

Análise Postural de Portadores de Neuropatia Diabética Periférica

Postural Analysis of Peripheral Diabetic Neuropathy Subjects

*Alessandra Madia Mantovani¹, Marcela Regina de Camargo², Cristina Elena Prado Teles Fregonesi³,
Cláudia Regina Sgobbi de Faria³, Alessandra Rezende Martinelli⁴,
Andréa Jeanne Lourenço Nozabiel⁴*

RESUMO

Dentre as principais complicações do Diabetes Mellitus está a neuropatia diabética periférica (NDP), que além do déficit somatossensitivo, em si, acarreta distúrbios do equilíbrio, provavelmente provocados e acentuados por ajustes posturais compensatórios. O objetivo deste estudo foi avaliar as perdas somatossensitivas de diabéticos; confirmar o diagnóstico de NDP e relacionar tais déficits com possíveis distúrbios de equilíbrio e postura. Para tanto, foram realizados a estesiometria; o Michigan Neuropathy Screening Instrument; um teste de equilíbrio; uma avaliação postural fotogramétrica e coletas descritivas sobre o estado geral do participante. Participaram 21 diabéticos, com idade entre 55 e 70 anos e de ambos os gêneros. No teste de equilíbrio foram observados déficits de diferentes graus, em todos os participantes, e as associações entre a sensibilidade e o equilíbrio foram mais presentes quanto maior a dificuldade da tarefa de se equilibrar. A análise postural revelou alterações disseminadas, mas, especificamente nos membros inferiores, foi verificada uma tendência ao valgismo dos tornozelos que aponta um desabamento dos arcos plantares. Tal achado concorda com estudos anteriores que encontram desarmonias na biomecânica do arco plantar, comprometendo, desse modo, a qualidade funcional dessa articulação e do arranjo corporal. Associações entre déficits de sensibilidade e equilíbrio com as variáveis posturais mostraram que o déficit somatossensitivo envolve, em maior grau, as articulações apendiculares e o déficit de equilíbrio, as articulações axiais. Além disso, sugerem um padrão postural que abarca uma anteriorização do centro de gravidade e adaptações compensatórias para restabelecimento do equilíbrio global, que acaba prejudicado.

Palavras-chave:

Diabetes Mellitus; Equilíbrio Postural; Neuropatias Diabéticas; Pé Diabético; Postura.

ABSTRACT

The diabetic peripheral neuropathy (DPN) is the major complications of Diabetes Mellitus, which in addition to the somatosensory deficit itself, origins balance disorders, probably caused and accentuated by compensatory postural adjustments. The aim of this study was to evaluate the losses of diabetic somatosensory; confirm the DPN diagnosis and to relate these deficits with possible balance and posture disturbances. Therefore, the esthesiometry, the Michigan Neuropathy Screening Instrument, a test of balance, postural photogrammetric assessment and collection of descriptions on the subject general state were carried out. Twenty two patients with diabetes, aged between 55 and 70 years and both genders were participated. In the balance test, deficits were observed, in varying degrees, in all participants and the associations between sensitivity and balance were greater according to the task to balance difficulty. The postural analysis showed disseminated changes, but specifically in the lower limbs, there was a tendency for valgus ankles, pointing a plantar arch collapse. This finding agrees with previous studies that found inharmonies in the plantar arch biomechanics, compromising thereby the functional quality and the arrangement of this joint body. Associations between deficits in balance and in sensitivity with postural variables showed that the somatosensory deficits involve, in greater degree, the appendicular joints and balance disorders, the axial joints. Moreover, these findings suggest a pattern that includes an center of gravity anterior and compensatory adaptations to restore the overall balance that ends up injured.

Key-words:

Diabetes Mellitus; Diabetic foot; Postural Balance; Diabetic Neuropathies; Posture.

INTRODUÇÃO

O Diabetes Mellitus (DM) é uma enfermidade crônica de etiologia múltipla, decorrente da falta ou mau funcionamento do hormônio insulina. Caracteriza-se pela presença de hiperglicemia crônica, frequentemente acompanhada por dislipidemia, hipertensão arterial e disfunção endotelial. O DM requer um

contínuo acompanhamento médico e, visando à prevenção de incapacidades, o oferecimento de orientações de auto cuidado que, com a evolução do quadro, podem reduzir os riscos às complicações. (CHIN, et al. 2001; McLELLAN et al., 2007).

Trata-se de uma doença de importância mundial que vem se tornando um problema de saúde pública, uma vez que é uma das principais enfermidades crônicas da modernidade e afeta

1. Acadêmica do curso de graduação em Fisioterapia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista (FCT/UNESP), Campus de Presidente Prudente.

2. Mestre em Fisioterapia pela Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista (FCT/UNESP), Campus de Presidente Prudente.

3. Professora Doutora do Departamento de Fisioterapia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista (FCT/UNESP), Campus de Presidente Prudente.

4. Mestranda em Fisioterapia pela Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista (FCT/UNESP), Campus de Presidente Prudente.

Recebido: 03/08/2010

Aceito: 20/09/2010

Autor para correspondência: Cristina Elena Prado Teles Fregonesi

E-mail: cristina@fct.unesp.br

populações de países em todos os estágios de desenvolvimento econômico-social (GRILLO e GORINI, 2007). Apenas nos Estados Unidos contabiliza-se cerca de 1,6 milhões novos casos por ano e no mundo atinge cerca de 246 milhões de pessoas (MOGHISSI et al., 2009). O DM engloba muitas questões além do controle glicêmico e desencadeia co-morbididades crônico-degenerativas nos sistemas nervoso central, autonômico e periférico. Nesse último, denominada de Neuropatia Diabética Periférica (NDP) (SAID, 2007).

A NDP surge como um distúrbio progressivo, somatosensitivo e neuro-motor, que leva à gradual interrupção do fluxo neural das extremidades dos membros superiores e inferiores. O subjacente acometimento podal é crítico, pois envolve a manutenção da postura e da marcha fisiológica (SANTOS et al., 2008). Na maioria das vezes, a NDP pode ser observada precocemente em portadores de DM e, nesse estágio, algumas componentes do sistema somatossensitivo já se demonstram comprometidas (SCHMID, 2007).

Sabendo-se que, mudanças ocorridas no sistema tônico-postural dependem, em grande parte, das informações obtidas pelas estruturas do sistema somatossensitivo, sua lesão pode gerar desequilíbrio tônico-postural e com ele, presença de forças compensatórias atípicas. Assim, a resposta postural, decorrente da integração de todas essas aferências e seu processamento pelos centros superiores (CAMARGO e FREGONESI, 2010; ROSSI et al., 2006), pode ser alterada.

O sistema postural, responsável pelo suporte, estabilidade, equilíbrio e proteção contra lesões ou deformidades progressivas, é automático e neuro-mecânico e, dessa forma, assume a obrigação de manter o corpo em uma posição fixa, definida segundo seu ambiente e necessidade (ROSSI et al., 2006). Em condições fisiológicas, a atividade postural mantém a estabilidade do sistema musculoesquelético, o que envolve sua posição em relação a sua base de suporte e assegura a orientação desejada dos segmentos corporais (MOCHIZUKI e AMADIO, 2003; CARVALHO, 2003; BANKOFF, 2004).

Assim sendo, a integridade das estruturas podais passa a ser determinante para a manutenção da postura e de um equilíbrio adequado (CAMARGO e FREGONESI, 2010) e indivíduos com lesões de tais estruturas, como no caso da NDP, possivelmente apresentarão déficit de equilíbrio com consequentes alterações posturais. Nesse sentido, o presente estudo propôs realizar uma análise da postura e do equilíbrio estático de indivíduos com NDP e verificar se a presença dessa enfermidade, em suas várias graduações, pode de alguma forma, se relacionar com as alterações dessas variáveis.

MÉTODOS

Casística

Vinte e um participantes do Projeto de Extensão Universitária “Programa Pé Diabético” da Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista (FCT/UNESP), Campus de Presidente Prudente, SP, foram convidados a participar deste estudo. Todos os participantes do projeto são portadores de DM e apresentam diminuição de sensibilidade somatossensitiva, porém sem necessariamente apresentar diagnóstico de NDP.

Presença de pequenas ou grandes amputações, enfermidades da coluna, estado gestacional, histórico de cirurgias ortopédicas ou qualquer outra enfermidade ou padrão que afetasse diretamente a postura, foram considerados como critérios de exclusão do estudo.

Aspectos éticos

A presente investigação seguiu os princípios éticos para pesquisas médicas envolvendo seres humanos, de acordo com a declaração de Helsinque e com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da FCT/UNESP, Campus Presidente Prudente, SP, sob o parecer com protocolo nº. 26/2008. Foi obtido um termo de consentimento livre e esclarecido, o qual foi previamente lido e assinado por cada participante.

Procedimentos

A coleta de dados, realizada no Laboratório de Estudos Clínicos em Fisioterapia (LECFisio) da FCT/UNESP, iniciou-se com o exame físico, seguida da história clínica, sendo abordados itens como dormência, formigamento, quadro álgico, tempo de diagnóstico, sensação de queimação. Posteriormente, foram realizadas a inspeção dos pés e a palpação do nervo tibial posterior e do nervo fibular comum, respectivamente na borda inferior do maléolo interno e atrás da junção entre a cabeça e o corpo da fibula, pesquisando dor, fibrose, espessamento, sinal de Tinel ou nódulos.

Com o intuito de se confirmar o quadro de NDP, foi realizada uma avaliação estesiométrica da sensibilidade somatossensitiva nas regiões plantares e dorsais de ambos os pés, em pontos pré-determinados (dermatômeros dos nervos tibiais posteriores e fibulares comuns) e, também foi aplicado o Michigan Neuropathy Screening Instrument (MNSI), um instrumento de confirmação diagnóstica da NDP (MOGHTADERI et al., 2006; Michigan Diabetes Research and Training Center, 2008).

A estesiometria foi realizada por meio de monofilamentos, hastes plásticas flexíveis, Semmes-Weinstein (Sorri Bauru®, Bauru, Brasil). Com a visão ocluída, o teste foi iniciado com o monofilamento mais leve (verde – 0,05g) solicitando-se ao indivíduo que respondesse “sim” quando sentisse o toque do monofilamento. Na ausência de resposta se prosseguia com o próximo, mais pesado (azul – 0,20g), e assim sucessivamente com os monofilamentos violeta (2,0g), vermelho escuro (4,0g), laranja (10g) e vermelho magenta (300g). A presença de resposta significava o final do teste para o determinado ponto referido. Os monofilamentos verde, azul e violeta correspondem a valores normais de sensibilidade para os pés. O monofilamento vermelho escuro pode, eventualmente, representar um início de perda de sensibilidade somatossensitiva. A ausência de resposta ao monofilamento laranja (10g), em pelo menos um ponto testado, com ou sem resposta ao monofilamento vermelho magenta, é determinante para o diagnóstico de NDP (ARMSTRONG e LAVERY, 1998; SHAW et al., 1998; BRASIL, 2008).

Para avaliação do equilíbrio estático foi utilizado um teste específico para a estratégia do tornozelo. O indivíduo foi orientado a permanecer por 20 segundos em posição estática, em três condições distintas: pés paralelos, apoio unipodal (direito e esquerdo) e um pé à frente do outro (direito e esquerdo), de modo que o calcanhar de um pé tocasse o hálux do outro (Figura 1). Se o indivíduo não conseguisse permanecer em cada posição

por 20 segundos, sem se desequilibrar, o teste era considerado positivo. Foram permitidas três tentativas. Cada um dos testes foi realizado inicialmente com os olhos abertos e posteriormente com os olhos fechados (GUSTAFSON et al., 2000; MACIEL e GUERRA, 2005).

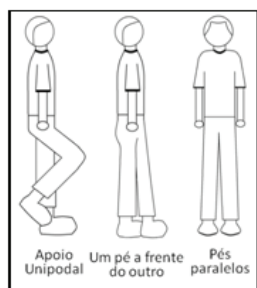


Figura 1 – posicionamento durante o teste de equilíbrio.

Por fim, os indivíduos foram submetidos à avaliação postural por meio do Software de Avaliação Postural – SAPO (SAPO, 2007). Para tanto, primeiramente, o ambiente e o participante foram preparados para o processo de captação das imagens. Uma câmera digital foi posicionada sobre um tripé, a uma altura correspondente a 50% da estatura do indivíduo e a uma distância de 3,0m do mesmo. Os participantes foram orientados a trajar roupas de banho e touca de borracha (se necessário). Pequenas esferas de isopor foram utilizadas como marcadores, sendo fixadas, com fita adesiva dupla-face, nos pontos anatômicos pré-determinados pelo protocolo do SAPO. Em seguida, foi solicitado ao indivíduo que permanecesse em posição ortostática e confortável (com os membros superiores ao longo do corpo), paralelamente a um fio de prumo fixado ao teto, de tal modo que este fio e o avaliado ficassem em um mesmo plano, perpendicular ao eixo da câmera. Para permitir uma posterior calibração no software, foram colocadas esferas de isopor no fio de prumo, a uma distância conhecida entre elas, no caso de 0,70m. Foram realizadas quatro imagens, em vista anterior, posterior, laterais esquerda e direita. Todo o procedimento foi previamente explicado ao participante e realizado sempre pelo mesmo pesquisador. O quadro 1 agrupa as medidas específicas geradas pelo SAPO.

Vista	Medida	Sigla	Descrição
Anterior	Alinhamento horizontal da cabeça	AHC	Relação entre tragos das orelhas direita e esquerda e a horizontal.
Anterior	Alinhamento horizontal dos acrómios	AHA	Relação entre os acrómios direito e esquerdo e a horizontal.
Anterior	Alinhamento horizontal entre as espinhas ilíacas ântero-superiores	AHEIAS	Relação entre as espinhas ilíacas ântero-superiores direita e esquerda e a horizontal.
Anterior	Alinhamento horizontal das tuberosidades tibiais	AHTT	Relação entre as tuberosidades tibiais e a horizontal.
Anterior	Ângulo do quadril direito / esquerdo	AQD / AQE	Ângulo formado entre a espinha ilíaca ântero-superior, o centro da patela e a tuberosidade tibial.
Posterior	Alinhamento horizontal das escápulas	AHET	Relação entre os ângulos inferiores das escápulas e a horizontal.
Posterior	Ângulo pé retrope direito / esquerdo	APRD / APRE	Ângulo formado entre a linha média da perna, o ponto médio entre os maléolos e o calcâneo.
Lateral	Ângulo de protração da cabeça	AHCC	Ângulo formado entre o trago da orelha, processo espinhoso da sétima vértebra cervical e a horizontal.
Lateral	Alinhamento vertical do tronco	AVT	Ângulo formado entre o acrómio, o trago da orelha e a vertical.
Lateral	Alinhamento horizontal da pelve	AHP	Relação entre a espinha ilíaca ântero e póstero-superior e a horizontal.
Lateral	Alinhamento do joelho	AJ	Ângulo formado entre o trocânter maior do fêmur, linha articular do joelho e maléolo lateral.
Lateral	Alinhamento do tornozelo	AT	Ângulo formado entre a linha articular do joelho, maléolo lateral e a horizontal.

Quadro 1 – Vista, sigla e descrição dos ângulos avaliados pelo protocolo do SAPO.

Nas análises das imagens digitalizadas pelo SAPO, angulações com valores negativos (-) indicam desvios à esquerda no plano frontal (vista anterior e posterior) e desvio posterior

no plano sagital (vista lateral esquerda e direita); já angulações com valores positivos (+) indicam desvios à direita no plano frontal e desvio anterior no plano sagital.

Análise dos dados

Primeiramente foi utilizada a estatística descritiva através de médias; desvios-padrão; amplitudes e distribuição de frequências, para descrever os resultados referentes aos testes de sensibilidade, equilíbrio e avaliação postural.

No intuito de saber se houve relação entre o déficit de sensibilidade e as variáveis do equilíbrio, foi utilizado o teste do qui-quadrado de McNemar, um teste não-paramétrico para duas proporções com tabelas de contingência, que avaliou o grau de discordância das variáveis supracitadas. Admitiu-se $p < 0,05$ para a presença de associação.

Não se pôde utilizar esse mesmo teste para associar as variáveis posturais com a sensibilidade e com o equilíbrio. Isso porque os valores pontuais padrão para os ângulos processados na avaliação postural permanecem discordantes entre os estudos, ou seja, ainda não há consenso na literatura acerca de valores angulares determinantes para normalidade na avaliação postural. Assim sendo, para realizar tais associações, optou-se pelo teste não-paramétrico de correlação linear de Spearman.

Em relação à sensibilidade, foram utilizados os resultados da estesiometria, separados em pés direito e esquerdo. Já, no que diz respeito às associações com os testes do equilíbrio, suas variáveis são dicotômicas e não é permitido as utilizar dessa maneira. Sendo assim, foi necessário calcular as frequências de alteração dessas variáveis. Obtiveram-se, então, as frequências de alteração do equilíbrio, dentre os testes com os olhos abertos (FOA) e com os olhos fechados (FOF); frequências de alteração do equilíbrio com alteração à esquerda (FAE); à direita (FAD) e frequência de alteração total (FAT), isto é, englobando todos os testes realizados. Essas novas variáveis foram correlacionadas, uma a uma, às variáveis posturais e, mais uma vez, foi admitido $p < 0,05$ para associações significantes.

RESULTADOS

A tabela 1 mostra os resultados referentes aos parâmetros descritivos, elaborando o perfil da amostra estudada (n=21):

Tabela 1 – Perfil dos sujeitos do estudo.

Gênero (F/M)	12 / 9	
Tipo de diabetes (1/2)	0 / 21	
	Media (desvio-padrão)	Mediana (amplitude)
Idade (anos)	64,12 (7,17)	65 (54-78)
Estatura (m)	1,61 (0,09)	1,59 (1,44-1,82)
Massa corporal (kg)	76,98 (16,04)	78,60 (47,10-104,0)
IMC (kg/m ²)	29,62 (6,51)	29,37 (18,86-40,38)
Tempo de diagnóstico (anos)	13,90 (8,98)	12 (2-31)

F: Feminino; M: Masculino; IMC: Índice de massa corporal.

Apesar de todos os participantes terem apresentado algum tipo de déficit de sensibilidade nos dermatomos avaliados, somente 11 deles não manifestaram sensibilidade ao monofilamento de 10g e pontuaram positivamente no MNSI, confirmando o diagnóstico de NDP. Dentre esses sujeitos, o comprometimento somatossensitivo apresentou-se bilateralmente, simétrico e com déficit predominante na região plantar dos pés. Observou-se,

também, que o membro inferior dominante mostrava melhores índices de sensibilidade plantar em relação ao não-dominante.

Sabe-se que a NDP é uma doença insidiosa e progressiva, dessa maneira, o “marco” de insensibilidade à 10g de pressão é utilizado para fins práticos, contudo o envolvimento somatossensitivo e, conseqüentemente a instalação do quadro da NDP, se dá anteriormente à ele. Assim sendo, na descrição dos resultados, a amostra foi dividida em dois grupos para efeito de confronto visual dos dados. Entretanto, essa comparação deve ser realizada com cuidado, pois não se deve considerar o grupo sem NDP como controle, uma vez que esses sujeitos apresentam certo déficit de sensibilidade e, ainda por esse motivo, também não se deve considerar a aplicação de testes de hipótese.

Em relação ao teste do equilíbrio, os indivíduos com NDP confirmada pela estesiometria e pelo MNSI apresentaram, de uma maneira geral, uma frequência maior de alteração do equilíbrio do que os demais participantes.

UEF: Apoio unipodal esquerdo e olhos fechados; UEA: Apoio unipodal esquerdo e olhos abertos; FEF: Membro inferior esquerdo à frente e olhos fechados; FEA: Membro inferior esquerdo à frente e olhos abertos; UDF: Apoio unipodal direito e olhos fechados; UDA: Apoio unipodal direito e olhos abertos; FDF: Membro inferior direito à frente e olhos fechados; FDA: Membro inferior direito à frente e olhos abertos; BF: Apoio bipodal com os olhos fechados; BA: Apoio bipodal com os olhos abertos.

Após a aplicação do teste de McNemar, através de tabelas de contingência, foi possível perceber algumas relações significantes entre a presença de NDP e alterações nos testes de equilíbrio, conforme a tabela 2.

Tabela 2 – Valores de p após o teste de McNemar relacionando a presença de NDP e a as alterações nos testes de equilíbrio (n=21).

Sensibilidade associada à	UEF	UEA	FEF	FEA	UDF	UDA	FDF	FDA	BF	BA
p-valor	0,003*	0,070	0,548	0,726	0,387	0,774	0,424	0,226	0,003*	0,002*

UEF: Apoio unipodal esquerdo e olhos fechados; UEA: Apoio unipodal esquerdo e olhos abertos; FEF: Membro inferior esquerdo à frente e olhos fechados; FEA: Membro inferior esquerdo à frente e olhos abertos; UDF: Apoio unipodal direito e olhos fechados; UDA: Apoio unipodal direito e olhos abertos; FDF: Membro inferior direito à frente e olhos fechados; FDA: Membro inferior direito à frente e olhos abertos; BF: Apoio bipodal com os olhos fechados; BA: Apoio bipodal com os olhos abertos. *p<0,05.

Em relação à avaliação postural, mais uma vez, para efeito de “confronto visual” dos resultados, os dados foram dispostos de acordo com o critério diagnóstico para a NDP (insensibilidade ao monofilamento de 10g e MNSI positivo). Assim sendo, nas tabelas 3 e 4 os dados obtidos estão distribuídos em dois grupos (G1: alterações sensitivas “mínimas” com sensibilidade preservada ao monofilamento de 10g e MNSI negativo e G2: NDP – insensibilidade ao monofilamento de 10g e MNSI positivo).

Tabela 3 – Médias (desvios-padrão) e medianas (amplitudes) das variáveis da avaliação postural nas vistas anterior e posterior em cada grupo.

Vistas	Medidas	Média (desvio-padrão)		Mediana (amplitude)	
		G1	G2	G1	G2
		Anterior			
	AHC	1,85 (5,07)	-0,68 (2,14)	0,70 (-3,80→8,80)	-0,50 (-3,50→3,20)
	AHA	0,86 (3,04)	-0,85 (1,72)	0,15 (-3,00→7,70)	0,00 (-3,40→1,30)
	AHEIAS	1,43 (3,01)	0,17 (3,22)	0,60 (-1,40→7,00)	0,00 (-3,50→5,70)
	AHTT	-0,19 (3,06)	-1,31 (3,06)	-0,85 (-3,60→6,30)	0,00 (-10,90→-3,20)
	AQD	18,57 (2,69)	16,74 (10,31)	17,75 (14,50→23,00)	16,40 (3,60→34,10)
	AQE	11,63 (10,43)	10,86 (12,20)	7,65 (1,40→34,70)	14,70 (-8,90→26,10)
	AHET	-16,65 (26,47)	-3,68 (18,88)	-25,25 (-42,20→-33,60)	-4,40 (-36,80→-33,30)
Posterior					
	APRD	7,24 (6,53)	5,41 (8,96)	7,20 (-4,00→18,50)	1,90 (-5,20→17,60)
	APRE	9,17 (6,04)	10,30 (8,00)	10,65 (-2,90→16,40)	10,00 (-6,90→21,80)

G1: Alterações sensitivas “mínimas” com sensibilidade preservada ao monofilamento de 10g e MNSI negativo (n=10); G2: NDP – insensibilidade ao monofilamento de 10g e MNSI positivo (n=11); AHC, AHA, AHEIAS, AHTT e AHET: Alinhamentos horizontais da cabeça, dos acrômios, das espinhas ilíacas ântero-superiores, das tuberosidades tibiais e das escápulas; AQD e AQE: Ângulo Q direito e esquerdo; APRD e APRE: Ângulo pé retropé direito e esquerdo.

Tabela 4 – Médias (desvios-padrão) e medianas (amplitudes) das variáveis da avaliação postural nas vistas laterais direita e esquerda em cada grupo.

Vistas	Medidas	Média (desvio-padrão)		Mediana (amplitude)	
		G1	G2	G1	G2
		Lateral Direita			
	AHCC	35,28 (10,26)	38,99 (6,57)	36,95 (21,00→60,60)	38,00 (31,60→48,40)
	AVT	-1,94 (3,12)	-3,49 (3,67)	-2,35 (-6,00→-4,40)	-4,60 (-7,70→-3,50)
	AHP	-8,38 (4,58)	-11,52 (4,84)	-10,05 (-15,30→-0,90)	-10,80 (-20,50→-4,80)
	AJ	0,87 (6,35)	-2,71 (4,93)	-0,90 (-6,00→12,90)	-3,80 (-8,50→4,90)
	AT	85,38 (2,56)	86,65 (3,35)	86,25 (80,30→88,30)	88,10 (81,70→90,70)
Lateral Esquerda					
	AHCC	35,53 (12,69)	38,35 (7,12)	36,40 (12,90→62,90)	38,50 (19,70→46,10)
	AVT	-0,80 (10,36)	-5,43 (2,61)	-3,05 (-9,40→-26,60)	-5,20 (-9,70→-0,30)
	AHP	-7,08 (4,08)	-10,22 (4,09)	-6,25 (-12,60→-0,50)	-10,00 (-17,00→-4,30)
	AJ	1,03 (4,72)	-2,05 (5,37)	1,50 (-6,10→8,30)	-1,50 (-11,60→5,80)
	AT	85,52 (2,76)	85,27 (2,09)	86,25 (81,40→89,30)	86,20 (81,30→88,70)

G1: Alterações sensitivas “mínimas” com sensibilidade preservada ao monofilamento de 10g e MNSI negativo (n=10); G2: NDP – insensibilidade ao monofilamento de 10g e MNSI positivo (n=11); AHCC: Ângulo de protração da cabeça; AVT: Alinhamento vertical do tronco; AHP: Alinhamento horizontal da pelve; AJ: Ângulo do joelho; AT: Ângulo do tornozelo.

Após a aplicação do teste de correlação linear de Spearman, associando cada variável postural (nas quatro vistas), às frequências de alteração do equilíbrio e à estesiometria, foi possível encontrar algumas correlações significantes (tabela 5).

Tabela 5 – Coeficientes de correlação de Spearman (ρ) e respectivo p-valor das associações significantes entre variáveis da postura e sensibilidade e equilíbrio (n=21).

Variáveis Posturais	Sensibilidade		Frequência de alterações nos testes de equilíbrio				
	Direita	Esquerda	FOA	FOF	FAE	FAD	FAT
AHC	*	*	*	*	*	*	*
AHA	*	*	*	*	*	*	*
AHEIAS	*	*	*	*	p=-0,487 p=0,025	*	*
AHTT	*	*	*	p=-0,529 p=0,013	*	*	*
AQD	*	*	*	*	*	*	*
AQE	*	*	*	*	*	*	*
AHET	*	*	*	*	*	*	*
APRD	*	*	*	*	*	*	*
APRE	*	*	*	*	*	*	*
AHCC(d)	*	*	*	*	*	*	*
AVT(d)	*	*	*	p=0,503 p=0,019	*	p=0,475 p=0,029	p=0,457 p=0,036
AHP(d)	*	*	*	*	*	*	*
AJ(d)	*	*	*	*	*	*	*
AT(d)	*	*	*	*	*	*	*
AHCC(e)	*	*	*	*	*	*	*
AVT(e)	*	*	*	p=0,489 p=0,024	*	*	*
AHP(e)	*	*	*	*	*	*	*
AJ(e)	p=-0,420 p=0,050	p=-0,454 p=0,038	*	*	*	*	*
AT(e)	*	*	*	*	*	*	*

FOA e FOF: frequências de alterações nos testes de equilíbrio com os olhos abertos e fechados, respectivamente; FAE e FAD: frequências de alteração nos testes de equilíbrio à esquerda e à direita, respectivamente; FAT: frequência de alteração total nos testes de equilíbrio; AHC, AHA, AHEIAS, AHTT e AHET: Alinhamentos horizontais da cabeça, dos acrômios, das espinhas ilíacas ântero-superiores, das tuberosidades tibiais e das escápulas; AQD e AQE: Ângulo Q direito e esquerdo; APRD e APRE: Ângulo pé retropé direito e esquerdo; AHCC: Ângulo de protração da cabeça; AVT: Alinhamento vertical do tronco; AHP: Alinhamento horizontal da pelve; AJ: Ângulo do joelho; AT: Ângulo do tornozelo; (d): direita e (e): esquerda; p: nível de significância e ρ : coeficiente de correlação de Spearman. *Associações não significantes.

DISCUSSÃO

O DM acomete cerca de 7,6% da população brasileira, sendo que aproximadamente 50% dos pacientes desconhecem o diagnóstico ou, muitas vezes, o descobrem tardiamente, e 24% daqueles reconhecidamente portadores de DM não fazem qualquer tipo de tratamento (GROSS e NEHME, 1999). A amostra do estudo foi composta de sujeitos diagnosticados de dois a até mais de vinte anos, contudo não foram observadas grandes diferenças na alteração neuropática dos participantes. Isso reforça a hipótese de que a normalização da amostra deve ser realizada através de testes de comprometimento nervoso e não pelo tempo de diagnóstico, uma vez que o último varia em decorrência da informação sobre a doença de cada indivíduo.

Ainda em respeito às medidas descritivas, o índice de massa corpórea elevado, indicativo de sobrepeso, já era esperado posto que em portadores de DM tipo 2, sua ocorrência é mais frequentemente encontrada (MORAES et al., 2003; SANTOS e SICHIERI, 2005). Em relação à confirmação diagnóstica de NDP, os presentes resultados (52% dos sujeitos) são semelhantes aos encontrados em estudos populacionais com amostras maiores, que descrevem uma prevalência de NDP em 50 a 80% dos diabéticos (CALSOLARI et al., 2002, KÄRVESTEDT et al., 2010; LU et al., 2010; SOSENKO, 2009). Todavia, vale ressaltar que, dentre os diabéticos que não tiveram a NDP confirmada, muitos apresentaram déficit somatossensitivo, ainda que inferior à 10g de pressão. Dessa maneira, optou-se por se dispor os resultados de maneira independente para o grupo sem alterações ou com déficits somatossensitivos mínimos (G1) e

o grupo no qual foi confirmado o diagnóstico de NDP (G2), mesmo que, por razões anteriormente descritas, não se fosse adequado compará-los estatisticamente.

No que se diz respeito aos testes de equilíbrio, todos os indivíduos do G1 apresentaram-se deficitários em algum grau. A dificuldade em se equilibrar se deu com maior frequência em apoio unipodal esquerdo com os olhos fechados (100%) seguido do mesmo apoio, porém com olhos abertos (90,9%) (Figura 2). Em geral, as alterações foram mais frequentes à esquerda, depois à direita e por último em apoio bipodal, sendo sempre as situações com olhos fechados mais difíceis. Dickstein et al. (2003) relatam maior período de latência às respostas posturais em indivíduos com NDP que pode predispor a um aumento da instabilidade postural. Possivelmente, o comprometimento do equilíbrio se dê paralelamente à perda insidiosa de sensibilidade, uma vez que foram também observadas menores alterações de equilíbrio, ainda que, apenas visuais, na população que apresentou déficit somatossensitivo limiar (G1) (Figura 2). A presença de maior dificuldade à esquerda e com os olhos fechados eram resultados esperados, posto que a dominância lateral e a seleção de quais componentes do sistema sensorial (visual, vestibular e somatossensitivo) serão utilizados para manutenção do equilíbrio estão diretamente relacionados à realização dessa tarefa (SHUMWAY-COOK e WOOLLACOTT, 2003; WINTER, 1995).

Foi possível observar algumas associações entre a presença NDP e os diversos testes de equilíbrio. As posturas em apoio bipodal, tanto com os olhos abertos, quanto com os olhos fechados, e com apoio unilateral à esquerda com os olhos fechados estiveram relacionadas à presença de NDP. Segundo Camargo e Fregonesi (2010), o comprometimento distal das fibras nervosas aferentes leva às respostas alteradas de manutenção da postura corporal. Provavelmente existiram somente três associações significantes, pelo fato dos sujeitos sem NDP confirmada também demonstrarem algum tipo de alteração nervosa, alterando, ainda que em pequena escala, a integridade das respostas de equilíbrio. Apoiando tal hipótese, percebe-se que os resultados significantes foram justamente aqueles com testes de equilíbrio mais fáceis de executar (BA e BF): um déficit sensitivo limiar não seria suficiente para alterá-los, sendo necessária a presença de NDP e, com o teste mais difícil de executar (UEF): apenas com total integridade das fibras sensitivas, ou seja, sem nenhum déficit na estesiometria, seria possível executá-lo com sucesso. Nos testes com dificuldade intermediária não foi possível observar significância.

Concordando com esses resultados, alterações de parâmetros relacionados ao equilíbrio vêm sendo associados positivamente às alterações de sensibilidade. Prätorius et al. (2001) e Faquin (2005), em seus respectivos estudos, notaram que sujeitos com melhor sensibilidade dos pés apresentavam menores amplitudes de deslocamento do centro de pressão, confirmando, de maneira generalizada, a importância das aferências sensoriais somatossensitivas para a manutenção do equilíbrio e postura.

Houve dificuldade na interpretação dos dados da avaliação postural no presente estudo devido à inexistência de um grupo controle, uma vez que a literatura é escassa em relação aos parâmetros que estabeleçam um padrão ideal da postura corporal para a população estudada. Porém, levando-se em consideração os princípios de uma postura fisiológica, com alinhamentos tanto no plano frontal, quanto no plano sagital, todos os participantes apresentaram algum grau de alteração. Maisson (1998) afirma que a representação da postura do corpo, bem como da

sua orientação em relação ao mundo externo, são baseadas na cadeia proprioceptiva multiarticulada, que se constitui dos olhos aos pés. Assim sendo, uma alteração em qualquer ponto de tal cadeia pode gerar inúmeras respostas compensatórias, seja nas adjacências ou em regiões mais distais. Por esse motivo, deve-se abordar a postura como um todo, mesmo que, no caso de doenças periféricas, possivelmente as alterações estruturais estejam mais associadas aos membros inferiores. Dessa forma, serão descritas e discutidas todas as alterações posturais avaliadas, no entanto, será dado enfoque aos desalinhamentos das estruturas mais distais.

De uma forma resumida, a análise postural fotogramétrica revelou os seguintes desalinhamentos em vista anterior: rotação da cabeça à direita, elevação do ombro direito, forte tendência à inclinação pélvica à esquerda e tuberosidade tibial direita mais alta que esquerda, mostrando relação entre o posicionamento dos membros inferiores e a pelve. Já, em vista posterior foi observada uma tendência em aproximação dos ângulos inferiores das escápulas. Nas vistas laterais os resultados convergiram para anteriorização da cabeça e do tronco, hiperlordose lombar, hiperextensão dos joelhos e abertura do ângulo tíbio-társico.

Bruschini e Nery (1996) relataram que os desvios angulares nos membros inferiores tentam compensar as alterações na pelve ocasionadas pelo deslocamento anterior do centro de gravidade, podendo causar rotação medial dos quadris e acentuação do valgismo dos joelhos e tornozelos, o que leva à anteroversão pélvica e à hiperlordose lombar. O alinhamento dos quadris com a articulação do tornozelo pode influenciar as estratégias de controle postural, bem como o próprio alinhamento das demais articulações dos membros inferiores e tronco (CICCA et al., 2007). A adução das escápulas, encontrada no presente estudo, talvez possa ser uma atitude compensatória à hiperlordose lombar, na tentativa de retomar o centro de gravidade. Os achados das vistas laterais relacionados ao membro inferior concordam com Borg et al. (2007) e Masani et al. (2003) no sentido de entenderem que a atividade extensora do tornozelo, responsável pela abertura/fechamento do ângulo tíbio-társico, é grandemente responsável pelo controle fásico do equilíbrio ântero-posterior durante a posição estática. Informações sensoriais, nessa posição, parecem ter grande contribuição em modular a atividade muscular extensora do tornozelo. Caso tais aferências encontrem-se lesadas, como no presente estudo, certamente ocorrerão adaptações posturais, levando a um remanejamento da postura como um todo.

No que se diz respeito, especificamente aos pés, verificou-se certa frequência de valgismo de tornozelos (APRD e APRE) que aponta para desabamento do arco plantar. SACCO et al. (2008) encontraram, em seu estudo com NDP, uma grande frequência de pés planos, e a relacionaram às alterações ortopédicas e funcionais decorrentes da própria enfermidade, responsável pela desestruturação musculoesquelética dos pés, levando principalmente ao desabamento do arco longitudinal medial. Assim sendo, pode-se presumir que a biomecânica do arco plantar dos pés de diabéticos, por ser desarmônica, gera uma alta incidência de valgismo de tornozelo e de pés planos (GROSS e NEHME, 1999; SACCO et al., 2009). Essa fisiopatologia culmina em modificações posturais, podendo causar desconforto e até mesmo dor (TOKARS et al., 2003).

Em relação às correlações das medidas de sensibilidade e equilíbrio às variáveis posturais, os resultados mostraram que o déficit de sensibilidade (bilateralmente) foi associado à hiperextensão do joelho esquerdo. A alteração do equilíbrio

com os olhos fechados mais frequente relacionou-se à existência da tuberosidade tibial direita mais alta que a esquerda e uma maior extensão do tronco, em ambas vistas laterais. A alteração do equilíbrio à esquerda mais frequente mostrou correlação à inclinação pélvica à esquerda e, a alteração do equilíbrio à direita e total associou-se ao aumento da extensão de tronco na vista lateral direita.

Quando se buscou significância no relacionamento entre déficit somatossensitivo e joelhos, talvez esta tenha sido encontrada apenas no joelho esquerdo por este ser o “menos treinado” e o “mais susceptível” às instabilidades independentemente da causa. Tal resposta também pode ser a explicação para a correlação entre frequência de alteração do equilíbrio à esquerda e inclinação pélvica à esquerda (pois só ocorreu nesse hemisfério). Nessa linha de raciocínio, quando se exige mais da tarefa do equilíbrio, isto é, realizá-la com olhos fechados, encontram-se associações com a tuberosidade tibial direita mais alta, provavelmente acompanhando a inclinação da pelve. As correlações do equilíbrio com a extensão de tronco, mais uma vez, foram mais marcantes à esquerda (hemisfério “mais susceptível”) e com olhos fechados (tarefa mais exigente) e, ainda, pode ser um ajuste compensatório à instalação de uma hiperlordose lombar e ditar o aparecimento da adução escapular observada. Tais achados demonstram que o déficit somatossensitivo envolve, com maior ênfase, as articulações apendiculares e o déficit de equilíbrio se traduz, mais efetivamente, em ajustes nas articulações axiais. Além disso, confirmam o estabelecimento do padrão postural supracitado, o qual abarca uma anteriorização do centro de gravidade e adaptações compensatórias para manutenção do equilíbrio que acaba prejudicado.

CONCLUSÕES

A realização do estudo contribuiu para a atribuição de valores numéricos aos dados posturais, bem como, para descrever o perfil dos portadores de DM e NDP, que apresentaram considerável índice de déficit de sensibilidade somatossensitiva nos pés e alteração de postura e equilíbrio.

Os achados apontaram para o fato de que a alteração neuro-biomecânica dos pés pode ser a causa de déficits de equilíbrio e gerar comprometimentos das articulações mais proximais, comprometendo a postura corporal global.

No entanto, ainda se fazem necessários maiores esclarecimentos sobre o assunto. Talvez, estudos incrementados com um grupo controle não-diabético e com um maior volume amostral, possam melhorar o entendimento sobre a questão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARMSTRONG, D.G., LAVERY, L.A. Diabetic foot ulcers: prevention, diagnosis and classification. *American Family Physician*, v.57, n.6, p.1325-1332, 1998.

BANKOFF, A.D.P. Estudo do equilíbrio corporal postural através do sistema de baropodometria eletrônica. *Conexões*, v.2, n.2, p.87-104, 2004.

BORG, F. et al. Analyzing gastrocnemius EMG-activity and sway data from quiet and perturbed standing. *Journal of Electromyography Kinesiology*, v.17, n.5, p.622-634, 2007.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE, FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE. Manual de prevenção de incapacidade. 1.ed. Brasília, 2008. 125p.

BRUSCHINI, S.; NERY, C.A.S. Aspectos ortopédicos da obesidade na infância e adolescência. In: FISBERG, M. Obesidade na infância e adolescência. São Paulo: Fundação Editorial BYK, 1995. p.105-125.

CALSOLARI, M.R. et al. Análise retrospectiva dos pés de pacientes diabéticos do Ambulatório de Diabetes da Santa Casa de Belo Horizonte, MG. Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia, v.46, n.2, p.173-176, 2002.

CAMARGO, M.R.; FREGONESI, C.E.P.T. A importância das informações aferentes podais para o controle postural. Revista Neurociências. No prelo.

CARVALHO, C.V. Relação entre o meio ambiente e a formação da auto-imagem do adolescente com a predisposição de hábitos posturais incorretos. 2003. 60f. Trabalho de Graduação (Bacharelado em Fisioterapia) – Departamento de Enfermagem e Fisioterapia, Universidade Católica de Goiás. Goiânia, GO. 2003. Disponível em: <<http://www.educacaofisica.com.br/download.asp?tp=biblioteca&id=1234>>. Acesso em 03 ago. 2010.

CHIN, M.H. et al. Barriers to providing diabetes care in community health center. Diabetes Care, v.24, n.2, p.268-274, 2001.

CICCA, L.O.; JOÃO, S.M.A.; SACCO, I.C.N. Caracterização postural dos membros inferiores de crianças obesas de 7-10 anos. Revista Fisioterapia e Pesquisa, v.14, n.2, p. 40-47, 2007.

DICKSTEIN, R.; PETERKA, R.J.; HORAK, F.B. Effects of light fingertip touch on postural responses in subjects with diabetic neuropathy. Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry, v.74, n.5, p.620-626, 2003.

FAQUIN, A. Características e inter-relação de sensibilidade plantar e do equilíbrio de atletas e não-atletas. 2005. 109f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano) – Centro de Educação Física, Fisioterapia e Desportos, Universidade do Estado de Santa Catarina. Florianópolis, SC, 2005. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=82245>. Acesso em: 03 ago. 2010.

GRILLO, M.F.F.; GORINI, M.I.P.C. Caracterização de pessoas com Diabetes Mellitus tipo 2. Revista Brasileira de Enfermagem, v.60, n.1, p.49-54, 2007.

GROSS, J.L.; NEHME, M. Detecção e tratamento das complicações crônicas do diabetes melito: Consenso da Sociedade Brasileira de Diabetes e Conselho Brasileiro de Oftalmologia. Revista da Associação Médica Brasileira, v.45, n.3, p.279-284, 1999.

GUSTAFSON, A.S. et al. Changes in balance performance in physically active elderly people aged 73–80. Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine, v.32, n.4, p.168-172, 2000.

KÄRVESTEDT, L. et al. The prevalence of peripheral neuropathy in a population-based study of patients with type 2 diabetes in Sweden. Journal of Diabetes and Its Complications, 2010. In press.

LU, B. et al. High prevalence of diabetic neuropathy in population-based patients diagnosed with type 2 diabetes in the Shanghai downtown. Diabetes Research and Clinical Practice, v.88, n.3, p.289-294, 2010.

MACIEL, A.C.C.; GUERRA, R.O. Prevalência e fatores associados ao déficit de equilíbrio em idosos. Revista Brasileira de Ciência e Movimento, v.13, n.1, p.37-44, 2005.

MAISSON, J. Postural control systems in developmental perspective. Neuroscience and Biobehavioral Reviews, v.22, n.4, p.465-472, 1998.

MASANI K. et al. Importance of body sway velocity information in controlling ankle extensor activities during quiet stance. Journal of Neurophysiology, v.90, n.6, p.3774-3782, 2003.

McLELLAN, K.C.P. et al. Diabetes mellitus do tipo 2, síndrome metabólica e modificação no estilo de vida. Revista de Nutrição, v.20, n.5. p.515-524, 2007.

Michigan Diabetes Research and Training Center. University of Michigan Health System. MNSI – Michigan Neuropathy Screening Instrument. 2008. Disponível em: <<http://www.med.umich.edu/mdrtc/profs/survey.html#mnsi>>. Acesso em: 28 jul. 2010.

MOCHIZUKI, I; AMADIO, C.A. As funções do controle postural durante a postura ereta. Revista de Fisioterapia Universidade de São Paulo, v.10, n.1, p.7-15, 2003.

MOGHISSI, E.S. et al. American Association of Clinical Endocrinologists and American Diabetes Association Consensus Statement on Inpatient Glycemic Control. Diabetes Care, v.32, n.6, p.1119-1131, 2009.

MOGHTADERI, A.; BAKHSHIPOUR, A.; RASHIDI, H. Validation of Michigan Neuropathy Screening Instrument for diabetic peripheral neuropathy. Clinical Neurology and Neurosurgery, v.108, n.5, p.477-481, 2006.

MORAES, C. M. et al. Prevalência de Sobrepeso e Obesidade em Pacientes Com Diabetes Tipo 1. Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia, v.47, n.6, p. 677-683, 2003.

PRÄTORIUS, B.; KIMMESKAMP, S.; MILANI, T.L. The sensitivity of the sole of the foot in patients with Morbus Parkinson. Neuroscience Letters, v.346, n.3, p.173-176, 2003.

ROSSI, C.R. A Incidência de Pé Cavo, Plano e Normal em Indivíduos com Classe I, II e III de Angle. 2006. 91f. Trabalho de Graduação (Bacharelado em Fisioterapia) – Faculdade Assis Gurgacz. Cascavel, PR. 2006. Disponível em: <<http://www.fag.edu.br/tcc/2006/Fisioterapia/>>. Acesso em: 03 ago. 2010.

SACCO, I.C.N. et al. Alteração do arco longitudinal medial na neuropatia periférica diabética. Acta Ortopédica Brasileira, v.17, n.1, p.13-16, 2008.

SACCO, I.C.N. et al. Medial longitudinal arch change in diabetic peripheral neuropathy. Acta Ortopédica Brasileira, v.17, n.1, p.13-16, 2009.

SAID, G. Focal And Multifocal Diabetic Neuropathies. Arquivos de Neuropsiquiatria, v. 65, n.4-B, p.1272-1278, 2007.

SANTOS, A.A. et al. Treinamento proprioceptivo em mulheres diabéticas. Revista Brasileira de Fisioterapia, v.12, n.3, p. 183-187, 2008.

SANTOS, D.M.; SICHIERI, R. Índice de massa corporal e indicadores antropométricos de adiposidade em idosos. Revista Saúde Pública, n.36, v.2, p.163-168, 2005.

SAPo – Software de Avaliação Postural, versão 0.67. São Paulo: Incubadora FAPESP, 2007. Programa de livre-acesso pela internet. Disponível em: <<http://sapo.iv.org.br/portal>>. Acesso em: 27 jul. 2010.

SCHMID, H. Impacto Cardiovascular da Neuropatia Autonômica do Diabetes Mellitus. Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia, v.51, n.2, p.232-243, 2007.

SHAW, J.E. et al. An analysis of dynamic forces transmitted through the foot in diabetic neuropathy. Diabetes Care, v.21, n.11, p.1955-1959, 1998.

SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M., Motor.

Control: Theory and Practical Applications, Baltimore: Lippincott Williams and Wilkins, 2003.

SOSENKO, J.M. The prevalence of diabetic neuropathy according to ethnicity. *Current Diabetes Reports*, v.9, n.6, p.435-439, 2009.

TOKARS, E. et al. A influência do arco plantar na postura e no conforto dos calçados ocupacionais. *Fisioterapia Brasil*, v.4, n.3, p.157-162, 2003.

WINTER, D.A. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait and Posture*, v.3, n.4, p.193-214, 1995.