






Controle postural em indivíduos com diabetes *mellitus* do tipo 2 com vertigem, tontura e/ou desequilíbrio

Postural control in patients with type 2 diabetes with vertigo, dizziness and/or imbalance

Rafaela Maia Quitschal¹ , Jackeline Yumi Fukunaga¹ , Sergio Atala Dib² , Maurício Malavasi Ganança³ , Heloisa Helena Caovilla³ 

RESUMO

Objetivo: avaliar o controle postural em indivíduos com diabetes *mellitus* do tipo 2 (DM2) com vertigem, tontura e/ou desequilíbrio à posturografia. **Métodos:** pacientes com DM2, 15 do sexo feminino e cinco do masculino, idades entre 46 e 83 anos e um grupo controle de 20 indivíduos hígidos, pareados por idade e sexo, 15 do sexo feminino e cinco do masculino, idades entre 46 e 81 anos foram submetidos à versão brasileira do *Dizziness Handicap Inventory* (DHI) e escala visual analógica de vertigem ou tontura e posturografia estática do *Tetrax IBS™*, em oito condições sensoriais. **Resultados:** o grupo experimental apresentou prejuízo moderado na qualidade de vida ao DHI (média de 31,30 pontos) e pontuação média de 6,45 pontos na escala visual analógica de vertigem ou tontura. Houve diferença significativa entre os grupos, em todas ou algumas condições sensoriais, em relação aos valores do índice de estabilidade geral, das faixas de frequência de oscilação postural, dos índices de sincronização da oscilação postural e do índice de risco de queda. **Conclusão:** indivíduos com DM2 com vertigem, tontura e/ou desequilíbrio podem apresentar distúrbio do controle postural à posturografia, caracterizado por alterações da estabilidade geral, sincronização da oscilação postural, faixas de frequência de oscilação postural e risco de queda, sugerindo disfunção vestibular, visual e somatossensorial, ou em sua interação no sistema nervoso central.

Palavras-chave: Equilíbrio postural; Vertigem; Tontura; Diabetes *mellitus* tipo 2; Testes de função vestibular

ABSTRACT

Purpose: To evaluate postural control in diabetes mellitus Type 2 patients (T2DM) with vertigo, dizziness and/or imbalance. **Methods:** T2DM patients, 15 females and five males, ranging from 46 to 83 years old, and a control group of 20 healthy individuals with no complaints paired according to age and gender were submitted to the Brazilian version of the Dizziness Handicap Inventory (DHI), dizziness analog scale, and the *Tetrax IBS™* static posturography in eight sensory conditions. **Results:** The experimental group had moderate impairment in quality of life according to the DHI (mean of 31.30 points) and a mean score of 6.45 points in the dizziness analog scale. There was a significant difference between the groups in all or some sensory conditions concerning the values of the general stability index, frequency bands of postural oscillation, postural oscillation synchronization indexes, and the risk of falling. **Conclusion:** T2DM patients with vertigo, dizziness and/or imbalance may present postural control impairment in posturography, characterized by changes in general stability, postural oscillation synchronization, frequency ranges of postural oscillation and risk of fall, suggesting vestibular, visual and somatosensory dysfunction or in their interaction in the central nervous system.

Keywords: Postural balance; Vertigo; Dizziness; Diabetes mellitus type 2; Vestibular function tests

Trabalho realizado no Departamento de Fonoaudiologia da Escola Paulista de Medicina – EPM, Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – São Paulo (SP), Brasil.

¹Programa de Pós-graduação em Distúrbios da Comunicação Humana, Departamento de Fonoaudiologia, Escola Paulista de Medicina – EPM, Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – São Paulo (SP), Brasil.

²Disciplina de Endocrinologia, Departamento de Medicina, Escola Paulista de Medicina – EPM, Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – São Paulo (SP), Brasil.

³Disciplina de Otologia e Otoneurologia, Departamento de Otorrinolaringologia e Cirurgia de Cabeça e Pescoço, Escola Paulista de Medicina – EPM, Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – São Paulo (SP), Brasil.

Conflito de interesses: Não.

Contribuição dos autores: *RMQ* participou da concepção e do delineamento do estudo, coleta, análise e interpretação dos dados, redação e revisão do artigo de forma intelectualmente importante e aprovação final da versão a ser publicada; *JYF* participou da idealização do estudo, coleta e análise dos dados, revisão do artigo de forma intelectualmente importante e aprovação final da versão a ser publicada; *SAD* participou da seleção da amostra, análise e interpretação dos dados, revisão do artigo de forma intelectualmente importante e aprovação final da versão a ser publicada; *MMG* participou da concepção e do delineamento do estudo, análise e interpretação dos dados, redação e revisão do artigo de forma intelectualmente importante e aprovação final da versão a ser publicada; *HHC* participou, na condição de orientadora, da idealização e delineamento do estudo, análise e interpretação dos dados, redação e revisão do artigo de forma intelectualmente importante e aprovação final da versão a ser publicada.

Financiamento: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), número de processo 1560925/2015.

Autor correspondente: Rafaela Maia Quitschal. E-mail: rmquitschal@yahoo.com.br

Recebido: Janeiro 28, 2019; **Aceito:** Setembro 10, 2019

INTRODUÇÃO

O diabetes *mellitus* (DM) é uma das principais causas de mortalidade no mundo. O crescimento e envelhecimento da população, inatividade física, excesso de peso corporal e hábitos alimentares inadequados predispõem ao aumento da incidência e prevalência do DM⁽¹⁾.

O DM é um grupo heterogêneo de distúrbios metabólicos, caracterizados por hiperglicemia devido a defeito na secreção e/ou ação da insulina. O DM pode ser classificado, de acordo com a etiologia, em quatro classes clínicas: tipo 1, tipo 2 (DM2), gestacional e outros tipos específicos. Há, ainda, duas outras categorias, a glicemia de jejum alterada e a tolerância à glicose diminuída, referidas como pré-diabetes, que não são entidades clínicas, mas fatores de risco para desencadear DM e doenças cardiovasculares⁽¹⁾.

O DM2, identificado em 90% a 95% dos casos de DM, é causado por uma interação de fatores genéticos e ambientais. Caracteriza-se por distúrbios na ação e secreção da insulina e na regulação da produção hepática de glicose; o pâncreas não produz insulina suficiente para manter o nível normal de glicose no sangue, ou o organismo é incapaz de usar a insulina produzida, resultando na resistência à insulina. Pode surgir em qualquer idade, mas geralmente é diagnosticado após os 40 anos⁽¹⁾.

O acometimento do sistema vestibular é frequente no DM2 e pode constituir uma complicação relacionada com a afecção, devido aos efeitos da hiperglicemia crônica⁽²⁾, ou por variações da glicemia e insulinemia.

O mecanismo exato e a localização da lesão epitelial sensorial vestibular diabética não estão completamente elucidados⁽³⁾. Apesar da fisiopatologia do comprometimento do órgão sensorial vestibular nos diabéticos não estar esclarecida, a hiperglicemia pode estar relacionada com os sinais clínicos de vestibulopatia periférica, distúrbios do equilíbrio corporal, incapacidade funcional e quedas^(2,3). Pacientes disglucêmicos podem apresentar sintomas auditivos e vestibulares, como vertigem, sensação de flutuação, perda auditiva, zumbido, plenitude aural, desconforto a sons intensos, além de fraqueza, sudorese e diarreia⁽⁴⁾. Desequilíbrio postural e queda são muito frequentes em diabéticos^(2,5-7). O distúrbio do equilíbrio corporal, na DM2, é um dos fatores habitualmente identificados como risco para a queda, que prejudicam a qualidade de vida, pois podem resultar em diminuição na mobilidade e de atividades, hospitalização e mortalidade⁽⁷⁾.

A oscilação corporal e o desempenho postural do paciente de modo estático ou dinâmico podem ser avaliados de forma quantitativa por meio de plataforma de força sensível à pressão⁽⁸⁾. A posturografia estática do *Tetrax Interactive Balance System* (*Tetrax IBS™*, Sunlight Medical Ltd., Tel Aviv, Israel), com quatro placas, capta as variações de distribuição de peso e compara os valores dos dedos e calcanhar de cada pé e de cada calcanhar com os dedos do pé contralateral, analisando o equilíbrio postural e os mecanismos para mantê-lo⁽⁹⁾. Cada placa tem um aferidor de tensão que transforma as variações das forças verticais em sinais elétricos de onda analógica⁽⁹⁾. Estes dados podem ser úteis na avaliação clínica do desequilíbrio corporal não diagnosticado por outros testes otoneurológicos. A caracterização dos distúrbios do controle postural tem importantes implicações diagnósticas, terapêuticas e para a prevenção de quedas⁽⁵⁾.

A prevalência de DM2 está em crescente aumento. Suas características, complicações e natureza crônica deterioram a qualidade de vida. A escassez de pesquisas que quantifiquem e caracterizem o equilíbrio corporal no DM2 e queixas vestibulares, realizando posturografias, principalmente o *Tetrax IBS™*, justificam a realização deste estudo. Os parâmetros que diferem o *Tetrax IBS™*

de outras posturografias poderão contribuir para o conhecimento mais abrangente do controle postural e da disfunção vestibular nesses pacientes, com possíveis implicações diagnósticas e na orientação terapêutica.

O objetivo desta investigação foi avaliar o controle postural em diabéticos do tipo 2 com vertigem, tontura e/ou desequilíbrio à posturografia.

MÉTODO

Estudo do tipo transversal controlado, realizado na Disciplina de Otologia e Otoneurologia do Departamento de Otorrinolaringologia e Cirurgia de Cabeça e Pescoço da Universidade Federal de São Paulo – Escola Paulista de Medicina (UNIFESP-EPM), após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa – CEP UNIFESP, sob o número 1.981.140. Todos os indivíduos foram informados sobre os procedimentos realizados e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, possibilitando sua participação no estudo e posteriores análise e divulgação dos resultados.

O grupo experimental foi composto por 20 pacientes de ambos os sexos, idade acima de 18 anos, com DM2, que, como critérios de inclusão, referiam vertigem, tontura e/ou desequilíbrio e estavam em acompanhamento e tratamento com medicação antidiabética e orientação dietética no Ambulatório de Endocrinologia e Metabologia e Centro de Diabetes da Disciplina de Endocrinologia da UNIFESP-EPM.

O grupo controle, pareado por idade e sexo ao grupo experimental, foi constituído por indivíduos voluntários da comunidade, sem histórico de alterações metabólicas ou ortopédicas, afecções auditivas, vestibulares, visuais ou queixas neurológicas. Os critérios de inclusão dos pacientes do grupo experimental foram apresentar diagnóstico médico de DM2 e queixa de vertigem, tontura e/ou desequilíbrio.

Foram excluídos os pacientes que apresentavam polineuropatia diabética, retinopatia, insuficiência renal, insuficiência hepática, insuficiência cardíaca, distúrbios neurológicos, incapacidade para compreender e atender comando verbal simples, impossibilidade de permanecer, de forma independente, na posição ortostática, comprometimento visual não compensado com uso de lentes corretivas, distúrbios ortopédicos que resultassem em limitação de movimento ou utilização de próteses em membros inferiores, distúrbios psiquiátricos, em uso de medicamentos com ação sobre o sistema vestibular, e que tenham efetuado reabilitação do equilíbrio corporal nos últimos seis meses.

Os participantes foram submetidos a uma avaliação otoneurológica, composta por anamnese, exame otorrinolaringológico, versão brasileira⁽¹⁰⁾ do *Dizziness Handicap Inventory* (DHI)⁽¹¹⁾, escala visual analógica de vertigem ou tontura⁽¹²⁾ e posturografia estática do *Tetrax IBS™* (*Sunlight Medical Ltd.*, Tel Aviv, Israel)⁽⁹⁾.

O questionário de qualidade de vida, DHI brasileiro, foi aplicado para aferir a autopercepção da incapacidade imposta pela tontura. Este instrumento, composto por vinte e cinco questões, avaliou três grandes domínios: aspecto físico, sete perguntas; emocional, nove e funcional, nove. A avaliadora leu o questionário para os pacientes, que foram instruídos a responder a cada pergunta somente com as seguintes respostas: “sim”, “não” ou “às vezes”. Para cada resposta “sim”, foram somados 4 pontos, para cada “não”, 0 pontos e para cada resposta “às vezes”, 2 pontos. Desta forma, quanto maiores os valores, maiores os prejuízos na qualidade de vida⁽¹¹⁾. A pontuação total do DHI foi classificada em leve (0-30 pontos), moderada (31-60) e severa (61-100)⁽¹³⁾.

Na escala visual analógica de vertigem ou tontura, a intensidade destes sintomas foi quantificada. Os indivíduos atribuíram uma

pontuação (0 a 10) em relação à intensidade de sua tontura no momento da avaliação, na qual 0 indicou o menor nível de tontura e 10, o maior⁽¹²⁾. A severidade dos sintomas foi classificada como leve (0-3 pontos), moderada (4-6) e severa (7-10)⁽¹⁴⁾.

A posturografia do *Tetrax IBSTM* foi realizada em uma sala silenciosa e semiobscura. O equipamento inclui programa específico, instalado em um computador, colchonetes de espuma e uma plataforma com corrimão. A plataforma de força é composta por quatro placas (A-B-C-D) independentes e integradas, colocadas sobre piso nivelado, sem carpete. Um alvo foi posicionado na altura dos olhos e a um metro à frente do indivíduo a ser avaliado. Antes de iniciar a avaliação, com a plataforma vazia, o equipamento foi calibrado por meio do programa instalado no computador.

Os pacientes, descalços, posicionaram os dedos dos pés e calcanhares sobre um desenho indicativo e braços estendidos ao longo do corpo. Os pacientes foram orientados a não falarem e a manterem a postura ereta, estável e imóvel, durante 32 segundos, em cada uma das oito condições sensoriais avaliadas⁽⁹⁾:

- Condição sensorial NO (*Normal Open*): indivíduo com o rosto para frente, olhos abertos, fixando um alvo na parede oposta à plataforma, em superfície firme. Esta é uma posição neutra, em que os sistemas visual, somatossensorial e vestibular são examinados;
- Condição sensorial NC (*Normal Closed*): indivíduo com o rosto para frente, olhos fechados, em superfície firme. Nesta posição, as informações visuais são eliminadas e os sistemas somatossensorial e vestibular são testados;
- Condição sensorial HR (*Head Rightward*): indivíduo com os olhos fechados, cabeça com rotação de 45° para a direita, em superfície firme. Esta posição elimina a visão e avalia o sistema vestibular;
- Condição sensorial HL (*Head Leftward*): indivíduo com os olhos fechados, cabeça com rotação de 45° para a esquerda, em superfície firme. Esta posição elimina a visão e avalia o sistema vestibular;
- Condição sensorial HB (*Head Backward*): indivíduo com os olhos fechados, cabeça inclinada 30° para trás, em superfície firme. Esta posição elimina a visão e avalia o sistema vestibular e o segmento cervical;
- Condição sensorial HF (*Head Forward*): indivíduo com os olhos fechados, cabeça inclinada 30° para frente, em superfície firme. Esta posição elimina a visão e avalia o sistema vestibular e o segmento cervical;
- Condição sensorial PO (*Pads Eyes Open*): indivíduo com o rosto para frente, olhos abertos, fixando um alvo na parede oposta à plataforma, em superfície instável (sobre um colchonete de espuma). Esta posição limita o efeito da propriocepção e avalia os sistemas visual e vestibular;
- Condição sensorial PC (*Pads Eyes Closed*): indivíduo com o rosto para frente, olhos fechados, em superfície instável (sobre um colchonete de espuma). Esta posição elimina a visão, limita o efeito da propriocepção e avalia o sistema vestibular.

A posturografia do *Tetrax IBSTM* mede as variações da força vertical exercida pelos calcanhares e pontas dos pés, caracterizando a oscilação corporal, de acordo com o deslocamento do centro de pressão. O programa do computador fornece valores para os seguintes parâmetros: índice de estabilidade, índice de distribuição de peso, índice de sincronização, frequências de oscilação corporal em cada uma das oito condições sensoriais e índice do risco de queda⁽⁹⁾.

O índice de estabilidade demonstra a estabilidade global do indivíduo e a habilidade para compensar modificações posturais.

Mede a quantidade de oscilação sobre as quatro plataformas; quanto maior o escore, maior a instabilidade⁽⁹⁾.

O índice de distribuição do peso compara a distribuição de peso em cada plataforma, calculado com base no peso registrado em cada uma das quatro placas; quanto maior o escore, maior a dificuldade na manutenção do equilíbrio⁽⁹⁾.

O índice de sincronização da oscilação postural mede a coordenação entre os membros inferiores e a simetria na distribuição do peso. Para cada condição, seis sincronizações são aferidas: entre os calcanhares e os dedos de cada pé (AB, CD), entre os dois calcanhares e os dedos dos dois pés (AC, BD) e as duas diagonais, entre o calcanhar de um pé e os dedos do pé contralateral (AD, BC). Valores de sincronização elevados podem indicar rigidez postural ou simulações intencionais de oscilação postural lateral; valores baixos podem indicar dessincronização com provável alteração dos mecanismos de controle fino; valores com sinais invertidos sugerem oscilação postural excessiva⁽⁹⁾.

As frequências da oscilação postural variam em um espectro entre 0,01 e 3,0 Hz, subdividido em quatro faixas de frequências: baixa (F1), abaixo de 0,1 Hz; média-baixa (F2-F4), entre 0,1 - 0,5 Hz; média-alta (F5-F6), entre 0,5 - 1,0 Hz; e alta (F7-F8), acima de 1,0 Hz. Cada faixa de frequência de oscilação postural realça a utilização de um determinado subsistema postural: prevalência de oscilações posturais na faixa de frequência baixa sugere controle postural normal e integridade dos sistemas vestibular, visual e somatossensorial; na faixa baixa-média, disfunção vestibular periférica na faixa média-alta, reações somatossensoriais mediadas pelo sistema motor dos membros inferiores e coluna vertebral e, na faixa alta, comprometimento do sistema nervoso central⁽⁹⁾.

O índice de risco de queda pondera os resultados dos parâmetros do *Tetrax IBSTM* nas oito condições avaliadas. Pode variar entre 0 e 100%; um valor entre 0 e 36% é considerado como risco leve; um valor entre 37% e 58%, risco moderado e, entre 59% e 100%, risco alto⁽⁹⁾.

Os resultados foram submetidos à análise estatística descritiva para caracterização da amostra. O teste de Shapiro-Wilk foi aplicado para verificar a normalidade dos dados. Para comparação da idade e peso entre os grupos, foi utilizado o teste t de Student para amostras independentes e o teste Qui-quadrado de Pearson foi usado para analisar a homogeneidade dos sexos. Foram utilizados os testes t de Student para amostras independentes (paramétrico) ou U de Mann-Whitney (não paramétrico) quanto ao índice de estabilidade e quanto às faixas de frequência de oscilação corporal. Foi utilizado o teste U de Mann-Whitney quanto aos índices de sincronização. O teste t de Student, para amostras independentes, foi utilizado quanto ao índice de distribuição de peso e índice de risco de queda. Os dados foram apresentados em frequências (relativa e absoluta), média, desvio padrão, mediana e valores mínimo e máximo. O nível de significância adotado foi de 5% ($p < 0,05$). Os programas *IBM SPSS Statistics*, versão 23.0 e *Excel Office 2015* foram empregados para os cálculos.

RESULTADOS

Do total de 155 indivíduos com DM2, abordados no Ambulatório de Endocrinologia e Metabologia e Centro de Diabetes da Disciplina de Endocrinologia da UNIFESP-EPM 105 não apresentaram queixa de vertigem, tontura e/ou desequilíbrio. Dos 50 diabéticos com DM2 e vertigem, tontura e/ou desequilíbrio, 25 não foram incluídos na pesquisa, devido aos critérios de exclusão (oito apresentavam história de comprometimento do sistema nervoso central, três, comprometimento visual que interferiria na visualização dos estímulos, dez, comprometimento ortopédico,

quatro, distúrbios renais), quatro não quiseram participar da pesquisa e um não concluiu a avaliação posturográfica, porque não foi capaz de manter-se nas posições com os olhos fechados e rotação da cabeça pelo tempo necessário para a realização do teste.

Foram avaliados 40 indivíduos, sendo 20 do grupo experimental, composto pelos pacientes com DM2 que apresentavam vertigem, tontura e/ou desequilíbrio e 20 do grupo controle. Os valores descritivos e a análise comparativa dos dados demográficos dos grupos experimental e controle, o tempo de doença e a medicação antidiabética do grupo experimental estão demonstrados na Tabela 1.

A média de pontuação para a aplicação do questionário de qualidade de vida do DHI, na versão brasileira, apresentada pelo grupo experimental, foi de 31,30 ± 21,51 pontos (variando entre 6 e 90 pontos), para o escore total, 11,7 ± 6,19 pontos para o aspecto físico, 8 ± 8,33 pontos para o aspecto emocional e 11 ± 8,34 pontos para o aspecto funcional. Treze indivíduos (65%) apresentaram pontuação total do DHI classificada como leve, seis (30%), como moderada e um (5%), como severa.

A pontuação da escala visual analógica de vertigem e tontura do grupo experimental variou entre 1 e 10, média de 6,45 pontos ± 2,82 pontos. Onze indivíduos (55%) apresentaram pontuação classificada como severa, na escala visual analógica de vertigem e tontura, cinco (25%) como moderada e quatro (20%) como leve.

O grupo experimental apresentou índice de estabilidade geral maior do que o grupo controle, em todas as condições avaliadas, com diferença significativa (Figura 1).

Sobre o índice de distribuição de peso, não houve diferença entre os grupos, para todas as condições avaliadas (Figura 2).

Em relação ao índice de sincronização na condição olhos abertos em superfície firme (NO), o grupo experimental apresentou valores absolutos maiores do que os do grupo controle, na sincronização entre dedos do pé esquerdo e calcanhar do pé direito (BC), com diferença significativa (p = 0,043). Na condição cabeça inclinada 30° para trás em superfície firme (HB), o grupo experimental apresentou valores absolutos menores do que os do grupo controle, nas sincronizações entre dedos e calcanhar do pé esquerdo (AB) (p = 0,023) e dedos do pé direito e dedos do pé esquerdo (BD) (p = 0,001), com diferença significativa.

Na condição olhos abertos em superfície instável (PO), o grupo experimental apresentou valores absolutos menores do que os do grupo controle, nas sincronizações entre dedos e calcanhar do pé direito (CD), com diferença significativa (p = 0,043). Na condição olhos fechados em superfície instável (PC), o grupo experimental apresentou valores absolutos menores do que os do grupo controle, nas sincronizações entre dedos e calcanhar do pé direito (CD) (p = 0,023), entre dedos do pé direito e dedos do pé esquerdo (BD) (p = 0,046) e entre calcanhar esquerdo e dedos do pé direito (AD) (p = 0,038) com diferença significativa (Tabela 2).

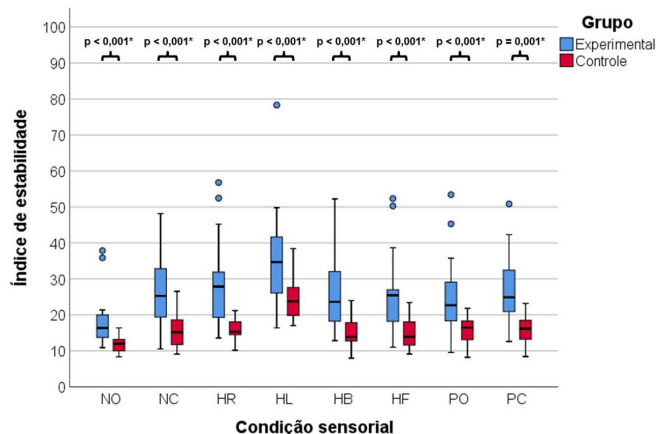


Figura 1. Representação gráfica dos escores do índice de estabilidade do grupo experimental e do grupo controle nas oito condições sensoriais do *Tetrix Interactive Balance System (Tetrix IBS™)*
Legenda: NO: Olhos abertos em superfície firme; NC: Olhos fechados em superfície firme; HR: Olhos fechados, cabeça com rotação de 45° para a direita, em superfície firme; HL: Olhos fechados, cabeça com rotação de 45° para a esquerda, em superfície firme; HB: Olhos fechados, cabeça inclinada 30° para trás, em superfície firme; HF: Olhos fechados, cabeça inclinada 30° para frente, em superfície firme; PO: Olhos abertos em superfície instável; PC: Olhos fechados em superfície instável; *Valor estatisticamente significativo no nível de 5% (p<0,05)

Tabela 1. Valores descritivos e análise comparativa dos dados demográficos dos grupos experimental e controle e tempo de doença e medicação antidiabética do grupo experimental

Variável		Experimental (n = 20)		Controle (n = 20)		Valor de p
Sexo	Feminino	15	75,0%	15	75,0%	p>0,999 ^A
	Masculino	5	25,0%	5	25,0%	
Idade em anos (DP)	Média	66,87 (8,39)		66,43 (8,13)		p = 0,866 ^B
	Mínimo	46,0		46,0		
	Máximo	83,0		81,0		
Peso em quilogramas (DP)	Média	71,48 (11,03)		66,52 (11,73)		p = 0,176 ^B
	Mínimo	52,0		49		
	Máximo	94,0		89		
Tempo de doença em meses (DP)	Média	183,75 (184,15)		-		
	Mínimo	7,0		-		
	Máximo	756,0		-		
Medicamentos antidiabéticos	Metformina	6		-		
	Metformina + Glicazida	6		-		
	Metformina + Insulina	3		-		
	Insulina	2		-		
	Glicazida	1		-		
	Metformina + Vidagliptina	1		-		
	Metformina + Glicazida + Alogliptina	1		-		

^ATeste t de Student para amostras independentes; ^BTeste U de Mann-Whitney;

Legenda: n: número de sujeitos; DP: desvio padrão

Tabela 2. Valores descritivos e análise comparativa do grupo experimental e do grupo controle do índice de sincronização nas oito condições do *Tetrix Interactive Balance System (Tetrix IBS™)*

Condição	AB		CD		AC		BD		AD		BC	
	Experimental	Controle	Experimental	Controle	Experimental	Controle	Experimental	Controle	Experimental	Controle	Experimental	Controle
	NO	-767,5 ± 177,7	-869,6 ± 82,71	-851,0 ± 151,6	-782,0 ± 175,0	609,1 ± 379,2	516,2 ± 314,9	815,8 ± 175,7	772,6 ± 193,7	-823,1 ± 259,6	840,5 ± 170,1	-901,2 ± 64,57*
NC	-826,8 ± 147,4	-902,6 ± 51,16	-837,3 ± 164,6	-901,2 ± 76,0	714,1 ± 183,3	760,6 ± 133,1	827,6 ± 128,1	878,0 ± 66,86	-922,8 ± 37,46	-909,2 ± 68,31	-924,7 ± 40,32	-910,6 ± 56,98
HR	-740,8 ± 325,2	-871,0 ± 75,77	-817,6 ± 236,59	-840,61 ± 125,0	652,6 ± 379,5	635,6 ± 207,9	781,0 ± 236,2	864,0 ± 123,6	-890,7 ± 161,6	-882,6 ± 94,84	-924,7 ± 57,89	-865,7 ± 108,5
HL	-731,9 ± 259,9	-855,1 ± 124,2	-779,4 ± 232,8	-856,4 ± 133,5	620,1 ± 307,6	674,7 ± 227,3	769,3 ± 216,7	877,7 ± 95,78	-909,7 ± 72,7	-901,3 ± 115,2	-926,2 ± 46,31	-890,4 ± 165,1
HB	-805,7 ± 172,8*	-911,7 ± 54,61*	-838,2 ± 189,2	-882,2 ± 128,9	748,0 ± 223,2	723,7 ± 223,8	786,7 ± 164,5*	898,5 ± 62,66*	-923,0 ± 53,9	-909,8 ± 76,27	-941,7 ± 27,42	-884,7 ± 127,8
HF	-813,2 ± 176,9	-883,1 ± 119,9	-856,3 ± 145,2	-869,8 ± 126,6	623,4 ± 295,1	673,3 ± 248,1	850,0 ± 111,6	884,6 ± 79,70	-861,7 ± 146,7	-895,7 ± 81,98	-890,8 ± 110,2	-881,1 ± 124,3
PO	-731,7 ± 242,8	-700,7 ± 250,6	-655,3 ± 266,7*	-791,3 ± 224,3*	615,2 ± 306,4	720,3 ± 273,5	646,0 ± 251,8	681,3 ± 301,4	-918,1 ± 68,67	-941,4 ± 43,8	-897,5 ± 100,2	-923,5 ± 85,02
PC	-781,9 ± 175,8	-811,3 ± 140,8	-713,6 ± 255,3*	-862,7 ± 112,5*	699,2 ± 265,6	775,7 ± 167,6	676,5 ± 244,6*	820,6 ± 131,3*	-901,3 ± 90,16*	-952,5 ± 31,83*	-937,5 ± 44,79	-957,1 ± 21,29

Teste U de Mann-Whitney. Valores apresentados como média ± desvio padrão; *Valor estatisticamente significativo no nível de 5% (p < 0,05)

Legenda: NO: Olhos abertos em superfície firme; NC: Olhos fechados em superfície firme; HR: Olhos fechados, cabeça com rotação de 45° para a direita, em superfície firme; HL: Olhos fechados, cabeça com rotação de 45° para a esquerda, em superfície firme; HB: Olhos fechados, cabeça inclinada 30° para frente, em superfície firme; PO: Olhos abertos em superfície instável; PC: Olhos fechados em superfície instável; AB: Índice de sincronização entre as plataformas referentes aos dedos e calcânhar do pé esquerdo; CD: Índice de sincronização entre dedos do pé direito e dedos do pé esquerdo; AD: Índice de sincronização entre calcânhar esquerdo e dedos do pé direito; AC: Índice de sincronização entre calcânhar direito e esquerdo; BD: Índice de sincronização entre dedos do pé direito e dedos do pé esquerdo e calcânhar do pé direito

No que se refere às faixas de frequência de oscilação postural (F1, F2-F4, F5-F6, F7-F8) do grupo controle e do grupo experimental ao *Tetrax IBS™* na condição de olhos fechados em superfície firme (NC), cabeça com rotação de 45° para esquerda em superfície firme (HL) e cabeça inclinada 30° para frente em superfície firme (HF), o grupo experimental apresentou valores maiores do que os do grupo controle, em todas as faixas de frequência, com diferença significativa. Na condição olhos abertos em superfície firme (NO), o grupo experimental apresentou valores maiores do que os do grupo controle, em todas as faixas de frequência, com diferença significativa nas faixas F2-F4, F5-F6 e F7-F8. Na condição cabeça com rotação de

45° para direita em superfície firme (HR), cabeça inclinada 30° para trás em superfície firme (HB) e olhos abertos em superfície instável (PO), o grupo experimental apresentou valores maiores do que os do grupo controle, em todas as faixas de frequência, com diferença significativa nas faixas F2-F4, F5-F6 e F7-F8. Na condição olhos fechados em superfície instável (PC), o grupo experimental apresentou valores maiores do que os do grupo controle, em todas as faixas de frequência, com diferença significativa nas faixas F2-F4 e F5-F6 (Tabela 3).

Houve diferença significativa entre o grupo experimental e o grupo controle, em relação ao índice de risco de queda (Figura 3).

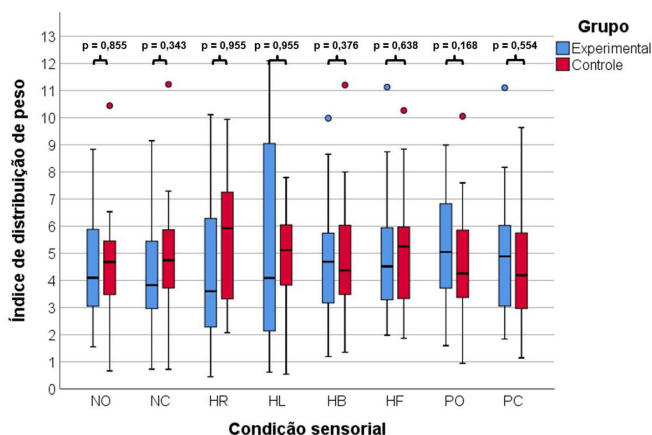


Figura 2. Representação gráfica dos escores do índice de distribuição de peso do grupo experimental e do grupo controle nas oito condições do *Tetrax Interactive Balance System (Tetrax IBS™)*

Legenda: NO: Olhos abertos em superfície firme; NC: Olhos fechados em superfície firme; HR: Olhos fechados, cabeça com rotação de 45° para a direita, em superfície firme; HL: Olhos fechados, cabeça com rotação de 45° para a esquerda, em superfície firme; HB: Olhos fechados, cabeça inclinada 30° para trás, em superfície firme; HF: Olhos fechados, cabeça inclinada 30° para frente, em superfície firme; PO: Olhos abertos em superfície instável; PC: Olhos fechados em superfície instável

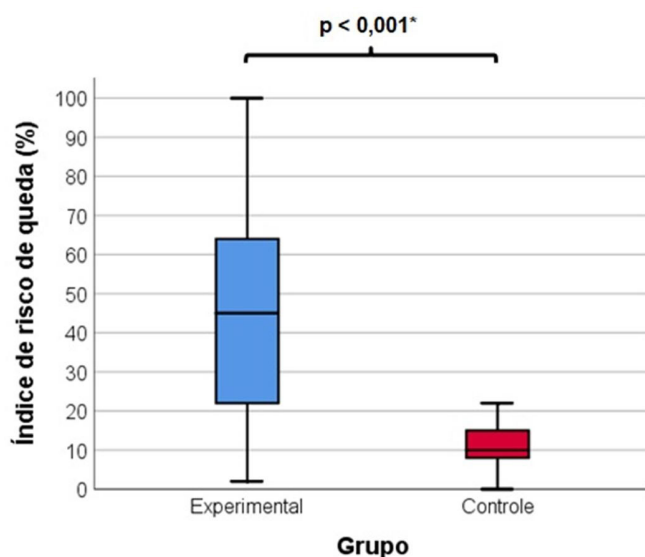


Figura 3. Representação gráfica dos escores do índice de risco de queda (%) do grupo experimental e do grupo controle ao *Tetrax Interactive Balance System (Tetrax IBS™)*

Legenda: *Valor estatisticamente significativo no nível de 5% (p<0,05)

Tabela 3. Valores descritivos e análise comparativa entre os grupos experimental e controle das faixas de frequências de oscilação postural (F1, F2-F4, F5-F6, F7-F8) nas oito condições do *Tetrax Interactive Balance System (Tetrax IBS™)*

Condição	F1			F2-F4			F5-F6			F7-F8		
	Experimental	Controle	Valor de p	Experimental	Controle	Valor de p	Experimental	Controle	Valor de p	Experimental	Controle	Valor de p
NO	15,5 ± 8,47	11,8 ± 4,9	0,106 ^A	8,17 ± 1,9	6,11 ± 1,6	0,001 ^{B†}	3,6 ± 1,4	2,3 ± 0,6	<0,001 ^{B†}	0,5 ± 0,2	0,4 ± 0,1	0,026 ^{B*}
NC	15,7 ± 7,4	11,1 ± 3,8	0,020 ^{*A}	13,8 ± 6,4	7,8 ± 1,5	<0,001 ^{B†}	5,1 ± 1,8	2,8 ± 1,1	<0,001 ^{A†}	0,7 ± 0,3	0,5 ± 0,2	0,006 ^{A*}
HR	14,1 ± 6,2	11,9 ± 5,2	0,183 ^B	12,6 ± 5,4	7,2 ± 1,8	<0,001 ^{B†}	4,6 ± 2,0	2,7 ± 0,7	<0,001 ^{B†}	0,7 ± 0,3	0,5 ± 0,2	0,007 ^{A*}
HL	14,2 ± 7,5	11,2 ± 7,6	0,040 ^B	12,8 ± 7,8	7,1 ± 1,2	0,001 ^{B*}	4,7 ± 1,6	2,7 ± 0,7	<0,001 ^{A†}	0,7 ± 0,3	0,5 ± 0,2	0,027 ^{A*}
HB	15,1 ± 5,6	14,0 ± 8,7	0,989 ^B	12,3 ± 7,0	7,2 ± 1,7	<0,001 ^{B†}	4,5 ± 1,8	2,9 ± 0,6	<0,001 ^{B†}	0,7 ± 0,2	0,5 ± 0,1	0,034 ^{A*}
HF	18,8 ± 11,8	12,3 ± 6,0	0,018 ^{B†}	12,9 ± 7,5	7,5 ± 1,9	0,002 ^{B*}	4,8 ± 1,8	2,8 ± 0,6	<0,001 ^{A†}	0,7 ± 0,3	0,5 ± 0,1	0,017 ^{B*}
PO	22,8 ± 12,2	18,3 ± 8,8	0,289 ^B	11,2 ± 3,5	7,0 ± 1,9	<0,001 ^{A†}	5,3 ± 1,9	3,0 ± 0,8	<0,001 ^{A†}	0,9 ± 0,4	0,5 ± 0,1	0,001 ^{B*}
PC	23,1 ± 13,7	20,8 ± 22,4	0,102 ^B	14,8 ± 5,7	10,2 ± 3,8	0,005 ^{B†}	6,5 ± 2,7	4,6 ± 1,3	0,017 ^{B†}	1,0 ± 0,4	0,8 ± 0,3	0,060 ^{B*}

^ATeste t de Student para amostras independentes; ^{B†}Teste U de Mann-Whitney; *Valor estatisticamente significativo no nível de 5% (p < 0,05); Valores apresentados como média ± desvio padrão

Legenda: NO: Olhos abertos em superfície firme; NC: Olhos fechados em superfície firme; HR: Olhos fechados, cabeça com rotação de 45° para a direita, em superfície firme; HL: Olhos fechados, cabeça com rotação de 45° para a esquerda, em superfície firme; HB: Olhos fechados, cabeça inclinada 30° para trás em superfície firme; HF: Olhos fechados, cabeça inclinada 30° para frente em superfície firme; PO: Olhos abertos em superfície instável; PC: Olhos fechados em superfície instável; F1, F2-F4, F5-F6, F7-F8: Faixas de frequência de oscilação postural

DISCUSSÃO

Neste estudo, procurou-se avaliar o controle postural de um grupo experimental de pacientes com DM2, com vertigem, tontura e/ou desequilíbrio à posturografia estática do *Tetrax IBS™*, devido à alta prevalência de disfunção vestibular e do equilíbrio corporal no DM^(2,5,15). Em concordância com a literatura, aproximadamente um em cada três pacientes com DM2 entrevistados relatou vertigem, tontura e/ou desequilíbrio. O tempo de diagnóstico do DM2 variou de alguns meses a vários anos. Um estudo verificou que pacientes com mais tempo de exposição à doença têm mais chance de apresentarem disfunção vestibular⁽⁵⁾. Entretanto, outra pesquisa não identificou relação entre a duração da afecção e a disfunção vestibular⁽²⁾.

São escassas as informações disponíveis na literatura sobre a interferência da hiperglicemia e DM2 no sistema de equilíbrio corporal humano; os achados indicam possível correlação entre vestibulopatias periféricas e níveis sanguíneos de insulina e glicemia^(3,16). Modificações na concentração da glicemia e, principalmente, da insulinemia no sangue, alteram a estrutura química da endolinfa e podem produzir vertigem e tontura⁽⁴⁾. No DM2 sem neuropatia, também foi identificada deterioração das funções sensoriais relacionadas com o equilíbrio corporal, principalmente em condições desafiadoras; disfunção em qualquer um dos três sistemas sensoriais, vestibular, visual e somatossensorial, pode trazer importante prejuízo na manutenção do controle postural⁽¹⁷⁾.

O grupo experimental e o grupo controle foram pareados quanto à idade e ao sexo. Adicionalmente, foram excluídos diabéticos com polineuropatia e/ou retinopatia e foram selecionados para compor o grupo controle indivíduos hígidos, sem vertigem, tontura e/ou desequilíbrio, sintomas frequentes com o envelhecimento e no sexo feminino⁽¹⁸⁾. Desta forma, foi possível excluir a influência destas variáveis sobre os parâmetros empregados para a avaliação do controle postural entre os grupos estudados, analisando, especificamente, a ação do DM2 nas estruturas sensoriais vestibulares, visuais, somatossensoriais e sua interação no sistema nervoso central.

O grupo experimental foi composto, principalmente, por idosos do sexo feminino, concordando com o relato que o DM é prevalente com o envelhecimento e no sexo feminino⁽¹⁾.

O DHI e a escala visual analógica de vertigem e tontura, utilizados para caracterizar a amostra, indicaram a intensidade, incapacidade e deficiências que estes sintomas provocam na vida cotidiana. O grupo experimental apresentou prejuízo moderado na qualidade de vida no DHI^(10,11,13); os aspectos físicos, que permitiram identificar o aparecimento de tontura em determinadas posições ou movimentos da cabeça⁽¹⁰⁾, foram os mais comprometidos, seguidos pelos aspectos funcional e emocional, à semelhança do encontrado em outro estudo em pacientes com disfunção vestibular e DM2⁽¹⁹⁾. A escala visual analógica de vertigem e tontura⁽¹²⁾ também quantificou a intensidade da tontura como moderada⁽¹⁴⁾ em relação à média dos valores, apesar de que em um pouco mais da metade do número de casos a intensidade foi considerada como severa. Não foram encontradas pesquisas com o uso desta escala na avaliação dos sintomas vestibulares em indivíduos com DM2.

Em relação à estabilidade geral ao *Tetrax IBS™*, o grupo experimental foi mais instável do que o grupo controle, em todas as condições sensoriais avaliadas. Os menores valores apresentados pelo grupo controle e pelos indivíduos com DM2

foram com olhos abertos em superfície firme, condição que apresenta menor grau de dificuldade em sua execução, pois os sistemas visual, proprioceptivo e vestibular atuam em conjunto para a manutenção do equilíbrio corporal⁽⁹⁾. Os maiores valores apresentados pelo grupo controle e pelos indivíduos com DM2 foram com olhos fechados em superfície instável, condição em que a informação vestibular tem maior impacto na estabilização corporal⁽⁹⁾. Entretanto, outra pesquisa ao *Tetrax IBS™*, em diabéticos sem polineuropatia, mostrou maior índice de estabilidade apenas na condição de olhos fechados, cabeça para trás em superfície firme, em comparação ao grupo controle⁽²⁰⁾. Uma possível explicação para a diferença de resultados seria que, na atual pesquisa, todos os pacientes do grupo com DM2 apresentavam vertigem, tontura e/ou desequilíbrio e, portanto, eram mais suscetíveis a maior instabilidade postural.

A distribuição de peso à posturografia do *Tetrax IBS™* semelhante e com valores considerados normais nos grupos experimental e controle, evidenciou que o grupo DM2 com vertigem, tontura e/ou desequilíbrio conseguiu distribuir, com precisão, o seu peso, em relação à base de suporte, situação esperada diante da exclusão de casos com distúrbios ortopédicos na seleção da casuística⁽⁹⁾.

O grupo experimental apresentou redução de alguns índices de sincronização da oscilação postural, aumento de outros, ou resultados semelhantes aos do grupo controle. No entanto, os achados nas oito condições foram simétricos e positivos ou negativos, de acordo com o esperado em indivíduos hígidos⁽⁹⁾, tanto no grupo controle, como no experimental. Este parâmetro, que mede a coordenação e a inervação mútua do sistema motor agonista e antagonista das extremidades inferiores, indicou alterações na qualidade e eficiência dos mecanismos compensatórios e de coordenação entre os calcanhares e dedos de cada pé, na ativação simultânea das placas paralelas da plataforma do *Tetrax IBS™*, sugerindo a interferência do DM2 nestas estruturas e no mecanismo de controle fino da postura⁽⁹⁾.

Os indivíduos com DM2 apresentaram oscilação postural maior, em relação ao grupo controle, em todas as faixas de frequência e significativa, na maioria das condições sensoriais, denotando o comprometimento vestibular, visual e somatossensorial, ou na interação entre estes sistemas. A dominância das oscilações na faixa baixa (F1) sugere disfunção visual; na faixa baixa-média (F2-F4), disfunção vestibular periférica; na faixa média-alta (F5-F6), disfunção somatossensorial e na faixa alta (F7-F8), disfunção vestibular central⁽⁹⁾. No entanto, o *Tetrax IBS™*, em pacientes diabéticos sem neuropatia, quando comparados ao grupo controle hígido, evidenciou valores maiores apenas na faixa de frequência média-Alta, de oscilação postural com olhos fechados em superfície firme, cabeça com rotação para a direita e com rotação para a esquerda⁽²⁰⁾. Uma justificativa para a diferença de achados seria que, na atual pesquisa, o grupo com DM2 foi composto por diabéticos com vertigem, tontura e/ou desequilíbrio e, portanto, mais propenso a maior oscilação postural.

O risco de queda, no *Tetrax IBS™*, maior nos indivíduos com DM2 do que no grupo controle, foi classificado como de grau moderado. O risco de queda está aumentado, independente da ocorrência de neuropatia periférica, em pacientes com DM^(5,21), mesmo antes de se manifestarem os sinais clínicos⁽²²⁾. Pacientes com DM apresentam maior predisposição para sofrerem quedas, devido à diminuição de função sensoriomotora e musculoesquelética, déficit neuromusculares, dores nos pés e no corpo e complicações farmacológicas⁽⁶⁾.

O *Tetrax IBSTM* utiliza parâmetros e procedimentos diferentes de outros tipos de posturografia, o que dificulta a comparação quantitativa dos resultados. Outros tipos de posturografias também identificaram desempenho similar, ou aumento da instabilidade postural, quando as pistas visuais, vestibulares ou somatossensoriais estiveram ausentes, distorcidas ou imprecisas, em pacientes com DM2 sem neuropatia, na comparação com grupos controles de indivíduos hígidos⁽²²⁻²⁸⁾.

A posturografia estática do *Tetrax IBSTM* identificou diferenças entre o DM2 e indivíduos hígidos. A hipótese de disfunção dos órgãos sensoriais vestibulares no DM2 pode ser aventada e suportada não só pelas queixas de vertigem, tontura e/ou desequilíbrio dos diabéticos, mas também pelos achados desta pesquisa, de alteração do controle postural, caracterizados por instabilidade, aumento e dessincronização da oscilação postural e risco de queda, sugerindo disfunção vestibular, visual e somatossensorial, ou da sua interação no sistema nervoso central.

Considerando a prevalência relevante de vertigem, tontura e/ou desequilíbrio na população entrevistada com DM2, é recomendável que, como parte importante da avaliação dos pacientes com esta afecção, a anamnese com a identificação destes sintomas seja complementada por uma exploração semiológica otoneurológica, incluindo a posturografia.

Futuras investigações, com outros procedimentos de avaliação da função vestibular e do equilíbrio corporal, são indispensáveis para ajudar a elucidar os mecanismos fisiopatológicos da disfunção vestibular em pacientes com DM2.

CONCLUSÃO

Indivíduos com DM2 com vertigem, tontura e/ou desequilíbrio podem apresentar distúrbio do controle postural à posturografia, caracterizado por alterações da estabilidade geral, sincronização da oscilação postural, faixas de frequência de oscilação postural e risco de queda, sugerindo disfunção vestibular, visual e somatossensorial, ou em sua interação no sistema nervoso central.

REFERÊNCIAS

- Oliveira JEP, Montenegro RM Jr, Vencio S, organizadores. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2017-2018. São Paulo: Clannad; 2017. 383 p.
- Ward BK, Wenzel A, Kalyani RR, Agrawal Y, Feng AL, Polydefkis M, et al. Characterization of vestibulopathy in individuals with Type 2 Diabetes Mellitus. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2015 Jul;153(1):112-8. <http://dx.doi.org/10.1177/0194599815576717>. PMID:25829391.
- Gioacchini FM, Albera R, Re M, Scarpa A, Cassandro C, Cassandro E. Hyperglycemia and diabetes mellitus are related to vestibular organs dysfunction: truth or suggestion? A literature review. *Acta Diabetol*. 2018 Dez;55(12):1201-7. <http://dx.doi.org/10.1007/s00592-018-1183-2>. PMID:29936650.
- Albernaz PL. Hearing loss, dizziness, and carbohydrate metabolism. *Int Arch Otorhinolaryngol*. 2016 Jul;20(3):261-70. PMID:27413410.
- Agrawal Y, Carey JP, Della Santina CC, Schubert MC, Minor LB. Diabetes, vestibular dysfunction, and falls: analyses from the National Health and Nutrition Examination Survey. *Otol Neurotol*. 2010 Dez;31(9):1445-50. <http://dx.doi.org/10.1097/MAO.0b013e3181f2f035>. PMID:20856157.
- D'Silva LJ, Lin J, Staecker H, Whitney SL, Kluding PM. Impact of diabetic complications on balance and falls: contribution of the vestibular system. *Phys Ther*. 2016 Mar;96(3):400-9. <http://dx.doi.org/10.2522/ptj.20140604>. PMID:26251477.
- Hewston P, Deshpande N. Falls and balance impairments in older adults with type 2 diabetes: thinking beyond diabetic peripheral neuropathy. *Can J Diabetes*. 2016 Fev;40(1):6-9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cjcd.2015.08.005>. PMID:26778679.
- Quitschal RM, Fukunaga JY, Ganança MM, Caovilla HH. Evaluation of postural control in unilateral vestibular hypofunction. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2014 Jul-Ago;80(4):339-45. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjorl.2014.05.015>. PMID:25183185.
- Tetrax. (2004). *Guida per operatore clinico*. Italia: Sunlight Medical Ltd. 34 p.
- Castro ASO, Gazzola JM, Natour J, Ganança FF. Versão brasileira do dizziness handicap inventory. *Pro Fono*. 2007 Abr;19(1):97-104. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-56872007000100011>. PMID:17461352.
- Jacobson GP, Newman C. The development of the Dizziness Handicap Inventory. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 1990 Abr;116(4):424-7. <http://dx.doi.org/10.1001/archotol.1990.01870040046011>. PMID:2317323.
- Hansson EE, Månsson NO, Håkansson A. Effects of specific rehabilitation for dizziness among patients in primary health care. A randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2004 Ago;18(5):558-65. <http://dx.doi.org/10.1191/0269215504cr771oa>. PMID:15293490.
- Whitney SL, Wrisley DM, Brown KE, Furman JM. Is perception of handicap related to functional performance in persons with vestibular dysfunction? *Otol Neurotol*. 2004 Mar;25(2):139-43. <http://dx.doi.org/10.1097/00129492-200403000-00010>. PMID:15021773.
- Grigol TA, Silva AM, Ferreira MM, Manso A, Ganança MM, Caovilla HH. Dizziness handicap inventory and visual vertigo analog scale in vestibular dysfunction. *Int Arch Otorhinolaryngol*. 2016 Jul;20(3):241-3. PMID:27413406.
- Tsai YJ, Yang YC, Lu FH, Lee PY, Lee IT, Lin SI. Functional balance and its determinants in older people with diabetes. *PLoS One*. 2016 Jul 28;11(7):e0159339. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0159339>. PMID:27467386.
- Bittar RS, Santos MD, Mezzalana R. Glucose metabolism disorders and vestibular manifestations: evaluation through computerized dynamic posturography. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2016 Jul-Ago;82(4):372-6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjorl.2015.10.005>. PMID:26631327.
- Deshpande N, Hewston P, Aldred A. Sensory functions, balance, and mobility in older adults with type 2 diabetes without overt diabetic peripheral neuropathy: a brief report. *J Appl Gerontol*. 2017 Ago;36(8):1032-44. <http://dx.doi.org/10.1177/0733464815602341>. PMID:26324522.
- Neuhauser HK. The epidemiology of dizziness and vertigo. *Handb Clin Neurol*. 2016;137:67-82. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-444-63437-5.00005-4>. PMID:27638063.
- Aranda C, Meza A, Rodríguez R, Mantilla MT, Jáuregui-Renaud K. Diabetic polyneuropathy may increase the handicap related to vestibular disease. *Arch Med Res*. 2009 Abr;40(3):180-5. <http://dx.doi.org/10.1016/j.arcmed.2009.02.011>. PMID:19427968.
- Oppenheim U, Kohen-Raz R, Alex D, Kohen-Raz A, Azarya M. Postural characteristics of diabetic neuropathy. *Diabetes Care*. 1999 Fev;22(2):328-32. <http://dx.doi.org/10.2337/diacare.22.2.328>. PMID:10333953.

21. Kelly C, Fleischer A, Yalla S, Grewal GS, Albright R, Berns D, et al. Fear of falling is prevalent in older adults with diabetes mellitus but is unrelated to level of neuropathy. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2013 Nov-Dez;103(6):480-8. <http://dx.doi.org/10.7547/1030480>. PMID:24297984.
22. Razzak RA, Hussein W. Postural visual dependence in asymptomatic type 2 diabetic patients without peripheral neuropathy during a postural challenging task. *J Diabetes Complications.* 2016 Abr;30(3):501-6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdiacomp.2015.12.016>. PMID:26774792.
23. Simoneau GG, Ulbrecht JS, Derr JA, Becker MB, Cavanagh PR. Postural instability in patients with diabetic sensory neuropathy. *Diabetes Care.* 1994 Dez;17(12):1411-21. <http://dx.doi.org/10.2337/diacare.17.12.1411>. PMID:7882810.
24. Uccioli L, Giacomini PG, Monticone G, Magrini A, Durola L, Bruno E, et al. Bodysway in diabetic neuropathy. *Diabetes Care.* 1995 Mar;18(3):339-44. <http://dx.doi.org/10.2337/diacare.18.3.339>. PMID:7555477.
25. Giacomini PG, Bruno E, Monticone G, Di Girolamo S, Magrini A, Parisi L, et al. Postural rearrangement in IDDM patients with peripheral neuropathy. *Diabetes Care.* 1996 Abr;19(4):372-4. <http://dx.doi.org/10.2337/diacare.19.4.372>. PMID:8729163.
26. Yamamoto R, Kinoshita T, Momoki T, Arai T, Okamura A, Hirao K, et al. Postural sway and diabetic peripheral neuropathy. *Diabetes Res Clin Pract.* 2001 Jun;52(3):213-21. [http://dx.doi.org/10.1016/S0168-8227\(01\)00236-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0168-8227(01)00236-4). PMID:11323091.
27. Schilling RJ, Bollt EM, Fulk GD, Skufca JD, Al-Ajlouni AF, Robinson CJ. A quiet standing index for testing the postural sway of healthy and diabetic adults across a range of ages. *IEEE Trans Biomed Eng.* 2009 Fev;56(2):292-302. <http://dx.doi.org/10.1109/TBME.2008.2003270>. PMID:19342327.
28. Chau RM, Ng TK, Kwan RL, Choi CH, Cheing GL. Risk of fall for people with diabetes. *Disabil Rehabil.* 2013;35(23):1975-80. <http://dx.doi.org/10.3109/09638288.2013.770079>. PMID:23614373.