apresentariam dificuldade em integrar as informações sensoriais disponíveis e, assim, não conseguiram se desvencilhar do efeito da informação visual. Entretanto, neste estudo não foi possível realizar uma análise mais circunstanciada do relacionamento entre informação visual e oscilação corporal em idosos, pois a informação visual foi manipulada de forma discreta não possibilitando observar a natureza do relacionamento entre informação visual e ação motora.

Mais recentemente, foi verificado que esse relacionamento diferia entre idosos e adultos jovens³⁹. Para tanto, a situação da sala móvel foi empregada, com movimentação contínua da mesma durante 60 segundos com velocidade de pico de 3,5 cm/s e amplitude ao redor de 7 cm. Os resultados apontaram que o acoplamento entre a informação visual e a oscilação corporal em idosos foi semelhante ao acoplamento verificado em adultos. Dessa forma, pode-se concluir que possíveis problemas no funcionamento do controle postural em idosos não seriam decorrentes de alterações no acoplamento entre informação sensorial e ação motora. Entretanto, neste estudo foi possível constatar que enquanto todos os adultos jovens foram capazes de discriminar a situação de movimentação da sala, nenhum participante idoso conseguiu discriminar o que estava acontecendo³⁹. Os autores sugeriram que a situação da sala móvel é discriminada a partir da comparação das informações sensoriais provenientes dos diversos canais sensoriais e que, neste caso, idosos apresentariam dificuldades em integrar estas informações para discriminar a situação de manipulação da infor-

mação visual decorrente de movimentos da sala.

Tendo em vista os resultados, alguns autores^{39,40,52} procuraram verificar de forma mais controlada a influência da sala na oscilação corporal de idosos, tanto com movimentos discretos quanto contínuos. No caso dos movimentos contínuos, o estudo de Prioli et al.⁴⁰ procurou utilizar parâmetros de oscilação da sala diferentes daqueles utilizados por Polastri et al.³⁹, como por exemplo, velocidade de pico de 0,6 cm/s e amplitude de oscilação de aproximadamente 1 cm. Tais alterações foram importantes para que nenhum grupo pudesse discriminar a oscilação da sala de forma consciente e, assim, verificar o funcionamento do sistema de controle postural sem a interferência de aspectos intencionais. Os autores observaram que na condição em que a sala foi movimentada de forma discreta, idosos sedentários apresentaram maior deslocamento quando comparados com adultos jovens. Estes resultados foram similares aos observados no estudo de Wade e colaboradores⁵². Na condição contínua, entretanto, idosos sedentários apresentaram acoplamento entre o movimento da sala e a oscilação corporal mais forte que adultos jovens⁴⁰.

Os resultados obtidos com a manipulação da informação visual de forma discreta e contínua podem ser explicados pelo fato de que idosos apresentam dificuldades na integração sensorial para discriminar a situação de conflito sensorial que a manipulação da sala cria com relação à informação visual. Em ambas as situações, há a necessidade de discriminar a manipulação de uma informação sensorial, com base nas demais informações, para então diminuir a influência da informação manipulada sobre a oscilação corporal. Claramente, idosos foram mais influenciados pela manipulação da informação visual em ambas situações.

Assim, diante desses estudos apresentados, é possível sugerir que idosos não apresentam problemas em detectar informação sensorial para uti-





Atividade física e acoplamento entre percepção e ação no controle postural de idosos

Aline Steckelberg Cardozo, Ana Caroline Prioli e José Ângelo Barela

lizá-la no funcionamento do sistema de controle postural. Entretanto, idosos apresentam dificuldades em discriminar situações de conflito sensorial. Esta dificuldade poderia estar relacionada a dois aspectos⁴⁰. Primeiro que idosos teriam dificuldade em discriminar a situação conflitante pelo fato de não conseguirem discriminar pequenas alterações nos estímulos sensoriais disponíveis e, segundo, que idosos necessitariam de um tempo maior para processar as alterações ocorridas no estímulo sensorial e, então, sofreriam também uma maior influência da situação de conflito sensorial até que conseguisse resolvê-lo. Considerando o primeiro aspecto, idosos teriam que ser submetidos a situações nas quais os estímulos sensoriais apresentassem diferentes alterações, por exemplo, magnitudes maiores, para então conseguir a resolução de conflito sensorial. Entretanto, verificação empírica destas sugestões necessita ser obtida para melhor entender a razão da dificuldade na resolução de conflito sensorial em idosos.

Efeito da atividade física no controle postural de idosos

A capacidade funcional de idosos é favorecida pela prática regular de atividade física, contribuindo para a melhora da marcha, aumento da força, manutenção do peso corporal, melhora do equilíbrio e diminuição do número de quedas⁴⁷. Os benefícios da atividade física são funcionalmente observados, pois promove benefícios tanto ao sistema sensorial quanto ao motor⁴⁷. Neste sentido, seria pertinente sugerir que a prática da atividade física minimizaria as alterações que ocorrem no controle postural. Por outro lado, com a ausência de atividade física, o idoso pode sofrer mais com o processo de regressão e degeneração dos vários sistemas do organismo, conseqüentemente alterando seu padrão de coordenação motora²⁸. Entretanto, os reais efeitos da prática de atividade física tanto para o controle postural quanto para

o controle motor ainda necessitam de verificação empírica detalhada, com controle rigoroso das muitas variáveis intervenientes.

Recentemente, diversas tentativas têm sido realizadas para constatar empiricamente os benefícios da atividade física para a população idosa. Dentre as diversas possibilidades de atividade física, o treinamento de força exerce um papel importante na capacidade funcional, na manutenção e/ou melhoria da independência e autonomia do indivíduo idoso. O treinamento de força em idosos pode ser utilizado para aumentar a massa muscular e a força, fazendo com que eles realizem mais facilmente e com melhor performance tarefas diárias²⁰. Ainda, os benefícios dos exercícios de força poderiam estar contribuindo através da maior ativação muscular, para a manutenção do equilíbrio, a fim de realizar uma ação desejada. Similarmente, os exercícios aeróbios contribuem para a melhora do fluxo sanguíneo, aumentando a capilarização das extremidades corporais, contribuindo para a manutenção da contractibilidade das fibras musculares e da sensibilidade da pele⁴⁸.

Com relação ao funcionamento do sistema de controle postural, atividade física também promove benefícios, provocando desempenhos melhores nos indivíduos que estão envolvidos em algum programa de atividade física. Por exemplo, a performance na manutenção da postura em pé de idosos que praticam regularmente atividade física é superior aos que não praticam atividade física¹¹. Constatação semelhante foi verificada em outro estudo³⁷, sugerindo que o declínio no sistema de controle postural pode estar associado à inatividade e que a prática de atividade física e esporte melhora a performance postural e reduz, como conseqüência, o número de quedas.

Tendo em vista a constatação de que atividade física melhora a performance do sistema de controle postural, Gauchard et al.¹³ examinaram qual tipo de exercício poderia proporcionar maior benefício para o equilíbrio postural. Os resultados





indicaram que a prática regular de atividades que propiciam estimulação proprioceptiva, tais como yoga e ginástica leve, promovem melhoras significativas no controle postural de idosos. Por outro lado, atividades como natação, corrida e ciclismo promoveram melhora na força muscular mas que não reflete em significativo benefício para a manutenção do equilíbrio postural. Ainda, através deste estudo¹³ foi possível concluir que a prática de atividade física é altamente recomendada para indivíduos idosos, independentemente de sua especificidade. Resultados de um outro estudo⁴⁹

anteriormente, o funcionamento do sistema de controle postural envolve um intrincado relacionamento entre informação sensorial e ação motora. Sendo assim, recentemente, Prioli et al.⁴⁰ verificam o acoplamento entre informação visual e oscilação corporal em idosos ativos (praticantes de atividade física regular, três vezes por semana) e sedentários através da manipulação de uma sala móvel, oscilada de forma discreta. Os resultados mostraram que idosos sedentários apresentaram maior deslocamento corporal comparado com idosos ativos e adultos jovens. A Figura 3 apre-

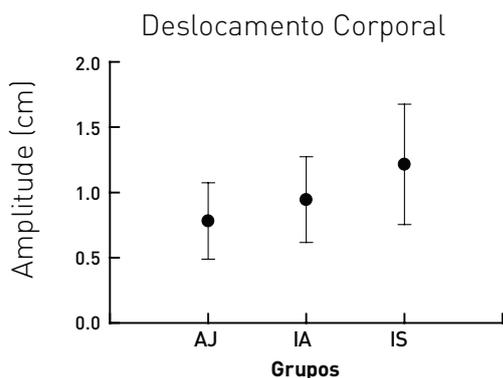


Figura 3: Deslocamento corporal na direção ântero-posterior de adultos jovens (AJ), idosos ativos (IA) e idosos sedentários (IS) na manutenção da postura em pé durante a movimentação discreta da sala para frente e para trás..

também sugeriram que programas de atividade física voltados para a melhoria da qualidade da informação sensorial podem apresentar melhores resultados quando comparados com outros tipos de atividade motora. Mais importante ainda é que, melhoras no funcionamento do sistema de controle postural, a partir de treinamento baseado em informação sensorial, parecem promover melhoras na capacidade de realizar as tarefas da vida diária⁴⁶.

Uma importante questão que surge a partir da constatação da importância da atividade física é o que esta prática poderia estar promovendo no sistema de controle postural. Como discutido

sentia a amplitude de oscilação corporal desencadeada pela manipulação da informação visual para os três grupos estudados. Com base nestes resultados, foi possível sugerir que idosos sedentários são mais influenciados pela informação sensorial em situações ilusórias, indicando que estes participantes apresentam dificuldade em discriminar corretamente situações de conflito sensorial. Essa dificuldade poderia ser decorrente de diferenças no processo de integração sensorial e provocaria alterações na performance motora, tais como maior oscilação corporal em situações de manutenção da postura e em situações do dia-a-dia, conseqüentemente, maior número de quedas.





Atividade física e acoplamento entre percepção e ação no controle postural de idosos

Aline Steckelberg Cardozo, Ana Caroline Prioli e José Ângelo Barela

Mais importante, porém, é que a prática de atividade física pode amenizar esta dificuldade de integração sensorial.

De acordo com tais sugestões e resultados experimentais, parece pertinente concluir que a ausência de atividade física promove um declínio ainda mais acentuado da performance motora de idosos. Ainda, como descrito anteriormente, alguns autores atribuem este declínio a fatores sensoriais e outros a fatores motores. Entretanto, tendo em vista que o controle postural envolve a relação entre ambos, é possível sugerir que este declínio na performance motora, observado em idosos, ocorreria devido à alterações no relacionamento entre informação sensorial e ação motora, não possibilitando discriminação precisa da orientação e equilíbrio postural, principalmente em situações de conflito sensorial. Tendo em vista que qualquer atividade física envolve tanto aspectos sensoriais como motores, a participação em programas de atividade física promoveria fortalecimento deste relacionamento e, conseqüentemente, a manutenção ou a minimização do declínio deste relacionamento. Portanto, atividade física propiciaria condições para a manutenção do ciclo percepção-ação, de forma a refletir em performances superiores nas tarefas do controle postural e nas demais tarefas realizadas no dia-a-dia.





Referências

1. Barela JA (2000). Estratégias de controle em movimentos complexos: ciclo percepção-ação no controle postural. *Rev Paul Educ Fis. Suplemento 3*: 79-88.
2. Barela JA, Godoi D, Freitas Júnior PB, Polastri PF (2000). Visual information and body sway coupling in infants during sitting acquisition. *Infant Behav Dev.* 23 (3-4): 285-297.
3. Barela JA, Jeka JJ, Clark JE (2003). Postural control in children I. The use of visual and somatosensory information to attenuate body sway. *Exp Brain Res.* 150: 434-442.
4. Blaszczyk JW, Lowe DL, Hansen PD (1994). Ranges of postural stability and their changes in the elderly. *Gait Posture.* 2:11-17.
5. Busby-Whitehead J (2001). Exercícios físicos para idosos. In: Reichel W (ed.). *Reichel Assistência ao Idoso: aspectos clínicos do envelhecimento*. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 109-113.
6. Collins JJ, De Luca CJ, Burrows A, Lipsitz LA (1995). Age-related changes in open-loop and closed-loop postural control mechanisms. *Exp Brain Res.* 104: 480-492.
7. Di Fabio RP, Emasithi A (1997). Aging and the mechanism underlying head and postural control during voluntary motion. *Phys Ther.* 77:458-475.
8. Dijkstra TMH, Schöner G, Giese MA, Gielen CCAM (1994). Frequency dependence of the action-perception cycle for postural control in a moving visual environment: relative phase dynamics. *Biol Cybern.* 7:489-501.
9. Era P, Heikkinen E (1985). Postural sway during standing and unexpected disturbance of balance in random samples of men of different ages. *J Gerontol.* 40 (3):287-295.
10. Farinatti PTV (2002). Teorias biológicas do envelhecimento: do genético ao estocástico. *Rev Bras Med Esporte.* 8(4):129-138.
11. Ferraz MA, Barela JA, Pellegrini AM (2001). Acoplamento sensorio-motor no controle postural de indivíduos idosos fisicamente ativos e sedentários. *Motriz.* 7(2): 99-105.
12. Freitas Júnior PB (2003). *Características comportamentais do controle postural de jovens, adultos e idosos*. Dissertação (Mestrado em Ciências da Motricidade) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, Brasil.
13. Gauchard GC, Jeandel C, Tessier A, Perrin PP (1999). Beneficial effect of proprioceptive physical activities on balance control in elderly human subjects. *Neurosci Lett.* 273:81-84.
14. Godoi D (2004). *Efeitos da manipulação do estímulo visual no controle postural nas faixas etárias de 4 a 14 anos de idade*. Dissertação (Mestrado em Ciências da Motricidade) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, Brasil.
15. Goodpaster BH, Carlson CL, Visser M, Kelley DE, Scherzinger, A, Harris TB, Stamm E, Newman AB (2001). Attenuation of skeletal muscle and strength in the elderly: the health ABC study. *J Appl Physiol.* 90: 2157-2165.
16. Häkkinen K, Häkkinen A (1991). Muscle cross-sectional area, force production and relaxation characteristics in women at different ages. *Eur J Appl Physiol.* 62: 410-414.
17. Häkkinen K, Pastinen U-M, Karsikas R, Linnamo V (1995). Neuromuscular performance in voluntary bilateral and unilateral contraction and during electrical stimulation in men at different ages. *Eur J Appl Physiol.* 70: 518-527.
18. Hay L, Bart C, Fleury M, Teasdale N (1996). Availability of visual and proprioceptive afferent messages and postural control in elderly adults. *Exp Brain Res.* 108: 129-139.
19. Horak FB, Macpherson JM (1996). Postural orientation and equilibrium. In: Rowell LB, Shepard JT. *Handbook of physiology*. New York: Oxford University Press, 255-292.
20. Hunter GR, Wetzstein CJ, Mclafferty Jr, CL, Zuckerman PA, Landers KA, Bamman MM (2001). High-resistance versus variable-resistance





Atividade física e acoplamento entre percepção e ação no controle postural de idosos

Aline Steckelberg Cardozo, Ana Caroline Prioli e José Ângelo Barela

training in older adults. *Med Sci Sports Exerc.* :1759-1764.

21. Hurley MV, Rees J, Newhan DJ (1998). Quadriceps function, proprioceptive acuity and functional performance in healthy young, middle-aged and elderly subjects. *Age and Ageing.* 27:55-62.

22. Jeka JJ, Oie K, Kiemel KS (2000). Multisensory information for human postural control: integrating touch and vision. *Exp Brain Res.* 134:107-125.

23. Kent-braun JA, Ng AV, Young K (2000). Skeletal muscle contractile and noncontractile components in young and older women and men. *J Appl Physiol.* 88:662-668.

24. Lajoie Y, Gallagher SP (2004). Predicting falls within the elderly community: comparison of postural sway, reaction time, the Berg Balance scale and the Activities-specific Balance Confidence (ABC) scale for comparing fallers and non-fallers. *Arch Gerontol Geriatr.* 38:11-26.

25. Lee DN, Aronson E (1974). Visual proprioceptive control of standing in human infants. *Percept Psychophys.* 15:529-532.

26. Lee DN, Lishman JR (1975). Visual proprioceptive control of stance. *J Hum Mov Stud.* 1:87-95.

27. Lishman JR, Lee DN (1973). The autonomy of visual kinaesthesia. *Posture.* 2:287-294.

28. Lorda Paz, R (1990). *Educação física e recreação para a terceira idade.* Porto Alegre: Sagra.

29. Lord SR, Sherrington C, Menz HB (2001). *Falls in older people: risk factors and strategies for prevention.* Cambridge: Cambridge University Press.

30. Mazo GZ, Lopes M.A, Benedetti, TB (2001). *Atividade física e o idoso: concepção gerontológica.* Porto Alegre: Sulina.

31. Maki BE, Holliday PJ, Fernie GR (1990). Aging and postural control: a comparison of spontaneous- and induced-sway balance tests. *J Am Ger Soc.* 38:1-9.

32. McClemaghan BA, Williams HG, Dickerson

J, Dowda M, Thombs L, Eleazer P. Spectral characteristics of aging postural control. *Gait Posture.* 4:112-121.

33. Nashner LM (1981). Analysis of stance posture in humans. In: Towe AL, Luschei ES. *Handbook of Behavioral Neurology* (vol. 5). New York: Plenum, 527-565.

34. Oie KS, Kiemel T, Jeka JJ (2002). Multisensory fusion: simultaneous re-weighting of vision and touch for control of human posture. *Cogn Brain Res.* 14:164-176.

35. Panzer VP, Bandinelli S, Hallett M (1995). Biomechanical assessment of quiet standing and changes associated with aging. *Arch Phys Med Rehabil.* 76:151-157.

36. Papaleo Netto M (1996). *Gerontologia: a velhice e o envelhecimento em visão globalizada.* São Paulo: Editora Atheneu.

37. Perrin PP, Gauchard GC, Perrot C, Jeandel C (1999). Effects of physical and sporting activities on balance control in elderly people. *Br J Sports Med.* 33:121-126.

38. Petrella RJ, Lattanzio PJ, Nelson MG (1997). Effect of age and activity on knee joint proprioception. *Am J Phys Med Rehab.* 76(3): 235-241.

39. Polastri PF, Barela AMF, Barela JA (2001). Controle postural em idosos: relacionamento entre informação visual e oscilação corporal. In: *IX Congresso Brasileiro de Biomecânica.* Vol. 2. Anais (pp.132-137) Porto Alegre: Escola de Educação Física, UFRGS.

40. Prioli AC, Freitas Junior PB, Barela JA (2005). Physical activity and postural control in elderly: coupling between visual information and body sway. *Gerontology.* 51(3):145-148.

41. Rauch SD, Velazquez-Villasenor L, Dimitri PS, Merchant SN (2001). Decreasing Hair Cell Counts in Aging Humans. *Annals of New York Academy of Science* 942:220-227

42. Sage GH (1984). *Motor learning and control: a neuropsychological approach.* Iowa: Wm. C. Brown.

43. Schöner G (1991). Dynamic theory of





action-perception patterns: the “moving room” paradigm. *Biol Cybern.* 64:455-462.

44. Schöner G, Dijkstra TMH, Jeka JJ (1998). Action-perception patterns emerge from coupling and adaptation. *Ecol Psychol.* 10(3-4):323-346.

45. Shumway-cook A, Woollacott M H (2003). *Controle motor: teorias e aplicações práticas*. São Paulo: Manole.

46. Sihvonen SE, Sipilä S, Era PA (2004). Changes in postural balance in frail elderly women during a 4-week visual feedback training: a randomized controlled trial. *Gerontology.* 50(2):87-95.

47. Spirduso WW (1995). *Physical dimensions of aging*. Champaign: Human Kinetics

48. Spirduso WW, Asplund LA (1995). Physical Activity and Cognitive Function in the Elderly. *Quest.* 47:395-410.

49. Tang PF, Woollacott MH (1996). Balance control in older adults: training effects on balance control and the integration of balance control into walking. In: Fernandez AM, Teasdale N (ed.). *Changes in sensory motor behavior in aging*. New York: Elsevier, 339-367.

50. Vandervoort AA (1992). Effects of ageing on human neuromuscular function: implications for exercise. *Can J Sport Sci.* 17(3):178-184.

51. Vernon MS (2001). Acidentes com o idoso. In: Reichel W (ed.). *Reichel Assistência ao Idoso: aspectos clínicos do envelhecimento*. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 555-562.

52. Wade M, Lindquist R, Taylor J, Treat-Jacobson D (1995). Optical flow, spatial orientation, and the control of posture in the elderly. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci.* 50:P51-P58.

53. Woollacott MH, Tang, PF (1997). Balance control during walking in the older adult: research and its implications. *Phys Ther.* 77(6):646-660.

54. Woollacott MH, Shumway-Cook A, Nashner LM (1986) Aging and posture control changes in sensory organization and muscular coordination. *Int J Aging and Human Development.* 23 (3):97-114.

55. Young A, Skelton DA (1994). Applied physiology of strength and power in old age. *Int J Sports Med.* 15:149-151.

Correspondência:

Prof. Dr. José Angelo Barela
Laboratório para Estudos do Movimento –
Depto de Educação Física
Instituto de Biociências – UNESP/RC.
Av. 24-A, 1515, Rio Claro – SP – Brasil
CEP: 13506-900.
E-mail: jbarela@rc.unesp.br
Telefone: (019) 3526-4108
Fax: (019) 3534-0009

