

## Artigos originais

## Características audiológicas de pacientes com diabetes mellitus tipo 2

*Audiologic characteristics of patients with diabetes mellitus type 2*Juliana Mota Ferreira<sup>(1)</sup>Marília Fontenele e Silva Câmara<sup>(2)</sup>Paulo César de Almeida<sup>(3)</sup>José Brandão Neto<sup>(1)</sup>Carlos Antonio Bruno da Silva<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN – Natal (RN), Brasil.

<sup>(2)</sup> Universidade de Fortaleza – UNIFOR – Fortaleza (CE), Brasil.

<sup>(3)</sup> Universidade Estadual do Ceará – UECE – Fortaleza (CE), Brasil.

Fonte de auxílio: Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP

Conflito de interesses: inexistente

Recebido em: 23/12/2015

Aceito em: 10/06/2016

**Endereço para correspondência:**

Carlos Antonio Bruno da Silva  
Universidade de Fortaleza, Programa de Pós Graduação em Saúde Coletiva  
Av. Washington Soares, 1321, Bloco S,  
Sala S-11, Edson Queiroz  
Fortaleza – CE – Brasil  
CEP: 60811-904  
E-mail: carlosbruno@unifor.br

**RESUMO**

**Objetivo:** identificar as características audiológicas de pacientes com diabetes mellitus tipo 2.

**Métodos:** estudo transversal, realizado em unidade de atenção secundária para diabetes em Fortaleza, de abril a julho de 2010. Amostra composta por 152 pacientes diabéticos tipo 2, independente do sexo, entre 36 e 60 anos. Realizou-se audiometria tonal liminar (ATL), emissões otoacústicas evocadas por estímulo transiente (EOAT) e emissões otoacústicas evocadas-produto de distorção (EOAPD).

**Resultados:** associação da idade e do tempo de diagnóstico com a presença de perda auditiva, e do tempo de diagnóstico com a ausência de EOAPD. Observou-se perda auditiva sensorineural em 63,2% dos pacientes, das quais 71,9% eram bilaterais e 75% simétricas. Aproximadamente, 50% das perdas auditivas apresentaram configuração plana. As EOAT estavam ausentes em 75% dos pacientes e as EOAPD em 78,9%. Houve ausência de emissões otoacústicas na presença de ATL normal, em média, em 32% dos pacientes à direita e 48% à esquerda. Já a presença de emissões otoacústicas na ocorrência de perda auditiva foi observada em, aproximadamente, 30% dos pacientes para EOAT e 14% para EOAPD à direita; e 25% para EOAT e 11% para EOAPD à esquerda.

**Conclusão:** predomínio de perda auditiva sensorineural bilateral simétrica com configuração plana, e ausência de EOAT e EOAPD. A análise da associação dos resultados da ATL e das emissões otoacústicas sugere prejuízo das células ciliadas externas da cóclea ou possível neuropatia auditiva. Tais achados justificariam o monitoramento da audição destes pacientes, bem como a realização de testes específicos para avaliação do sistema auditivo central.

**Descritores:** Diabetes Mellitus Tipo 2; Audição; Avaliação; Audiometria; Cóclea

**ABSTRACT**

**Purpose:** to identify the audiological characteristics of patients with type 2 diabetes mellitus.

**Methods:** Cross-sectional study in secondary care unit for diabetes in Fortaleza, April-July 2010. The sample comprised 152 patients with type 2 diabetes, regardless of sex, between 36 and 60 years of age. Held pure tone audiometry (PTA), transient-evoked otoacoustic emissions (TEOAE) and distortion product otoacoustic emissions (DPOAE).

**Results:** association of age and time of diagnosis with hearing loss, and the time of diagnosis with the absence of DPOAE. It was observed sensorineural hearing loss in 63.2% of patients, which 71.9% were bilateral and 75% symmetric. Approximately 50% of hearing loss had flat configuration. TEOAEs were absent in 75% of the patients and DPOAE in 78.9%. There were no otoacoustic emissions in the presence of normal PTA, on average, 32% of the patients on the right and 48% on the left. The presence of otoacoustic emissions on the occurrence of hearing loss was observed in approximately 30% of patients for TEOAE and 14% for DPOAE on the right; and 25% for TEOAE and 11% for DPOAE on the left.

**Conclusions:** Prevalence of symmetrical bilateral sensorineural hearing loss with a flat configuration, and absence of TEOAE and DPOAE. The association analysis of the results of PTA and OAE suggests loss of outer hair cells of the cochlea or possible auditory neuropathy. These findings justify the hearing monitoring of these patients, as well as conducting specific tests to evaluate the central auditory system.

**Keywords:** Diabetes Mellitus, Type 2; Hearing; Evaluation; Audiometry; Cochlea

## INTRODUÇÃO

A diabetes mellitus (DM) é um distúrbio metabólico, caracterizado por hiperglicemia, resultante de defeitos da secreção e/ou da ação da insulina, que pode causar uma variedade de complicações metabólicas, neurológicas, e vasculares<sup>1,2</sup>.

Estima-se que 1 a cada 11 indivíduos no mundo têm diabetes, sendo o Brasil o quarto país em número de pessoas afetadas entre 20-79 anos, com 14,3 milhões<sup>3</sup>. O DM tipo 2 é o mais comum, representando cerca de 90% de todos os casos da doença, acometendo principalmente indivíduos de meia idade e idosos<sup>4</sup>.

Pessoas com diabetes têm maior risco de desenvolver de complicações crônicas de saúde. Níveis elevados de glicemia constantes podem afetar o coração e os vasos sanguíneos, olhos, rins e nervos<sup>3</sup>. Alterações no ouvido interno também são apontadas em alguns estudos, nos quais se observou alterações na membrana basal dos capilares da estria vascular e na membrana basilar, notavelmente espessada, dando origem a microangiopatia diabética<sup>5</sup>.

Acredita-se que uma das causas da perda auditiva em indivíduos com DM seja a microangiopatia, que pode interferir no suprimento de nutrientes e oxigênio da cóclea. Podendo ser de maneira direta, por conta da redução do transporte causada pelo espessamento das paredes dos capilares, e de maneira indireta, pela redução do fluxo devido ao estreitamento vascular, conduzindo à morte das células e tecidos biológicos. Além das alterações cocleares, o DM também pode causar degeneração secundária do oitavo nervo craniano, provocando perdas auditivas neurais<sup>6</sup>.

A associação entre DM e alteração auditiva é apontada em vários estudos<sup>7,8</sup>, que encontraram limiares audiométricos elevados<sup>2,9</sup> e alteração na resposta das emissões otoacústicas (EOA)<sup>2,10</sup> em pacientes diabéticos. O DM também está associado com risco aumentado de desenvolver perda auditiva sensorineural súbita<sup>11</sup>.

Mesmo havendo uma vasta literatura que aponta a associação do DM com alterações auditivas, ainda não há um consenso entre os achados relacionados ao perfil audiológico. Alguns estudos apontam perda auditiva sensorineural em frequências altas<sup>12,13</sup>, enquanto outros encontraram déficit em frequências baixas e médias<sup>14</sup>. Estudos envolvendo a análise das EOA também são divergentes quanto aos achados, enquanto alguns mostraram redução da amplitude de respostas em pacientes diabéticos<sup>2,15</sup>, outros não

encontraram diferença significativa entre o grupo com DM e o controle<sup>16</sup>.

Testes específicos para audição não fazem parte dos exames de rotina para o cuidado do paciente diabético<sup>1,17</sup>. Considerando que a perda auditiva causada pelo DM tipo 2 pode ser prevenida<sup>17</sup>, o desenvolvimento de pesquisas relacionadas à função auditiva no DM auxiliaria na sensibilização dos profissionais de saúde quanto aos encaminhamentos necessários.

Diante do exposto, o presente estudo buscou identificar as características audiológicas de pacientes com DM tipo 2, por meio da realização da audiometria tonal liminar (ATL) e dos testes de emissões otoacústicas evocadas por estímulo transiente (EOAT) e emissões otoacústicas evocadas-produto de distorção (EOAPD).

## MÉTODOS

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade de Fortaleza e registrado com o parecer nº 384/08. Todos os sujeitos envolvidos na pesquisa assinaram do “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido”, consentindo, desta forma, com a realização e divulgação desta pesquisa e seus resultados conforme Resolução 196/96.

Estudo transversal, analítico, com abordagem quantitativa, realizado em unidade de atenção secundária para o atendimento em diabetes em Fortaleza. A amostra foi composta por 152 pacientes com DM tipo 2, selecionados de forma aleatória, independente do sexo, com idades variando entre 36 e 60 anos, no período de abril a julho de 2010. Todos os pacientes avaliados realizavam o acompanhamento clínico da doença na instituição, estando em tratamento com hipoglicemiantes orais ou insulina.

Foram excluídos da pesquisa pacientes com meatoscopia alterada no momento da avaliação; com histórico de infecções de orelha média; e que apresentaram outros fatores de risco para perda auditiva, entre eles: exposição a ruído e/ou produtos químicos ototóxicos; lesões cranianas graves; histórico de doenças infecto-contagiosas; radioterapia na região da cabeça e do pescoço e quimioterapia; histórico familiar de perda auditiva.

Considerando que a prevalência de perda auditiva aumenta com a idade<sup>18</sup>, foram excluídos pacientes acima de 60 anos, buscando-se, assim, reduzir as chances de casos de envelhecimento natural da audição (presbiacusia) na amostra selecionada.

Os pacientes selecionados foram encaminhados para Setor de Reabilitação da instituição, para a

realização da avaliação audiológica, sendo composta por ATL, EOAT e EOAPD, precedida da inspeção do meato acústico externo, para a investigação de possíveis alterações que pudessem interferir no resultado da avaliação.

A ATL foi escolhida por ser o teste-padrão, responsável por detectar mudanças nos limiares auditivos que ocorrem a partir de lesões nas células ciliadas internas e/ou alterações na via auditiva central. As EOAT e EOAPD foram utilizadas por serem capazes de identificar alterações auditivas resultantes da disfunção das células ciliadas externas da cóclea (subclínicas), detectando alterações sensoriais mesmo antes destas serem constatadas na audiometria<sup>2</sup>.

Foram utilizados como instrumentos para coleta de dados o formulário de anamnese audiológica e o prontuário da unidade de saúde, sendo analisadas as seguintes variáveis: sexo, faixa etária, tempo de diagnóstico do diabetes, presença de queixa auditiva e tipo de queixa.

As variáveis relacionadas à audição - presença de perda auditiva, tipo e grau da perda auditiva, configuração do audiograma e presença de emissões otoacústicas, foram analisadas de acordo com os resultados da avaliação audiológica.

## Avaliação audiológica

Para a avaliação audiológica foram utilizados os seguintes instrumentos: otoscópio marca Heine, modelo mini 2000; audiômetro marca Vibrasom, modelo AVS 500; emissões otoacústicas marca Vivosonic, modelo vivo 200DPS; cabina audiométrica marca Redusom, todos devidamente calibrados.

Na ATL foram pesquisados os limiares de via aérea, nas frequências de 0,25; 0,5; 1; 2; 3; 4; 6 e 8KHz, e via óssea, nas frequências de 0,5; 1; 2; 3 e 4KHz, sendo considerados normais limiares até 25dBNA. Os resultados foram classificados de acordo com a presença de perda auditiva, tipo e grau da perda, presença de perda auditiva em frequência isolada, lateralidade<sup>19</sup>, configuração do audiograma<sup>20</sup> e simetria da alteração<sup>21</sup>.

A classificação da audição foi realizada por orelha, considerando normal quando todas as frequências apresentaram valores menores ou iguais a 25dBNA; e por indivíduo, utilizando o mesmo critério e considerando normal quando as duas orelhas apresentaram valores dentro da normalidade.

As EOAT foram realizadas com estímulo clique, que ocorre predominantemente numa escala de 0,5 a 4KHz, na intensidade de 84dB NPS, janela de 11ms, nas

bandas de frequência de 1, 2, 3 e 4KHz. Foi observada a reprodutibilidade geral, considerada normal quando maior que 50%, e a relação sinal/ruído, considerando emissões presentes quando o resultado foi maior ou igual a 3dB<sup>22</sup>.

Para as EOAPD foram utilizados dois tons puros de diferentes frequências, apresentados simultaneamente (F1 e F2, relação F2/F1=1,22), com intensidades de F1 e F2 de, respectivamente, 65dB NPS (L1) e 55dB NPS (L2). Foram analisadas as frequências de 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 3,2; 3,5; 4; 4,5; 5; 5,5; 6; 7 e 8KHz, sendo considerada emissões presentes quando a relação sinal/ruído foi maior ou igual a 6dB<sup>22</sup>.

A classificação das emissões otoacústicas foi realizada por orelha, considerando presente quando todas as frequências apresentaram valores normais, segundo os critérios descritos anteriormente; e por indivíduo, utilizando o mesmo critério e considerando presença de emissões quando as duas orelhas apresentaram valores dentro da normalidade.

## Análise dos dados

Os dados foram analisados segundo médias, desvio padrão e proporções. Para comparar as médias foi utilizado o teste t-student, e para verificar a associação entre as médias, utilizou-se o teste Qui-quadrado. Para verificar a associação entre as variáveis utilizou-se o teste Qui-quadrado, o cálculo da razão de chance e o intervalo de confiança. Para todos os testes fixou-se o nível de significância de 5%.

Os dados foram tabulados e analisados no programa SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences* – SPSS, versão 15.0).

## RESULTADOS

Foram avaliados 152 pacientes com DM, dos quais 57 (37,5%) eram do sexo masculino e 95 (62,5%) do sexo feminino. A média de idade foi de 53,4 anos (DP= 6,02), havendo predomínio da faixa etária de 51 a 60 anos, com 109 (71,7%) pacientes avaliados, e 43 (28,3%) na faixa etária de 36 a 50 anos.

O tempo médio de diagnóstico do DM foi de 11,2 anos (DP= 6,3), com 97 (64,2%) pacientes com diagnóstico entre 1 e 12 anos, e 54 (35,8%) pacientes com diagnóstico entre 13 e 33 anos.

Os achados relacionados à audição mostraram que 89 (58,6%) pacientes apresentaram queixas auditivas, entre elas: 18 (20,2%) relataram zumbido; 27 (30,3%)

hipoacusia e 44 (49,4%) referiram tanto hipoacusia como zumbido.

A análise dos resultados da audiometria tonal liminar demonstrou presença de perda auditiva em 96 (63,2%) indivíduos. Todas as perdas encontradas foram do tipo sensorioneural, das quais 69 (71,9%) eram bilaterais, 27 (28,1%) unilaterais, 72 (75%) simétricas e 24 (25%) assimétricas. Analisando-se as orelhas separadamente, foi observada perda auditiva na orelha direita (OD) em 80 (52,6%) pacientes, e na orelha esquerda (OE) em 85 (55,9%).

Com relação à análise das características de configuração do audiograma, verificou-se que a maioria dos pacientes apresentou limiares normais quanto ao grau (considerando a média das frequências de 0,5 a 4Kz), com o predomínio da configuração plana, tanto para a OD quanto para a OE. Frequências altas levemente rebaixadas foram observadas em aproximadamente 30% das orelhas. Constatou-se a presença de perda auditiva isolada nas frequências de 6 e/ou 8Khz em 24 (30,0%) pacientes na OD e em 20 (23,5%) na OE (Tabela 1).

**Tabela 1.** Distribuição do número de pacientes segundo as características da perda auditiva na orelha direita e na orelha esquerda

Características	Perda auditiva			
	OD (n=80)		OE (n=85)	
	n	%	n	%
Grau (média de 0,5 a 4Khz)				
Normal	53	66,3	48	56,5
Leve	21	26,3	32	37,6
Moderado	6	7,5	5	5,9
Perda isolada em 6Khz e 8Khz				
Sim	24	30,0	20	23,5
Não	56	70,0	65	76,5
Configuração do audiograma				
Plana	44	55,0	44	51,8
Frequências altas levemente rebaixadas	24	30,0	26	30,6
Descendente	11	13,8	15	17,6
Frequências médias em forma de U	1	1,3	0	0

**Legenda:** OD = Orelha direita; OE = Orelha esquerda

Comparando as orelhas, encontra-se diferença significativa entre as médias dos limiares de audibilidade na maioria das frequências, com exceção de 250Hz e 2KHz ( $p>0,05$ ), observando que nas

frequências baixas a orelha direita possui médias mais elevadas, e nas frequências altas as médias mais elevadas estão na orelha esquerda (Tabela 2).

**Tabela 2.** Comparação das médias dos limiares tonais de via aérea da orelha direita e da orelha esquerda

F(KHz)	OD		OE		Valor de p
	Média	d.p.	Média	d.p.	
0,25	23,0	4,6	22,9	4,6	0,729
0,5	21,4	5,2	20,3	5,4	0,001*
1	20,0	7,3	18,4	6,5	<0,0001*
2	18,7	9,0	18,2	8,8	0,428
3	22,1	11,6	24,1	12,5	0,001*
4	25,3	12,9	27,9	14,6	<0,0001*
6	27,6	14,7	29,3	15,8	0,049*
8	27,1	16,9	28,8	17,6	0,048*

\* Valores significantes ( $p<0,05$ ) – Teste Qui-quadrado

**Legenda:** OD = orelha direita; OE = orelha esquerda; d.p. = desvio padrão

Na análise das emissões otoacústicas foram encontrados 114 (75%) pacientes com alteração nas EOAT e 120 (78,9%) nas EOAPD. Para a OD, observou-se ausência de EOAT e EOAPD em 86 (56,6%) e 110 (72,4%) pacientes, respectivamente. Para a OE, ausência de EOAT e EOAPD em 95 (65,2%) e 108 (71,1%) pacientes, respectivamente.

As médias da relação sinal/ruído por bandas de frequência nas EOAT e por frequência nas EOAPD revelaram valores menores na OE em todas as frequências testadas, mostrando maior comprometimento do lado esquerdo. Porém, estatisticamente, nas bandas de frequência de 1 e 2KHz nas EOAT, e nas frequências de 1; 1,5; 2; 5,5 e 8KHz nas EOAPD, não houve diferença significativa entre as duas orelhas ( $p > 0,05$ ) (Tabela 3).

**Tabela 3.** Comparação das médias da relação sinal/ruído da orelha direita e da orelha esquerda

F (KHz)	OD		OE		Valor de p
	Média	d.p.	Média	d.p.	
<b>EOAT</b>					
1	12,3	7,9	11,7	7,1	0,196
2	12,4	7,4	11,5	7,5	0,118
3	7,5	7,0	6,6	6,7	0,036*
4	4,8	6,5	3,2	6,1	0,005*
<b>EOA PD</b>					
1	10,3	5,7	10,2	5,5	0,701
1,5	11,2	6,4	11,1	6,0	0,907
2	11	5,8	10,9	5,7	0,453
2,5	10	5,4	8,8	6,0	0,002*
3	9,9	5,5	8,9	5,7	0,008*
3,2	9	5,8	7,9	6,2	0,010*
3,5	10,5	5,7	9,3	6,3	0,009*
4	11,4	6,0	9,8	6,1	<0,0001*
4,5	11,8	5,9	10,9	6,3	0,009*
5	12,1	5,9	10,8	6,6	0,001*
5,5	12	6,4	11,3	6,7	0,061
6	11,8	6,4	10,6	6,7	0,019*
7	10,8	6,7	9,8	6,9	0,042*
8	8,2	6,8	7,5	7,1	0,070

\*Valores significantes ( $p < 0,05$ ) – Teste Qui-quadrado

**Legenda:** OD = orelha direita; OE = orelha esquerda; d.p. = desvio padrão; EOA PD = emissões otoacústicas evocadas produto de distorção; EOA T = emissões otoacústicas evocadas por estímulo transiente.

Ao se analisar a associação entre os resultados da ATL e das EOA, observou-se ausência de EOA na presença de ATL normal, em média, em 32% dos pacientes na OD e 48% na OE. Já a presença de EOA na ocorrência de perda auditiva foi observada em, aproximadamente, 30% dos pacientes para EOAT e 14% para EOAPD na OD; e 25% para EOAT e 11% para EOAPD na OE (Tabela 4).

Também, foram realizadas análises a fim de se verificar uma possível associação entre as variáveis

faixa etária e tempo de diagnóstico e presença de alterações auditivas. No que se refere à faixa etária, observou-se que os pacientes na faixa de 51 a 60 anos apresentaram 2,6 vezes mais chance de perda auditiva, quando comparada à faixa de 36 a 50 anos. Com relação ao tempo de diagnóstico, constatou-se que os pacientes que tinham DM entre 13 e 33 anos apresentaram 2,1 vezes mais chance de perda auditiva do que os que tinham diagnóstico há um tempo inferior a 13 anos (Tabela 5).



**Tabela 4.** Distribuição do número de pacientes segundo a associação entre presença de perda auditiva e a resposta das EOAT e EOAPD na orelha direita e na esquerda

		PERDA AUDITIVA									
		OD				p	OE				p
		sim		não			sim		não		
nº	%	nº	%	nº	%	nº	%				
EOA T	Presente	21	26,3	45	62,5	<0,0001*	22	25,9	35	52,2	0,001*
	Ausente	59	73,7	27	37,5		63	74,1	32	47,8	
EOA PD	Presente	6	7,5	36	50,0	<0,0001*	10	11,8	34	50,7	<0,0001*
	Ausente	74	92,5	36	50,0		75	88,2	33	49,3	

\*Valores significantes ( $p < 0,05$ ) – Teste Qui-quadrado

**Legenda:** OD = orelha direita; OE = orelha esquerda; EOAT = emissões otoacústicas evocadas por estímulo transitente; EOAPD = emissões otoacústicas evocadas produto de distorção

**Tabela 5.** Distribuição do número de pacientes segundo a perda auditiva relacionada à faixa etária e ao tempo de diagnóstico

Variáveis	Perda auditiva				Valor de p	RC	IC <sub>95%</sub>
	sim		não				
	n	%	n	%			
Faixa etária (n=152)							
51-60	76	69,7	33	30,3	0,008*	2,6	1,3 - 5,4
36-50	20	46,5	23	53,5			
Tempo DM (n=151)							
13-33	40	74,1	14	25,9	0,045*	2,1	1,0 - 4,3
1-12	56	57,7	41	42,3			

\* Valores significantes ( $p < 0,05$ ) – Teste Qui-quadrado

**Legenda:** RC = razão de chance; IC = intervalo de confiança; DM = Diabetes Mellitus

Por fim, foram realizadas análises a fim de verificar uma possível associação entre as variáveis faixa etária e tempo de diagnóstico e ausência de EOA. Não foi observada relação entre a faixa etária ou o tempo de

diagnóstico e ausência de EOAT (Tabela 6). Para as EOAPD, os pacientes com tempo de diagnóstico entre 13 e 33 anos apresentaram 2,9 vezes mais chance para ausência de respostas (Tabela 7).

**Tabela 6.** Distribuição do número de pacientes segundo a ausência de EOAT relacionada à faixa etária e ao tempo de diagnóstico

Variáveis	Ausência EOAT				Valor de p	RC	IC <sub>95%</sub>
	sim		não				
	n	%	n	%			
Faixa etária (n=152)							
51-60	83	76,1	26	23,9	0,603	1,2	0,5 - 2,9
36-50	31	72,1	12	27,9			
Tempo DM (n=151)							
13-33	42	77,8	12	22,2	0,534	1,3	0,5 - 3,1
1-12	71	73,2	26	26,8			

\*Valores significantes ( $p < 0,05$ ) – Teste Qui-quadrado

**Legenda:** EOAT= Emissões otoacústicas transientes; RC = razão de chance; IC = intervalo de confiança; DM = Diabetes Mellitus.

**Tabela 7.** Distribuição do número de pacientes segundo a ausência de EOAPD relacionada à faixa etária e ao tempo de diagnóstico

Variáveis	Ausência EOAPD				Valor de p	RC	IC <sub>95%</sub>
	sim		não				
	n	%	n	%			
Faixa etária (n=152)							
51-60	90	82,6	19	17,4	0,081	2	0,8 - 5,0
36-50	30	69,8	13	30,2			
Tempo DM (n=151)							
13-33	48	88,9	6	11,1	0,024*	2,9	1,1 - 9,3
1-12	71	73,2	26	26,8			

\*Valores significantes ( $p < 0,05$ ) – Teste Qui-quadrado

**Legenda:** EOAPD= Emissões otoacústicas por produto de distorção; RC = razão de chance; IC = intervalo de confiança; DM = Diabetes Mellitus.

## DISCUSSÃO

No presente estudo pôde-se observar o predomínio de pacientes diabéticos na faixa etária de 51 a 60 anos, estando a idade associada à perda auditiva. Não houve associação da idade com a ausência de respostas nas EOA. Alguns estudos, envolvendo indivíduos com idade mais avançada, observaram a relação do DM com a perda auditiva<sup>14,18,23</sup> e com a ausência de EOA<sup>2</sup>, enquanto outros não encontraram associação<sup>15,24</sup>.

Considerando que a prevalência e a severidade da perda auditiva aumentam significativamente com a idade<sup>18</sup>, a associação positiva poderia estar relacionada à presbiacusia, porém, foi encontrada associação da idade com alterações auditivas mesmo em uma amostra de pacientes diabéticos mais jovens, com até 50 anos<sup>25</sup>.

O tempo de diagnóstico da doença foi outro fator associado à perda auditiva e, neste caso, ainda à ausência de EOAPD. A relação direta entre duração do DM e perda auditiva também foi relatada por Sunkum *et al.*<sup>9</sup> Outros autores não evidenciaram associação entre a duração da doença e as alterações na ATL ou EOA<sup>2,14,25,26</sup>, contudo, ressalta-se que em dois desses estudos<sup>2,25</sup> a amostra avaliada apresentava diagnóstico recente, de até 7 anos.

Mitchel *et al.*<sup>23</sup> encontraram em seus resultados uma consistente associação transversal entre a duração do diabetes e a perda auditiva, revelando ainda que, em 5 anos, houve uma progressão acelerada da surdez em pacientes recém-diagnosticados com DM. Porém, no mesmo estudo, as pessoas com diabetes previamente diagnosticado demonstraram uma associação inversa não-significante com a progressão da perda auditiva. Os autores sugerem que o diagnóstico precoce e o tratamento para o DM podem evitar potencialmente a queda na audição, conferindo um efeito protetor.

Queixas auditivas, como zumbido e hipoacusia, presentes em 89 (58,8%) pacientes avaliados, parecem comuns em diabéticos, sendo citadas, em maior ou menor frequência, em muitos estudos que relacionam audição e DM<sup>12,13,25</sup>. De acordo com Gibrin *et al.*<sup>27</sup>, alterações ocorridas na orelha interna, ocasionando zumbido, vertigem e/ou perda auditiva, podem ter relação com uma insuficiência microcirculatória decorrente de uma oclusão vascular por embolia, hemorragia ou vasoespasmos, e que estes, por sua vez, seriam decorrentes de uma síndrome de hiperviscosidade ou microangiopatia por DM ou hipertensão arterial.

Com relação aos achados audiométricos, a perda auditiva foi observada em 63,2% dos pacientes avaliados, sendo todas do tipo sensorioneural, com predomínio das perdas bilaterais e simétricas. Resultados semelhantes foram encontrados em outros estudos<sup>25,28</sup>.

Sunkum *et al.*<sup>9</sup> encontraram prevalência de perda auditiva em 58,3% dos pacientes com glicemia controlada e 85,2% dos pacientes diabéticos com níveis de glicemia não-controlados, corroborando com a hipótese de que o controle da glicose pode proteger contra a deficiência auditiva<sup>23,29</sup>. Estudo realizado em pacientes diabéticos com diagnóstico precoce (antes dos 40 anos) mostrou prevalência de 21,7% de perda auditiva sensorioneural uni ou bilateral, afirmando que o DM tipo 2 de início precoce e com pobre controle glicêmico leva a um aumento da prevalência de perda auditiva subclínica e prejuízo nas respostas do tronco cerebral<sup>13</sup>. No presente estudo não foi avaliado o controle glicêmico dos pacientes, não sendo possível inferir sobre sua relação com a alteração auditiva.

Na caracterização do audiograma deste estudo foi encontrado um maior número de orelhas com grau considerado normal, porém, a classificação quanto ao

grau só leva em consideração as frequências de 0,5 a 4KHz<sup>19</sup>, e foram encontradas perdas auditivas isoladas nas frequências de 6 e/ou 8KHz. Esse fato explica porque muitas perdas foram classificadas como audição normal quanto ao grau. Nas demais perdas encontradas, predominou o grau leve e configuração plana.

A configuração audiométrica dos pacientes com DM apresenta grande variação entre os autores. Alguns estudos apontam a perda atribuída ao DM como sendo do tipo sensorineural bilateral, afetando principalmente frequências altas<sup>9,12,13,15,25,28</sup>; outros encontraram limiares piores em frequências baixas<sup>30</sup>, baixas e médias<sup>14</sup> ou baixas e altas<sup>2</sup>; e alguns referem configuração plana predominante<sup>14</sup>. Quanto ao grau, a maioria das pesquisas refere perda auditiva leve no DM<sup>12,13,18,25,28</sup>.

Analisando-se as frequências especificamente, observou-se que as frequências acima de 4KHz foram as mais afetadas nos pacientes avaliados. Outros autores também referiram piores limiares em 4KHz<sup>26</sup> e em 4 e 8KHz<sup>10</sup>.

A predominância de alterações em frequências altas pode ter relação com a presbiacusia, caracterizada por perda sensorineural bilateral simétrica de alta frequência<sup>27</sup>, considerando que há estudos que envolvem pacientes diabéticos idosos<sup>18,23</sup>. Alguns autores sugerem que os mecanismos do DM poderiam agir sinergicamente com os processos subjacentes a perda de audição relacionada com a idade, resultando em piora da audição<sup>2,23</sup>. Entretanto, outros estudos<sup>9,13</sup> avaliaram pacientes diabéticos mais jovens (até 50 anos) e encontraram as mesmas características de audição, contradizendo a teoria de que a perda poderia ser meramente um fenômeno atribuído a idade.

Os resultados são bastante contraditórios, pois há estudos com indivíduos com até 69 anos que apresentaram predomínio de configuração plana<sup>14</sup>, semelhante a encontrada nos resultados deste estudo. Não houve um consenso na literatura estudada sobre as características da perda auditiva associada ao DM, acredita-se que as variações encontradas poderiam estar relacionadas a região do ouvido interno afetada. Embora muitos estudos apontem para a existência de alterações histopatológicas cocleares no DM, é difícil estabelecer uma relação causal, destacando-se a vulnerabilidade diferencial de células do ouvido interno para os efeitos da hiperglicemia<sup>5</sup>.

A análise das EOA mostrou ausência de EOAT e EOAPD em mais de 70% dos pacientes. Resultado

semelhante foi encontrado por Prabhu *et al.*<sup>31</sup>, que revelaram ausência de EOAT em 68% em pacientes com DM tipo 2, na faixa etária de 40-60 anos. O mesmo estudo também revelou diminuição da amplitude de EOAPD e EOAT, bem como dano no sistema eferente. Outros estudos, envolvendo pacientes diabéticos com até 70 anos, também encontraram redução da amplitude nas EOAT e EOAPD<sup>2,15</sup>.

Achados divergentes foram encontrados em outros estudos. Agarwal *et al.*<sup>25</sup> encontraram ausência de EOAT em 30% da amostra, e Lerman-Garber *et al.*<sup>13</sup> em apenas 15%, mas, em ambos os estudos, foram avaliados pacientes diabéticos mais jovens (com idade até 50 anos) e os achados audiométricos revelaram a predominância de perda leve, o que pode justificar o maior número de EOAT presentes, visto que a presença de EOAT na maior parte dos indivíduos se correlaciona com o grau de perda, podendo ser obtidos em perdas de audição inferiores a 40dB<sup>25</sup>. Eren *et al.*<sup>16</sup> analisaram as EOAT e EOAPD em pacientes com DM, idade média de 47 anos e audição normal, e, embora tenha encontrado diminuição da amplitude, a diferença entre o DM e o grupo controle não foi estatisticamente significativa.

A relação entre as alterações auditivas encontradas e o lado mais afetado foi descrita nos resultados, mostrando uma tendência maior de comprometimento do lado esquerdo para frequências altas na ATL, e nas EOAT e EOAPD, embora a diferença não seja significativa em algumas frequências. Não foram encontradas, na literatura, evidências sobre lateralidade dominante nas alterações auditivas em pacientes com DM. Entretanto, alguns autores mencionaram maior comprometimento do lado direito em seus achados relacionados à audiometria<sup>28,30</sup>. Outros não evidenciaram predomínio de lado nos limiares tonais<sup>25</sup>. Karabulut *et al.*<sup>15</sup>, analisando as EOA, também não apontaram diferença entre os lados. Frisina *et al.*<sup>30</sup>, ao realizarem as EOAPD, encontraram maior comprometimento à direita, e Cabrer<sup>28</sup> à esquerda.

Na análise da correlação entre a perda auditiva e o resultado das EOAT e EOAPD, observou-se que a porcentagem de alterações nas EOAT e EOAPD é maior do que a porcentagem de pacientes com perda auditiva, mostrando que as emissões podem estar alteradas mesmo com limiares de audibilidade dentro da normalidade, o que supõe um comprometimento coclear no DM<sup>22</sup>. Mudanças metabólicas causadas pelo DM podem modificar o micromecanismo da orelha interna, gerando resultados subclínicos precoces<sup>2</sup>. Evidencia-se, assim, a importância das EOA como



instrumento clínico efetivo para o monitoramento da cóclea, por permitir a detecção de alterações cocleares sutis antes de serem observadas na ATL, sendo sugestivo sua indicação para avaliação das funções auditivas no DM.

A presença de EOAT e EOAPD diante da perda auditiva pode estar relacionada ao grau da perda encontrada, que sendo, em sua maioria, de grau leve, ainda favorece o aparecimento de respostas das emissões otoacústicas<sup>22</sup>. A presença EOA nos pacientes com perda auditiva também poderia supor casos de neuropatia auditiva, caracterizada por uma desordem auditiva específica, com respostas neurais auditivas anormais, na presença de função coclear normal<sup>32</sup>. Considerando que o DM pode causar degeneração do nervo auditivo<sup>6</sup>, a realização de testes específicos para avaliação do sistema auditivo central seria fundamental para o diagnóstico diferencial.

A diferença entre os resultados dos dois tipos de emissões pode estar relacionada ao fato das EOAPD avaliarem as frequências de 6 e 8KHz, nas quais existem perdas isoladas, fazendo com que a ocorrência de EOAPD ausentes seja maior.

Este estudo possui algumas limitações, como a ausência de um grupo controle, que permitiria uma análise comparativa; e a ausência de dados relacionados ao controle glicêmico, que se apresentou como fator de risco associado às alterações auditivas em muitos estudos citados.

## CONCLUSÃO

A avaliação da audição nos pacientes diabéticos tipo 2 mostrou predomínio de perda auditiva sensorineural bilateral simétrica com configuração plana. A ausência de EOAT e EOAPD foi observada na maioria dos pacientes.

A ausência de EOA diante de limiares de audibilidade normais, presente em parte da amostra, sugere prejuízo das células ciliadas externas da cóclea. Tais achados podem indicar precocemente uma disfunção coclear no DM tipo 2, o que justificaria o monitoramento da audição destes pacientes.

A presença EOA nos pacientes com perda auditiva poderia estar relacionada ao acometimento de grau leve, encontrado na maioria dos casos, ou poderia sugerir casos de neuropatia auditiva. Dessa forma, a realização de testes específicos para avaliação do sistema auditivo central seria relevante para o diagnóstico audiológico dos pacientes com DM tipo 2.

O conhecimento dos efeitos do DM sobre a audição favorece a intervenção precoce, minimizando os prejuízos e ampliando a qualidade de vida.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pelo financiamento para a execução da pesquisa.

Ao Centro Integrado de Diabetes e Hipertensão de Fortaleza pelo apoio ao desenvolvimento da pesquisa.

## REFERÊNCIAS

1. Brasil. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Estratégias para o cuidado da pessoa com doença crônica: diabetes mellitus. Brasília: Ministério da Saúde; 2013.
2. Abo-Elfetoh NM, Mohamed ES, Tag LM, El-Baz MA, Eldeen MEE. Auditory dysfunction in patients with type 2 diabetes mellitus with poor versus good glycemic control. *Egypt J Otolaryngol*. 2015; 31(3): 162-9.
3. International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas. 7ed. Brussels, Belgium: International Diabetes Federation; 2015.
4. Hong O, Buss J, Thomas E. Type 2 diabetes and hearing loss. *Disease-a-Month*. 2013; 59(4): 139-46.
5. Akinpelu OV, Ibrahim F, Waissbluth S, Daniel SJ. Histopathologic changes in the cochlea associated with diabetes mellitus-a review. *Otol Neurotol*. 2014; 35(5): 764-74.
6. Rolim LP, Rabelo CM, Lobo IFN, Moreira RR, Samelli AG. Interação entre diabetes mellitus e hipertensão arterial sobre a audição de idosos. *CoDAS* 2015; 27(5): 428-32.
7. Horikawa C, Kodama S, Tanaka S, Fujihara K, Hirasawa R, Yachi Y et al. Diabetes and risk of hearing impairment in adults: a meta-analysis. *J Clin Endocrinol Metab*. 2012; 98(1): 51-8.
8. Akinpelu OV, Mujica-Mota M, Daniel SJ. Is type 2 diabetes mellitus associated with alterations in hearing? A systematic review and meta-analysis. *Laryngoscope*. 2014; 124(3): 767-76.
9. Sunkum AJK, Pingile S. A clinical study of audiological profile in diabetes mellitus patients. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2013; 270(3):875-9.

10. Ren J, Zhao P, Chen L, Xu A, Brown S, Xiao X. Hearing loss in middle-aged subjects with type 2 diabetes mellitus. *Arch Med Res*. 2009;40(1) suppl 1:18-23.
11. Lin SW, Lin YS, Weng SF, Chou CW. Risk of developing sudden sensorineural hearing loss in diabetic patients: a population-based cohort study. *Otol Neurotol*. 2012; 33(9): 1482-8.
12. Ferreira JM, Sampaio FMO, Coelho JMS, Almeida NMGS. Perfil audiológico de pacientes com diabetes mellitus tipo 2. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. 2007;12(4):292-7.
13. Lerman-Garber I, Cuevas-Ramos D, Valdés S, Enríquez L, Lobato M, Osornio M et al. Sensorineural hearing loss-A common finding in early-onset type 2 diabetes mellitus. *Endocr Pract*. 2012; 18(4): 549-57.
14. Bamanie AH, Al-Noury KI. Prevalence of hearing loss among Saudi type 2 diabetic patients. *Saudi Med J*. 2011; 32(3): 271-4.
15. Karabulut H, Karabulut I, Dağlı M, Bayazit YA, Bilen Ş, Aydin Y et al. Evaluation of outer hair cell function and medial olivocochlear efferent system in patients with type II diabetes mellitus. *Turk J Med Sci*. 2014; 44(1): 150-6.
16. Eren E, Harman E, Arslanoğlu S, Önal K. Effects of Type 2 Diabetes on Otoacoustic Emissions and the Medial Olivocochlear Reflex. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2014; 150(6): 1033-9.
17. Calvin D, Watley SR. Diabetes and hearing loss among underserved populations. *Nurs Clin N Am*. 2015; 50(3): 449-56.
18. Oh I-H, Lee JH, Park DC, Kim M, Chung JH, et al. Hearing Loss as a Function of Aging and Diabetes Mellitus: A Cross sectional Study. *PLoS one*. 2014; 9(12): e116161.
19. Russo ICP, Pereira LD, Carvalho RMM, Anastácio ART. Encaminhamentos sobre a classificação do grau de perda auditiva em nossa realidade. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. 2009; 14(2): 287-8.
20. Demeester K, Wieringen A, Hendrickx J, Topsakal V, Franssen E, Laer L et al. Audiometric shape and presbycusis. *Int J Audiol*. 2009; 48(4) suppl I: 222-32.
21. Mattos LC, Veras RP. Prevalência da perda auditiva em uma população de idosos da cidade do Rio de Janeiro: um estudo seccional. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2007;73(5):654-9.
22. Sousa LCA, Piza MRT, Alvarenga KF, Cóser PL. Emissões Otoacústicas. In: *Eletrofisiologia da audição e emissões otoacústicas: princípios e aplicações clínicas*. 2ed. São Paulo: Tecmedd; 2008. p.109-30.
23. Mitchell P, Gopinath B, McMahon CM, Rochtchina E, Wang JJ, Boyages SC, Leeder SR. Relationship of Type 2 diabetes to the prevalence, incidence and progression of age-related hearing loss. *Diabet Med*. 2009; 26(5): 483-8.
24. Konrad-Martin D, Reavis KM, Austin D, Reed N, Gordon J, McDermott D, Dille MF. Hearing impairment in relation to severity of diabetes in a veteran cohort. *Ear Hear*. 2015;36(4):381-94.
25. Agarwal AC, Pujary K, Ganapathy K, Balakrishnan R, Nayak DR, Hasan F. Pure tone audiometry and otoacoustic emissions for the assessment of hearing loss in diabetic patients. *Indian J Otol*. 2013;19(1):13.
26. Salvinelli F, Miele A, Casale M, Greco F, D'Ascanio L, Firrisi L et al. Hearing thresholds in patients with diabetes. *Int J Otorhinolaryngol*. [serial online]. 2004 [acesso em 29/10/2015];3(1). Disponível em: <http://www.ispub.com/journal/the-internet-journal-of-otorhinolaryngology/volume-3-number-1/hearing-thresholds-in-patients-with-diabetes.html>
27. Gibrin PCD, Melo JJ, Marchiori LLDM. Prevalência de queixa de zumbido e prováveis associações com perda auditiva, diabetes mellitus e hipertensão arterial em pessoas idosas. *CoDAS*. 2013; 25(2): 176-80.
28. Cabrer IS. Otoemissões acústicas em pacientes diabéticos no insulinodependentes. [Tese]. Barcelona: Hospital Universitario de Girona - Doctor Josep Trueta; 2006.
29. Michikawa T, Mizutani K, Saito H, Takebayashi T, Nishiwaki Y. Glycosylated hemoglobin level is associated with hearing impairment in older Japanese: The Kurabuchi study. *J Am Geriatr Soc*. 2014; 62(7): 1231-7.
30. Frisina ST, Mapes F, Kim S, Frisina DR, Frisina RD. Characterization of hearing loss in aged type II diabetes. *Hear Res*. 2006; 211(1/2)suppl I:103-13.
31. Prabhu P, Shanthala SP. Efferent Auditory System Functioning and Speech Perception in Noise in Individuals with Type II Diabetes Mellitus. *J Phonet Audiol*. 2016;2:115.
32. Braithe N, Fernandes LC, Andrade CLO, Alves CAD. Neuropatia auditiva no diabetes melito tipo 1: relato de caso. *Rev Cienc Med Biol*. 2014;13(3):438-42.