

Controle postural e informação somatosensorial em idosos diabéticos praticantes e não praticantes de atividade física

Postural control and somatosensory information in diabetic elderlies physically active and non-active

RAZUK M, LOPES AG, BARELA JA. Controle postural e informação somatosensorial em idosos diabéticos praticantes e não praticantes de atividade física. **R. Bras. Ci. e Mov** 2010;18(1):26-34.

RESUMO: O objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho do controle postural e a obtenção de informação somatosensorial de idosos diabéticos praticantes e não praticantes de atividade física. Participaram deste estudo dez idosos diabéticos ativos ($62 \pm 4,4$ anos) (GDA), dez diabéticos sedentários ($65,5 \pm 7,4$ anos) (GDS) e dez idosos saudáveis ativos ($63,2 \pm 4,5$ anos) (GCA), que realizaram avaliação de sensibilidade cutânea e detecção de movimento passivo, nas articulações do tornozelo e joelho, e de manutenção da postura nas posturas bipedal e *tandem stance*. Os resultados indicaram pior desempenho do GDS na detecção do movimento passivo e do controle postural, nas condições de maior exigência das tarefas. Especificamente, o GDS apresentou maior amplitude média de oscilação, na direção médio-lateral, durante manutenção da postura ereta na posição *tandem stance*. No teste de sensibilidade ao movimento passivo, o GDS precisou de um maior deslocamento angular para perceber o movimento das articulações do joelho e tornozelo. Nenhuma diferença foi observada entre os GDA e GCA. Estes resultados indicam que as alterações decorrentes do diabetes deterioram a capacidade de obtenção de informação sensorial e funcionamento do sistema de controle postural. Entretanto, essas alterações podem ser minimizadas com a prática regular de atividade física, fazendo com que pacientes diabéticos ativos apresentem o mesmo desempenho que idosos ativos não diabéticos.

Palavras-chave: Diabetes mellitus; Exercício; Percepção; Postura.

ABSTRACT: The purpose of this study was to assess the performance of the sensory and postural control somatosensory information in elderly diabetics practitioners and non-practitioners of physical activity programs. Participated of this study ten active diabetics (62 ± 4.4 year-old) (GAD), ten sedentary diabetics (65.5 ± 4.5 year-old) (GSD), and ten healthy elderlies (63.2 ± 4.5 year-old) (GHE), who were submitted to skin sensitivity and passive motion detection tests, in the ankle and knee joints, and maintenance of upright bipodal and tandem stance position. The results indicate worst performance of the GDS in the assessment of passive movement detection and postural control, in the more demanding tasks. Specifically, the GSD showed higher mean sway amplitude, in the medial-lateral direction in the tandem stance position. In the passive motion detection test, the GSD needed a larger angular displacement in order to detect the passive motion of the knee and ankle passive motion. No differences were observed between GAD and GHE. These results indicate that the changes due to diabetes decrease the capacity of obtaining sensory information and the functioning of the postural control system. However, these changes can be minimized with regular physical activity.

Key Words: Diabetes mellitus; Exercise; Perception; Posture.

Milena Razuk¹
Andrei G. Lopes²
José A. Barela³

¹Universidade Estadual Paulista (UNESP), Curso de Graduação, Bacharelado em Educação Física, Instituto de Biociências, Campos Rio Claro, Departamento de Educação Física, Laboratório para Estudos do Movimento (LEM).

²Universidade Estadual Paulista (UNESP), Curso de Pós Graduação em Ciências da Motricidade, Instituto de Biociências, Campus de Rio Claro, Departamento de Educação Física, Laboratório para Estudos do Movimento (LEM).

³Universidade Cruzeiro do Sul, Instituto de Ciências da Atividade Física e Esporte, Prof. Dr. do Programa de Pós-graduação em Ciências do Movimento Humano, Laboratório de Análise do Movimento (LAM)

Recebido em: 23/12/2009.
Aceito em: 23/07/2010.

Contato: José Angelo Barela - jose.barela@cruzeirodosul.edu.br

Introdução

O Diabetes Mellitus (DM) é uma doença de caráter endócrino e seus números crescem concomitante ao aumento populacional global. A Federação Internacional de Diabetes estima que mais de 245 milhões de pessoas no mundo têm diabetes e que esse total deverá aumentar para 380 milhões no prazo de 20 anos, sendo que a cada ano, sete milhões de pessoas desenvolvem diabetes. Estes índices de incidência, além de outros aspectos, sinalizam a abrangência da DM e indicam os enormes custos com o tratamento da população acometida.

Uma das complicações decorrentes do DM é a ocorrência da neuropatia diabética (ND), que causa um déficit nervoso progressivo dos componentes sensoriais, motor e autônomo dos nervos periféricos. Este déficit afeta diretamente o comportamento motor^{5,6,13}, devido ao fato do nervo periférico ser o veículo comum de carregamento das informações sensoriais e o veículo efetor dos comandos provindos do sistema nervoso central. Dessa forma, tanto alterações do andar quanto alterações do controle postural acompanham o caráter progressivo da ND devido, principalmente, a uma íntima relação entre alterações fisiológicas e mecânicas ocorridas ao longo da evolução da doença^{19,20}.

Dentre as diversas alterações comportamentais, pacientes com ND apresentam um maior índice de quedas, durante o andar, na manutenção da postura ereta e também nas AVDs^{1,10,13,18,24}. Esse aumento na incidência de quedas também tem sido associado ao processo de envelhecimento, decorrente do declínio do controle postural^{3,7,23}. Dessa forma, a ocorrência da DM e o processo de envelhecimento podem causar alterações funcionais importantes no controle postural, porém muito pouco é conhecido sobre as possíveis alterações que o DM causa nos mecanismos de funcionamento do sistema de controle postural, que afetam a manutenção e o equilíbrio de uma posição corporal desejada.

A manutenção da postura ereta envolve um relacionamento coerente e dinâmico entre informação sensorial e ação motora². Quando este relacionamento entre informação sensorial e ação motora é alterado, como pode ser o caso em pacientes com DM, alterações no

desempenho do controle postural podem ocorrer. Infelizmente, até o presente momento, não há, em um mesmo estudo, análise do desempenho de controle postural em idosos diabéticos ativos, idosos diabéticos sedentários e grupo controle observando e comparando o desempenho dos sistemas sensoriais e efetores. Desta forma, a realização de um estudo neste aspecto tornaria possível iniciar o esclarecimento das reais causas das alterações no controle postural em idosos diabéticos.

Considerando que pacientes diabéticos apresentam deterioração do sistema nervoso periférico, com possíveis perdas sensoriais e motoras, é provável que o funcionamento do sistema de controle postural seja alterado, nesta população. Especialmente, durante a manutenção da postura ereta, se pacientes com DM apresentarem deterioração de informação somatosensorial dos membros inferiores, a magnitude de oscilação corporal destes pacientes poderia ser maior. Ainda, diversos estudos apontam para a importância da prática do exercício físico, principalmente na terceira idade. Neste caso, idosos ativos, engajados em programas regulares de atividade física, apresentam melhor controle postural^{8,9,11,14}. Apesar destas evidências dos benefícios da prática de atividade física no controle postural de idosos, não há estudo que tenha examinado esses possíveis efeitos em idosos diabéticos. Dessa forma, o objetivo desse estudo foi examinar o controle postural e a capacidade de obtenção de informação somatosensorial em idosos diabéticos praticantes e não praticantes de atividade física regular.

Materiais e métodos

Participantes

Participaram deste estudo 30 indivíduos idosos, de ambos os gêneros, que compuseram três grupos: 10 idosos com diabetes ($62 \pm 4,4$ anos) que participavam de um programa de atividade física regular e sistematizado (GDA); 10 idosos com diabetes ($65,5 \pm 7,4$ anos) que não praticaram ou estavam envolvidos em qualquer prática regular e sistematizada de atividade física, sendo denominados de grupo diabéticos sedentários (GDS); e, finalmente, 10 idosos sem diagnóstico de diabetes

(63,2±4,5anos) que estavam envolvidas em programa regular e sistematizada de atividade física, sendo denominado de grupo controle ativo (GCA). Os participantes nos respectivos grupos foram pareados por gênero e idade.

Os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, aprovado pelo Comitê de Ética do Instituto de Biociências da UNESP, Campus de Rio Claro. Os participantes foram informados de que poderiam interromper, caso assim desejassem, sua participação no estudo e que as respectivas identidades seriam mantidas em sigilo.

Procedimentos

Os participantes realizaram uma única visita ao Laboratório para Estudos do Movimento, Departamento de Educação Física, Instituto de Biociências, UNESP/RC para a realização das avaliações. Para avaliar o sistema somatosensorial foram realizados os testes de sensibilidade ao movimento passivo, das articulações do tornozelo e joelho direitos, e de sensibilidade à pressão cutânea. Para o primeiro teste, foi utilizado um equipamento especialmente desenvolvido para este fim e para o segundo foi utilizado o Kit Estesiômetro. A figura 1 apresenta fotos ilustrativas de ambos os protocolos.

Para realização do teste de sensibilidade ao movimento passivo, os participantes assumiram a posição sentada (ângulo coxa-perna em torno de 90 graus) em uma cadeira especialmente desenvolvida para este tipo de teste. Para realização do teste de sensibilidade na articulação do tornozelo, os participantes permaneceram com o pé direito apoiado sobre uma base (ângulo perna-pé em torno de 90 graus), que realizava flexão plantar e dorsiflexão do tornozelo. Para realização do teste de sensibilidade na articulação do joelho, os participantes permaneceram com a perna direita solta e com a porção posterior do calçado levemente encostada em uma haste de metal que era movimentada anteriormente ou posteriormente, provocando flexão e extensão do joelho, respectivamente. A velocidade de deslocamento angular

do tornozelo e joelho foi de 0,5 grau/segundo, conforme utilizado em estudos anteriores⁴.

Para a realização do teste de sensibilidade ao movimento passivo, os participantes foram vendados e mantinham em uma das mãos um dispositivo liga-desliga que, quando acionado, interrompia o deslocamento da plataforma ou da haste na qual o pé estava amparado. Para tanto, foi solicitado aos participantes que quando estes detectassem o movimento ao redor da articulação do tornozelo ou joelho, deveriam interromper o movimento acionando o dispositivo liga-desliga.

Três tentativas foram realizadas em cada condição (flexão plantar/dorsiflexão e flexão/extensão), determinadas de forma aleatória. Os participantes foram informados de que o movimento poderia iniciar a qualquer momento após o comando “prepare...valendo!” e instruídos a acionar o dispositivo o mais rápido possível, assim que percebesse o movimento. O intervalo de tempo decorrido entre o comando e o início do movimento foi também variado aleatoriamente, para evitar que o participante acionasse o dispositivo sem que o movimento tivesse realmente ocorrido. Ainda, após cada tentativa, o participante foi questionado sobre a direção do movimento (flexão plantar/dorsiflexão e flexão/extensão) para certificar que ele de fato identificou o deslocamento da articulação.

O deslocamento angular foi registrado utilizando um sistema de análise de movimento OPTOTRAK (3020, NDI, INC.), com emissores ativos desse sistema posicionados sobre a estrutura da cadeira. A aquisição do sinal dos emissores ativos ocorreu em uma frequência de 100 Hz. O deslocamento angular correspondeu à variação angular entre o início do deslocamento da articulação do tornozelo ou joelho até a interrupção do deslocamento do movimento realizado pelo participante.

Para o teste de sensibilidade à pressão cutânea, foi utilizado o Kit Estesiômetro (*Semmes-Weinstein Monofilaments*), que consiste em um conjunto de seis monofilamentos de nylon, de comprimentos iguais, cores e diâmetros diferentes, utilizados para exercer pressão

sobre a pele de acordo com a gramagem do filamento, que

varia de 0,05 a 300 g. O protocolo de avaliação seguiu as

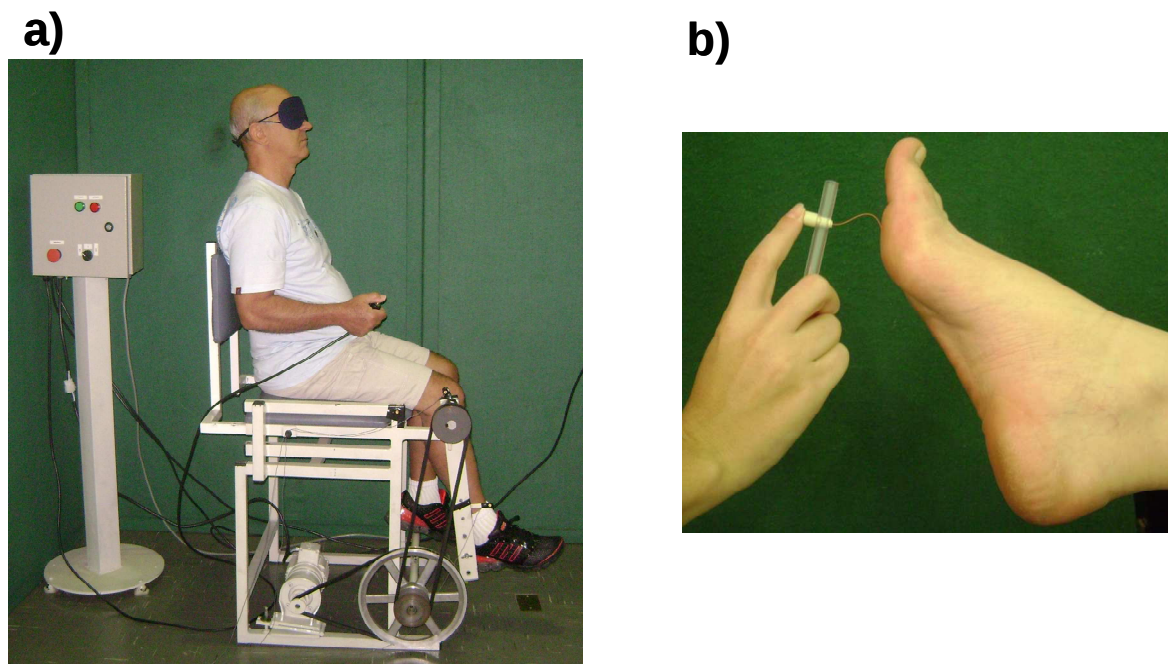


Figura 1. Situação experimental da avaliação de sensibilidade ao movimento articular passivo (a) e da avaliação da sensibilidade cutânea (b)

instruções do fabricante do produto. A aplicação foi feita a partir de um posicionamento no ângulo de 90° graus entre o filamento e a pele do avaliado e a pressão atingiu a força suficiente para curvar o filamento. A avaliação começou com o filamento menos espesso e o avaliado, com olhos fechados, foi instruído a responder “sim” quando sentisse a pressão na pele e deveria indicar o local em que sentiu a pressão do filamento. Os dois filamentos menos espessos podem ser aplicados até 3 vezes, sendo que uma única resposta positiva era suficiente para indicar a sensibilidade no nível indicado. A avaliação foi realizada na superfície plantar da primeira articulação metatarsofalangiana do pé direito do avaliado¹². A variável decorrente deste teste foi a gramagem do filamento que o participante apontou como produzindo pressão sobre a superfície do pé.

Participantes também realizaram um teste para examinar o desempenho do controle postural, sendo solicitados a manter a posição em pé, o mais estático possível, em uma sala com dimensões de 2,1 x 2,1 x 2,1 m (altura, largura e comprimento). Duas condições de base de apoio foram utilizadas: base bipedal, com os pés paralelos e alinhados com os ombros e base *tandem*

stance, com os pés posicionados um na frente do outro, na linha medial do corpo. Em ambas as condições os braços permaneceram soltos ao lado do corpo e os participantes foram solicitados a fixar o olhar em um alvo de 4,5 cm de diâmetro, posicionado na altura dos olhos e distante um metro do participante. Cada tentativa teve duração de 60 segundos.

Para registro da oscilação corporal, um emissor infravermelho do sistema OPTOTRAK foi fixado na região intra-escapular do participante. Esse emissor possibilitou obter informação sobre a variação do tronco nas direções médio-lateral, ântero-posterior e vertical. A frequência de aquisição do sinal desse emissor foi de 100 Hz.

Decodificação de dados

No teste de sensibilidade ao movimento passivo, os valores referentes ao deslocamento angular do tornozelo e do joelho foram, inicialmente, filtrados por meio de um filtro digital *Butterworth*, passa baixa de segunda ordem e frequência de corte de 30 Hz. Posteriormente, a série temporal da posição angular da respectiva articulação foi apresentada graficamente, sendo

em seguida definidos, manualmente, o início e final do deslocamento angular. Após essa definição, foi calculada a diferença angular entre estes dois eventos, obtendo assim o deslocamento angular até a detecção de movimento passivo. Nesse caso, quanto menor o deslocamento, menor o limiar de detecção de movimento passivo, indicando melhor qualidade da informação somatosensorial na respectiva articulação.

Os dados de oscilação corporal, nas direções médio-lateral e antero-posterior, também foram, inicialmente, filtrados por meio de um filtro digital *Butterworth*, passa baixa segunda ordem e frequência de corte de cinco Hz. Em seguida, a amplitude média de oscilação (AMO), nas direções ântero-posterior e médio-lateral, foi obtida calculando o desvio padrão do deslocamento corporal da respectiva tentativa, após remoção da média e tendência linear. A AMO foi dada em cm e corresponde à variância dos dados, sendo que valores menores indicam menor oscilação corporal, e, portanto, melhor desempenho do sistema de controle postural.

Em todos os procedimentos descritos acima, o tratamento e o computo das variáveis foram realizados utilizando rotinas escritas em Matlab (Math Works, versão 7.0).

Análise Estatística

Considerando que o teste de sensibilidade cutânea não apresenta os pressupostos para utilização de testes paramétricos, foi utilizado o teste Kruskal-Wallis para verificar possíveis diferenças entre os três grupos (GDA, GDS e GCA). Neste caso, a variável dependente foi a gramagem necessária para detecção de pressão cutânea, sendo realizada uma comparação entre os grupos para o pé direito e uma comparação entre os grupos para o pé esquerdo.

Para verificar possíveis diferenças entre os grupos no teste de detecção de movimento passivo, uma análise de multivariância (MANOVA) foi utilizada. Essa MANOVA teve como fatores grupo e direção do movimento (flexão/extensão ou dorsiflexão/flexão

plantar) e como variáveis dependentes os respectivos valores de deslocamento angular do tornozelo e do joelho.

Finalmente, para verificar possíveis diferenças entre os grupos no controle postural, duas análises de variância (ANOVAs) foram realizadas. Essas ANOVAs tiveram como fatores grupo e direção de oscilação corporal (médio-lateral e ântero-posterior) e como variável dependente a AMO. Uma ANOVA foi utilizada para a posição normal e outra ANOVA para a posição *tandem stance*.

Quando necessário, testes Post Hoc com ajustes de Bonferroni foram realizados e o nível de significância foi mantido em 0,05. Todas as análises foram realizadas utilizando o programa SPSS (SPSS for Windows – versão 10.0).

Resultados

A apresentação dos resultados foi agrupada de acordo com os testes realizados, sendo assim apresentados os resultados da sensibilidade cutânea, sensibilidade ao movimento passivo e controle postural.

Sensibilidade cutânea

Os valores de massa referentes à sensibilidade cutânea dos participantes dos três grupos, para o pé direito e pé esquerdo, são apresentados na Figura 2. O teste de Kruskal-Wallis não revelou qualquer diferença entre os grupos tanto para o pé direito, $X^2(2)=3,851$, $p=0,146$, quanto para o pé esquerdo, $X^2=1,646$, $p=0,439$. Estes resultados indicam que a sensibilidade cutânea, inferida pela aplicação de pressão na sola dos pés, é similar entre os três grupos avaliados neste estudo.

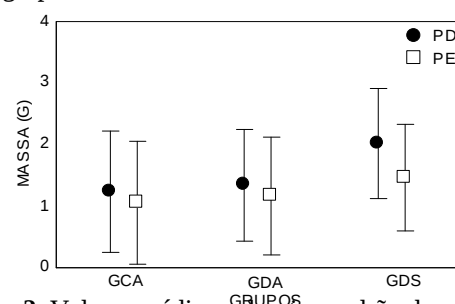


Figura 2. Valores médios e desvios padrão da massa do filamento sentido pelos participantes dos três grupos na avaliação da sensibilidade cutânea do pé direito (PD) e pé esquerdo (PE)

Sensibilidade ao movimento passivo

No teste de sensibilidade ao movimento passivo, o GDS precisou de deslocamento angular maior para detectar o movimento das articulações de tornozelo e joelho, em ambas as direções. A Figura 3 apresenta os valores médios de deslocamento angular dos grupos nas articulações do tornozelo e do joelho, para as direções de flexão e extensão.

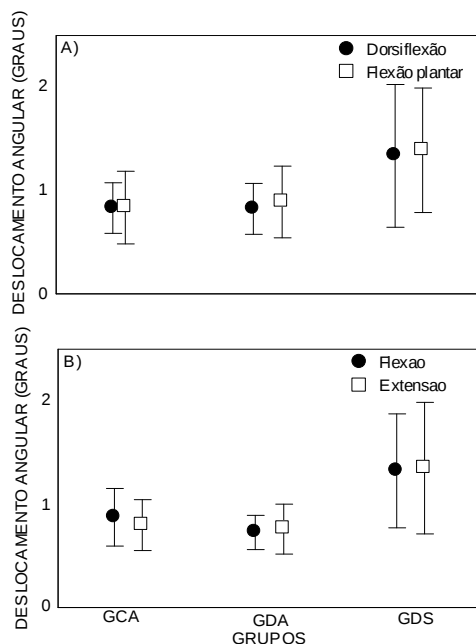


Figura 3. Valores médios e desvios padrão do deslocamento angular da avaliação de sensibilidade ao movimento passivo das articulações do tornozelo (A) e joelho (B), em ambas as direções para os grupos controle ativo (GCA), diabético ativo (GDA) e diabético sedentário (GDS)

MANOVA revelou diferença para o fator grupo, Wilks' Lambda=0,623, $F(4,52)=3,469$, $p<0,05$, porém não revelou qualquer diferença para o fator direção, Wilks' Lambda =0,982, $F(2,26)=0,237$, $p>0,05$, e para a interação grupo e direção, Wilks' Lambda=0,933, $F(4,52)=0,462$, $p>0,05$. Testes univariados indicaram diferença entre grupos tanto para o deslocamento angular do tornozelo, $F(2,27)=5,350$, $p<0,05$, quanto para o deslocamento angular do joelho, $F(2,27)=7,207$, $p<0,05$. Testes post hoc indicaram que o deslocamento angular para a detecção do movimento foi maior para o GDS do

que para os grupos GDA e GCA, tanto para o tornozelo quanto para o joelho.

Controle Postural

A magnitude de oscilação corporal na posição normal foi maior na direção ântero-posterior, porém esta magnitude foi similar entre os grupos. Os valores da AMO para os três grupos e para as direções AP e ML são apresentados na Figura 4. ANOVA revelou diferença para o fator direção, $F(1,27)=65,065$, $p<0,001$, porém não revelou diferença entre grupo, $F(2,27)=2,350$, $p=0,115$, e nem interação grupo e direção, $F(2,27)=0,687$, $p>0,05$. No caso de direção, foi observada maior oscilação na direção AP do que na direção ML.

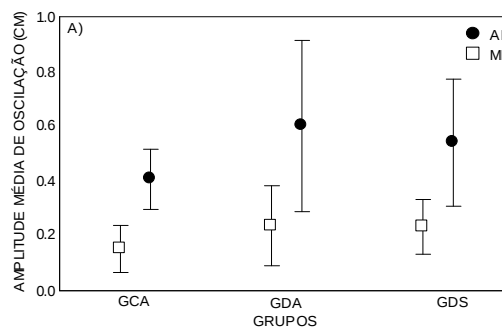


Figura 4. Valores médios e desvios padrão da amplitude média de oscilação corporal na manutenção da postura ereta na posição normal nas direções ântero-posterior (AP) e médio lateral (ML) dos grupos controle ativo (GCA), diabético ativo (GDA) e diabético sedentário (GDS)

A Figura 5 apresenta os valores da AMO para a posição tandem stance para os três grupos, nas direções ML e AP. ANOVA revelou diferença para o fator direção, $F(1,27)=51,888$, $p<0,001$, não revelou diferença para o fator grupo, $F(2,27)=0,806$, $p>0,05$, porém revelou diferença para a interação grupo e direção, $F(2,27)=3,662$, $p<0,05$. A oscilação na direção ML foi maior do que na direção AP e testes post hoc indicaram que enquanto não há diferença entre os grupos para a direção AP, o GDS oscilou mais que o GDA e o GCA na direção ML.

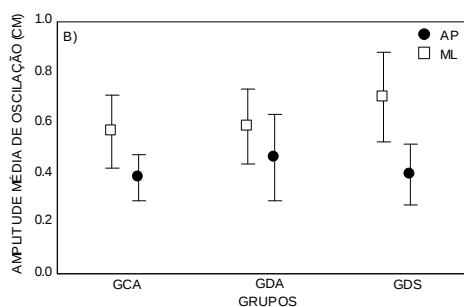


Figura 5. Valores médios e desvios padrão da amplitude média de oscilação corporal na manutenção da postura ereta na posição tandem stance nas direções ântero-posterior (AP) e médio lateral (ML) dos grupos controle ativo (GCA), diabético ativo (GDA) e diabético sedentário (GDS)

Discussão

A realização deste estudo permitiu o esclarecimento de alguns aspectos quanto à relação entre informação sensorial e o controle postural de idosos diabéticos praticantes e não praticantes de atividade física. Especificamente, o objetivo do presente estudo foi de examinar o relacionamento entre informação sensorial e controle postural em diabéticos e como os sistemas sensoriais podem contribuir para o desempenho do controle postural nesta população. De forma geral, os resultados indicaram que idosos diabéticos apresentam uma deterioração na capacidade de obter informação sensorial proveniente dos membros inferiores, evidenciado pelo teste de detecção de movimento passivo. Ainda, idosos diabéticos apresentam desempenho inferior no funcionamento do sistema de controle postural quando comparados com idosos não diabéticos, entretanto este desempenho inferior é apenas observado em tarefas com maior exigência no funcionamento deste sistema. Finalmente, a perda sensorial e o desempenho inferior no funcionamento do sistema de controle postural em idosos diabéticos podem ser atenuados pela prática regular de atividade física.

Alguns estudos têm apontado que idosos diabéticos apresentam perda de informação sensorial decorrente da neuropatia diabética^{5,6,13}, causando um

déficit nervoso progressivo dos componentes sensoriais. Desta forma, os resultados do presente estudo corroboram os resultados destes estudos prévios, indicando que pacientes diabéticos apresentam perdas sensoriais nos membros inferiores. Entretanto, a deterioração da perda de informação sensorial foi apenas detectada no teste de sensibilidade ao movimento passivo. Neste caso, pacientes diabéticos necessitaram que as articulações do joelho e do tornozelo fossem movimentadas em uma amplitude maior para que eles pudessem detectar este movimento do que adultos idosos não diabéticos.

Essa diferença entre os resultados dos testes de sensibilidade à aplicação de pressão e de detecção de movimento passivo indica a importância de uma análise mais pormenorizada das funções sensoriais, principalmente em populações que estão passando por alguma degeneração do sistema sensorial. No caso, o presente estudo foi o primeiro que avaliou a sensibilidade ao movimento passivo em idosos diabéticos praticantes e não praticantes de atividade física, sendo que esse teste parece ser mais indicado para investigar minuciosamente a função proprioceptiva nesses indivíduos. Assim, embora o teste de sensibilidade à pressão cutânea seja mais fácil quanto a aplicação, os resultados do mesmo precisam ser analisados com cuidados, pois podem não refletir com precisão o real estado de funcionamento do sistema proprioceptivo de idosos diabéticos.

Diversos estudos já haviam indicado relação entre perdas sensoriais e piora da performance do controle postural em idosos diabéticos, nas atividades da vida diária, marcha e manutenção da postura em pé^{1,10,13,18,21,24}. Os resultados do presente estudo, portanto, corroboram estes resultados de estudos anteriores, indicando perda de informação sensorial em pacientes diabéticos, mas também alertam para a importância do teste a ser utilizado, de forma a propiciar informação fidedigna sobre a real condição dos pacientes diabéticos em obter informação sensorial sobre a posição relativa dos segmentos dos membros inferiores. De qualquer forma, os procedimentos metodológicos empregados para buscar estabelecer uma relação entre as alterações sensoriais

decorrentes do diabetes foram capazes de indicar esta diferença tanto na capacidade dos pacientes diabéticos, quanto possíveis diferenças entre os testes empregados.

Como os sistemas sensoriais contribuem para o funcionamento do sistema de controle postural, esperava-se que a integridade deste sistema também fosse alterada em idosos diabéticos. O presente estudo revelou que diabéticos apresentam alteração no controle postural, com idosos diabéticos oscilando mais que seus pares saudáveis, porém apenas em situações de maior exigência. Estes resultados confirmam resultados encontrados por Richardson e colaboradores¹⁷ indicando que pacientes diabéticos oscilam mais que seus pares saudáveis durante manutenção da postural estática unipedal. Diferentemente, entretanto, os resultados do presente estudo diferem dos observados por Simoneau e colaboradores²², quando observaram que diabéticos oscilaram mais que seus pares mesmo em uma base de sustentação bipedal. Tal discrepância de resultados pode estar relacionada ao grau de comprometimento sensório motor em pacientes diabéticos, decorrentes da neuropatia diabética. Da mesma forma, essas discrepâncias indicam a importância de considerar a dificuldade da tarefa para verificação do funcionamento do sistema de controle postural, conforme sugerido em outros casos envolvendo idosos^{15,16}.

Com base nos resultados do presente estudo, pode-se afirmar que a diabetes por si só pode provocar alterações na obtenção de informação sensorial e no controle postural, principalmente em tarefas de maior exigência do sistema de controle postural. Tarefas de maior exigência do controle postural são mais indicadas para obtenção de informação sobre o desempenho do sistema de controle postural¹⁶ e da relação entre informação sensorial e ação motora^{8,16}.

Apesar da deterioração de obtenção de informação sensorial e do desempenho do controle postural provocada pela ocorrência de diabéticos, esta deterioração pode ser minimizada com a prática de atividade física regular. Os resultados do presente estudo claramente indicaram que pacientes diabéticos ativos apresentam desempenho, tanto na avaliação sensorial quanto na

manutenção da postura ereta, similar ao observado para adultos idosos ativos, diferentemente dos pacientes diabéticos sedentários que apresentaram desempenho inferior aos diabéticos e adultos ativos. A prática regular de atividade física contribui para a manutenção do funcionamento do controle postural em idosos saudáveis^{8,9,11,14} e, com base nos resultados do presente estudo, podemos acrescentar que o mesmo ocorre com idosos acometidos de diabetes mellitus. Atividade física regular contribui para manter a qualidade na captação de informação sensorial provenientes dos membros inferiores e, ainda, mantém o controle postural de idosos diabéticos no mesmo nível de seus pares não diabéticos, mesmo nas tarefas de maior exigência dos sistemas sensoriais e de controle postural.

Conclusões

Pacientes diabéticos apresentam deterioração na obtenção de informação sensorial e no desempenho do controle postural, entretanto, apenas em condições de maior exigência e demanda para realização destas tarefas. Por outro lado, a prática regular de atividade física minimiza tanto a perda sensorial quanto a piora do desempenho do controle postural, propiciando que pacientes idosos ativos apresentem performances similares as seus pares não diabéticos. Dessa forma, pode-se concluir que a diabetes mellitus por si só provoca alterações sensoriais que estão relacionadas ao controle postural. Entretanto, estas alterações podem ser minimizadas com o envolvimento em programas de atividade física.

Agradecimentos

PIBIC/CNPq, CAPES, PQ/CNPq

Referências

1. Abboud RJ, Rowlwy DI, Newton RW. Lower limb muscle dysfunction may contribute to foot ulceration in diabetic patients. **Clin Biomech.** 2000;15(1):99-115.
2. Barela JA, Jeka JJ, Clark JE. The use of somatosensory information during the acquisition of independent upright stance. **Infant Behav Dev** 1999;22(1):87-102.

3. Blaszczyk JW, Lower DL, Hansen PD. Ranges of postural stability and their changes in the elderly. **Gait Posture** 1994;2:11-17.
4. Bonfim TR, Jansen Paccola CA, Barela JA. Proprioceptive and behavior impairments in individuals with anterior cruciate ligament reconstructed knees. **Arch Phys Med Rehabil** 2003;84(8):1217-1223.
5. Cavanagh PR, et al. Problems with gait and posture in neuropathic patients with insulin-dependent diabetes mellitus. **Diabet Med** 1992; 9(5):469-474.
6. Courtemanche R *et al.* Gait problems in diabetic neuropathic patients. **Arch Phys Med Rehabil** 1996;77(9):849-855.
7. Di Fabio RP, Emasithi A. Aging and the mechanism underlying head and postural control during voluntary motion. **Phys Ther** 1997;77:458-475.
8. Ferraz MA, Barela JA, Pellegrini AM. Acoplamento sensório-motor no controle postural de indivíduos idosos fisicamente ativos e sedentários. **Motriz** 2001;7(2):99-105.
9. Gauchard GC *et al.* Beneficial effect of proprioceptive physical activities on balance control in elderly human subjects. **Neurosci Lett** 1999;273:81-84.
10. Katoulis EC *et al.* Gait abnormalities in diabetic neuropathy. **Diabetes Care** 1997;20(12):1904-1907.
11. Lord SR *et al.* The effect of a 12-month exercise trial on balance, strength, and falls in older women: a randomized controlled trial. **J Am Geriatr Soc** 1995;43:1198-1206.
12. Menz HB, Morris ME, Lord SR. Foot and ankle risk factors for falls in older people: a prospective study. **J Gerontol: Medical science**, Washington 2006;61(8):866-870.
13. Mueller *et al.* Differences in the gait characteristics of patients with diabetes and peripheral neuropathy compared with age-matched controls. **Phys Ther** 1994;74(4):299-308.
14. Nelson ME, Layne JE, Bernstem M. The effects of multi-dimensional home-based exercise on functional performance in elderly. **J Gerontol** 2004;59(2):154-160.
15. Prioli AC *et al.* Physical activity and postural control in elderly coupling between visual information and body sway. **Geront** 2005;51:145-148.
16. Prioli AC *et al.* Task demand effects on postural control in older adults. **Hum Mov Sci** 2006;25:435-446
17. Richardson JK *et al.* Moderate peripheral neuropathy impairs weight transfer and unipedal balance in the elderly. **Arch Phys Med Rehabil** 1996; 77(11):1152-1156
18. Sacco IC, Amadio AC. Influence of the diabetic neuropathy on the behavior of electromyographic and sensorial responses in treadmill gait. **Clin Biomech (Bristol, Avon)** 2003;18(5):426-434.
19. Santos ADD. **Alterações funcionais decorrentes da amputação transmetatarsiana em pacientes diabéticos neuropatas**. Instituto de Biociências, UNESP, Rio Claro, 2001. p. 85.
20. Santos ADD, Barela JA. Alterações do andar em portadores de diabetes mellitus, neuropatia periférica e amputação transmetatarsiana. **Rev Bras Biom** 2002;3(5):21-29.
21. Shaw JE *et al.* An analysis of dynamic forces transmitted through the foot in diabetic neuropathy. **Diab Car** 1998;21(11):1955-1959.
22. Simoneau GG *et al.* Postural instability in patients with diabetic sensory neuropathy. **Diab Car** 1994;17(12):1411-1421.
23. Wade MG *et al.* Optical flow, spatial orientation, and the control of posture in the elderly. **J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci** 1995;50(1):51-58.
24. Yavuzer G *et al.* Gait deviations of patients with diabetes mellitus: looking beyond peripheral neuropathy. **Eura Medicophys** 2006;42(2):127-133.