

# Limiares audiométricos de altas freqüências em pacientes com diabetes mellitus insulino-dependente\*

## *High frequency threshold in patients with insulin-dependent diabetes mellitus*

HUMBERTO GONÇALVES REIS\*\*  
BALDUÍNO TSCHIEDEL\*\*\*  
JOAQUÍN POCH BROTO\*\*\*\*

### RESUMO

**Objetivos:** Descrever o padrão dos limiares audiométricos apresentados pelos pacientes diabéticos; determinar a relação entre os limiares audiométricos e o tempo de evolução da patologia; determinar a relação entre os limiares audiométricos e o nível de controle insulínico praticado pelo paciente.

**Material e método:** 29 pacientes com diabetes mellitus insulino-dependente foram comparados com 32 pessoas do grupo controle. Os pacientes foram separados segundo o tempo de evolução da patologia e também segundo o nível de controle insulínico. Utilizou-se o audiômetro AC40, com verificação das freqüências convencionais de 250 Hz a 8.000 Hz e, em modo de altas freqüências, de 9.000 Hz a 16.000 Hz.

**Resultados e conclusões:** Os limiares audiométricos obtidos pelos pacientes com diabetes não apresentaram diferença de significado estatístico quando os comparamos com o grupo controle para nenhuma das freqüências avaliadas. O tempo de evolução da patologia e o nível de controle praticado pelo paciente não exerceram influência sobre os resultados obtidos.

**UNITERMOS:** PERDA AUDITIVA; AUDIOMETRIA; DIABETES MELLITUS TIPO 1; AUDIÇÃO; LIMIAR AUDITIVO.

### ABSTRACT

**Objectives:** To describe the extended high frequency threshold presents by the IDDM patients; to determinate the relation between threshold and duration of diabetes; to determinate the relation between threshold and insulin control of the patient.

**Material and method:** 29 patients with IDDM were compared with 32 individuals of the control group. The patients were divided for duration of diabetes and the same patients were divided for insulin control too. The AC40 audiometer was utilized, with verification of conventional frequencies of 250 Hz to 8.000 Hz and, in the high frequency mode, of 9.000 Hz to 16.000 Hz.

**Results:** The thresholds were worst for higher frequencies, which we compare it with the conventional frequencies. The frequencies of 14.000 Hz and 16.000 Hz did presents the worst thresholds for the study group and the control group too. It doesn't found changes of statistic significance for any group, which we compare it with the control group.

**KEY WORDS:** HEARING LOSS; AUDIOMETRY; DIABETES MELLITUS, TYPE 1; HEARING; AUDITORY THRESHOLD.

\* Os dados apresentados neste artigo foram parte de estudo desenvolvido pelo 1º autor para sua tese de doutoramento, apresentada em setembro de 2004 na Faculdade de Medicina da Universidad Complutense de Madrid, Espanha.

\*\* Doutor em Otorrinolaringologia pela Universidad Complutense de Madrid, Espanha. Serviço de Otorrinolaringologia da Policlínica e Maternidade Guanambi, Guanambi-BA, Brasil.

\*\*\* Endocrinologista. Diretor do Instituto da Criança com Diabetes, Porto Alegre-RS, Brasil.

\*\*\*\* Catedrático e Chefe do Serviço de Otorrinolaringologia do Hospital Clínico San Carlos - Universidad Complutense de Madrid, Espanha.

## INTRODUÇÃO

### Diabetes mellitus insulino-dependente

A diabetes mellitus insulino-dependente (DMID) é uma patologia crônica que se caracteriza pela incapacidade do organismo de produzir insulina. Compreende 10 a 15% do total de casos de diabetes em populações caucasianas, o que corresponde a uma incidência de 8-30:100.000 casos de DMID ao ano em populações caucasianas<sup>(1-6)</sup>.

A perda das células beta no pâncreas em pacientes com DMID é um processo irreversível e progressivo. A alteração é exclusiva das células beta e exige o uso exógeno de insulina para a manutenção da vida<sup>(4,6)</sup>. O tratamento da patologia se faz com a aplicação periódica de insulina, cuja dose diária total e número de aplicações ao dia têm de ser adaptados a cada paciente.

A DMID se acompanha de complicações a longo prazo de natureza angiopática e neurológica<sup>(3)</sup>. Ainda que haja um bom controle diário dos níveis de glicose, os pacientes com DMID costumam apresentar complicações tais como retinopatia, nefropatia, neuropatia e doenças cardiovasculares. Prevenir essas complicações ou atrasá-las é a meta de diversos estudos<sup>(4,5,7-10)</sup> levados a cabo hoje em dia com pacientes diabéticos.

### Audiometria de altas frequências (AAF)

Na avaliação da capacidade auditiva se utiliza cada vez mais a AAF<sup>(11-20)</sup>. Estudos sobre a afetação auditiva por patologias sistêmicas<sup>(21,22)</sup>, trauma acústico<sup>(23-28)</sup> e por efeito de ototóxicos<sup>(29-31)</sup> são exemplos do uso recente da AAF em investigação de perda auditiva. O teste da AAF contribuiu para um melhor entendimento do dano coclear nas frequências mais altas<sup>(18-20,32)</sup>, o que não se obtém com a audiometria convencional, cuja faixa frequencial de estudo não ultrapassa os 8.000 Hz.

Alguns estudos com DMID<sup>(1,33,34)</sup> concluem que existe influência na deterioração coclear, mas outros apresentam resultados opostos<sup>(35-37)</sup>. A perda auditiva presente nas frequências altas se explicaria pelo fato da região basal da cóclea ser mais vascularizada, o que a predispõe a efeitos mais evidentes de dano vascular<sup>(34,38,39)</sup>. A hiperglicemia, por sua vez, poderia estar mais presente nesta região e, por isso, seus efeitos se fariam maiores que os observados em outras regiões da cóclea.

Correlacionou-se a hipoacusia na DMID com a idade do paciente e o tempo de evolução da patologia<sup>(1,39)</sup>. Por outro lado, também a correlacionaram com o pobre controle e complicações da própria patologia<sup>(33)</sup>. Um estudo realizado com população mexicana<sup>(40)</sup> identificou hipoacusia somente em diabéticos que não utilizavam insulina no seu tratamento. Alguns autores<sup>(35-37)</sup>, entretanto, não observaram hipoacusia nas suas investigações com pacientes de DMID.

## OBJETIVOS

A investigação teve como objetivo observar a afetação da audição em pacientes com DMID. Para tanto, foram fixados três parâmetros: A – Descrever os limiares audiométricos apresentados por pacientes com diabetes mellitus insulino-dependente; B – Determinar a relação entre os limiares audiométricos e o tempo de evolução da DMID; C – Determinar a relação entre os limiares audiométricos e o nível de controle insulínico praticado pelo paciente.

## MATERIAL E MÉTODO

Realizou-se um estudo transversal com um total de 61 pacientes. O estudo foi realizado por um período de 15 meses no Hospital São Lucas da PUCRS, um hospital universitário de atenção terciária à saúde localizado em Porto Alegre, Brasil. Todos os pacientes foram enviados pelo Instituto da Criança Diabética, um centro de referência para a investigação da DMID, localizado na mesma cidade. Num questionário, a equipe de endocrinologia do referido instituto aportava os dados mais relevantes sobre a DMID de cada paciente, tais como a dose diária de insulina, o nível de controle da patologia, o tempo de evolução e a presença de patologias associadas. Do total de pacientes diabéticos avaliados, 29 foram enviados ao Serviço de Otorrinolaringologia do Hospital São Lucas da PUCRS. Todos os pacientes foram submetidos a avaliação otoscópica e responderam a questionário sobre seu histórico otológico. O teste audiométrico foi realizado em cada um dos pacientes no mesmo dia da entrevista otorrinolaringológica e correspondeu aos seguintes exames: audiometria tonal convencional, audiometria tonal de altas frequências e imitanciometria acústica. Todos os testes foram realizados pelo autor da tese, com a finalidade de diminuir os possíveis erros de interpretação.

Após obter o grupo para estudo, 32 pessoas normo-ouvintes e sem histórico de patologias auditivas foram escolhidas para formar o grupo controle. Na formação deste grupo foram obedecidos os critérios de similaridade com os dados dos grupos de estudo (idade e sexo).

O audiômetro utilizado no estudo foi o modelo AC40 (Interacoustics, Dinamarca). Os auriculares utilizados foram do modelo TDH39 e, para as altas frequências, o Koss KV1. Os testes verificaram as frequências convencionais de 250 Hz, 500 Hz, 1.000 Hz, 2.000 Hz, 4.000 Hz, 8.000 Hz e, em modo de altas frequências, as de 9.000 Hz, 10.000 Hz, 11.200 Hz, 12.500 Hz, 14.000 Hz, 16.000 Hz. A imitanciometria acústica foi realizada com o aparelho AZ27 (Interacoustics, Dinamarca).

Os critérios de inclusão para o estudo com os pacientes de DMID foram: idade igual ou superior a 7 anos e tempo de evolução da patologia compreendido entre 1 ano e 1 dia, e 9 anos. Os critérios de exclusão para o estudo com diabéticos foram: histórico de patologias otológicas com perda auditiva; Timpanograma com curva B de Jerger no teste de imitanciometria; Apresentar patologias associadas à DMID; Níveis de hemoglobina glicosilada fora da normalidade; Apresentar outra patologia metabólica; Ter, no dia do teste, exatos 1 ano ou menos de evolução da DMID, assim como foram excluídos os pacientes com mais de 9 anos de evolução da patologia.

A separação dos pacientes por grupos ocorreu em dois momentos. No primeiro momento, os pacientes foram separados segundo o tempo de evolução da patologia, em: 2 anos de evolução da DMID; 4 anos de DMID; 6 anos de DMID; 8 anos de DMID. Num segundo momento, os pacientes diabéticos foram separados segundo o nível de control insulínico, em: grupo conservador e grupo intensivo.

Utilizou-se o método ANOVA de análise estatística para todos os testes realizados. Nas avaliações estatísticas comparamos os seguintes limiares audiométricos: A - para o mesmo ouvido, uma frequência sonora em relação às demais; B - para a mesma frequência, um ouvido em relação ao outro; C - para a mesma frequência, os resultados obtidos em relação aos demais grupos estudados.

## RESULTADOS

Foram avaliados 61 pacientes, dos quais 29 tinham DMID. Os demais 32 pacientes, que não

padeciam de DMID e não tinham patologias auditivas conhecidas, formaram o grupo controle do estudo. O grupo de diabéticos foi composto por 29 enfermos, dos quais 11 eram do sexo masculino e 18, do feminino. A idade dos pacientes estudados se situou entre os 7 e os 18 anos (média de 11 anos e 09 meses). O tempo de evolução da DMID na data do teste apresentou variação desde 1 ano e 3 meses até os 8 anos e 11 meses (média de 4 anos e 3 meses). O grupo controle, composto por 32 normo-ouvintes, tinha 16 homens e 16 mulheres. A idade do grupo controle variou desde os 7 até os 14 anos (média de 10 anos e 03 meses).

A disposição dos pacientes por grupos segundo o tempo de evolução da DMID deu origem aos seguintes grupos: 11 pacientes no grupo 1; 8 pacientes no grupo 2; 4 pacientes no grupo 3; 6 pacientes no grupo 4. Ou seja, somente 34,5% dos pacientes estudados tinham mais do que 5 anos de evolução de DMID. Os demais 65,5% tinham menos de 5 anos de evolução de DMID e foram distribuídos entre os grupos 1 e 2.

Em relação ao tratamento realizado pelos pacientes, somente 5 utilizavam o tratamento conservador, enquanto todos os demais o faziam de forma intensiva. Das patologias otológicas, três haviam tido otite média aguda, um havia tido otite média secretora e um apresentava otite externa eczematosa no dia da avaliação. Todos os restantes não tinham histórico de patologias otológicas. Nenhum dos estudados tinha queixa de perda auditiva ou histórico de outra patologia metabólica. Nenhum dos avaliados apresentou alteração ao exame de imitanciometria acústica.

Os limiares audiométricos obtidos para cada frequência bilateralmente nos 32 normo-ouvintes estiveram dentro dos valores considerados normais para as frequências avaliadas em modo convencional e também para o modo de altas frequências. O desvio-padrão, entretanto, mostrou variações maiores à medida que se avaliaram frequências cada vez mais altas.

A comparação com os limiares audiométricos de mesma frequência e ouvido obtidos para o conjunto dos 29 pacientes estudados mostrou muita similaridade com os dados do grupo controle, referentes aos limiares audiométricos e aos desvios-padrão.

Os limiares audiométricos e os desvios-padrão obtidos para os 29 pacientes estudados estiveram dentro de padrões considerados normais para todas as frequências audiométricas estuda-

das e foram semelhantes aos limiares obtidos pelo grupo controle do estudo. O estudo dos valores obtidos pelos grupos diabéticos, seja em função do tempo de evolução seja em função do nível de controle, não evidenciou variações de significado estatístico quando comparamos um grupo em relação aos outros.

A comparação dos limiares audiométricos gerais registrados para determinada frequência auditiva em relação às outras frequências para o mesmo ouvido permitiu observar ausência de alterações de significado estatístico. Da mesma forma, a comparação dos limiares obtidos em um ouvido com os obtidos ao outro lado demonstrou que não havia alteração estatisticamente significativa.

A frequência de 2.000 Hz apresentou os menores limiares do estudo. Os limiares audiométricos obtidos foram de 9,14 dB na orelha direita (OD) e 8,79 na orelha esquerda (OE). Os resultados são os melhores verificados para cada ouvido entre todos os valores observados no estudo.

Os piores limiares foram os obtidos para as frequências mais altas. Os níveis de intensidade foram de 16,55 dB no OD e 17,59 dB no OE para a frequência de 14.000 Hz e de 19,48 dB no OD e 19,31 dB no OE para a frequência de 16.000 Hz. Em comparação, entre as frequências convencionais o estudo jamais exigiu intensidades superiores aos 12 dB.

A frequência de 11.200 Hz apresentou os melhores limiares na faixa das altas frequências, havendo alcançado os limiares encontrados para as frequências convencionais, bilateralmente. No OD registrou-se o limiar audiométrico de 10,86 dB e no OE o limiar foi de 10,69 dB. Esses índices são melhores que os obtidos nas frequências de 250 Hz e 8.000 Hz, nos dois ouvidos. Entre as altas frequências, somente o limiar audiométrico no OE para a frequência de 9.000 Hz foi melhor que os limiares encontrados para 11.200 Hz, com intensidade de 10,35 dB.

O desvio-padrão, à semelhança do ocorrido com o grupo controle, sofreu um aumento nos valores à medida que se avançava na faixa de frequências. O desvio-padrão ultrapassou bilateralmente os 10 dB para a frequência de 14.000 Hz e os 14 dB para a frequência de 16.000 Hz, enquanto que não alcançou os 7 dB em nenhuma das frequências convencionais.

A análise estatística dos valores apresentados no grupo 1 mostrou que há variação de significado estatístico entre a frequência de 16.000 Hz e

a de 2.000 Hz. Tal diferença ocorre bilateralmente, com  $p = 0,028$  para o OD e  $p = 0,009$  para o OE. No OE verificaram-se, ainda, variações significativas homolaterais para a frequência de 2.000 Hz quando comparamos com as frequências de 12.500 Hz ( $p = 0,02$ ) e 14.000 Hz ( $p = 0,036$ ).

O estudo dos limiares em cada ouvido e para cada frequência no grupo 2 indicou variação de significado estatístico somente no OD para a frequência de 16.000 Hz quando comparamos com as frequências de 2.000 Hz ( $p = 0,034$ ) e 11.200 Hz ( $p = 0,025$ ).

Os limiares audiométricos encontrados nos grupos 3 e 4 foram semelhantes aos encontrados para os grupos 1 e 2. Seus limiares não apresentaram variações significativas quando comparamos os resultados de um ouvido em relação ao outro, tampouco quando comparamos os limiares de uma frequência com as demais.

Na comparação segundo o tipo de tratamento insulínico, os limiares obtidos para o grupo A permitiram observar que os índices se encontram dentro da normalidade e são semelhantes aos encontrados para os grupos formados segundo o tempo de evolução de diabetes. Não se observaram variações significativas quando comparamos os resultados entre os ouvidos para uma mesma frequência. Da mesma forma, não foram observadas diferenças estatísticas quando comparamos os limiares entre as frequências estudadas para o mesmo ouvido.

A comparação dos limiares entre as distintas frequências no grupo B ofereceu o maior número de variações de significado estatístico do estudo. Neste grupo, se observou que as frequências de 14.000 Hz e 16.000 Hz tiveram valores de  $p < 0,05$  quando comparadas com cada uma das frequências convencionais (250, 500, 1.000, 2.000, 4.000 y 8.000 Hz). Esses achados foram observados bilateralmente para cada frequência anteriormente descrita. A comparação entre as frequências de 8.000 Hz e 14.000 Hz no OE constituiu a única exceção à regra, ainda que o valor de  $p$  tenha sido muito limítrofe ( $p = 0,053$ ). A comparação das frequências de 14.000 Hz e 16.000 Hz com as de 9.000 Hz e 11.200 Hz também evidenciou valores de  $p < 0,05$ , bilateralmente. A frequência de 10.000 Hz comparada com as de 14.000 Hz e 16.000 Hz mostrou valores de  $p < 0,05$  no OD, mas  $p > 0,05$  no OE.

Observou-se, ainda nas comparações realizadas para o grupo B, que a frequência de 2.000 Hz teve valores de  $p < 0,05$  bilateralmente quando comparada com as frequências de 10.000 Hz e

12.500 Hz, e também no OD quando comparada com a frequência de 9.000 Hz. Os valores de *p* revelaram igualmente variação de significado estatístico na comparação entre as frequências de 10.000 Hz e 11.200 Hz. Esses valores foram observados bilateralmente (*p* = 0,043 em OD e

*p* = 0,006 em OI). Variações unilaterais ocorreram em outras quatro ocasiões: no OD, na comparação da frequência de 12.500 Hz com as de 500 Hz e 11.200 Hz; no OE, na comparação da frequência de 10.000 Hz com as de 500 Hz e 1.000 Hz.

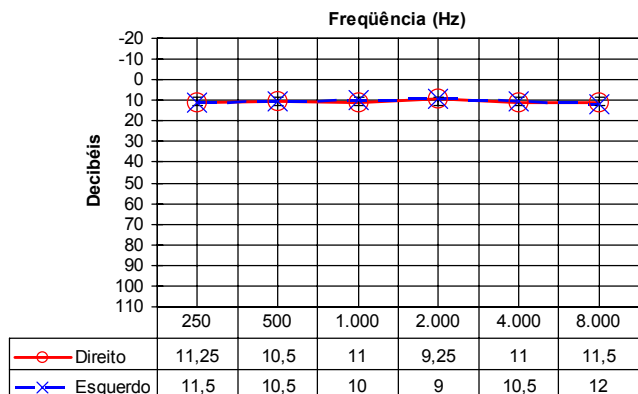


GRÁFICO 1A - Audiograma controle das frequências convencionais.

TABELA 1A - Desvios-padrão para as frequências convencionais no grupo controle.

|    | 250   | 500   | 1.000 | 2.000 | 4.000 | 8.000 |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| OD | ±4,20 | ±4,96 | ±4,84 | ±4,15 | ±5,14 | ±4,88 |
| OE | ±4,14 | ±5,12 | ±4,85 | ±4,50 | ±5,33 | ±4,82 |

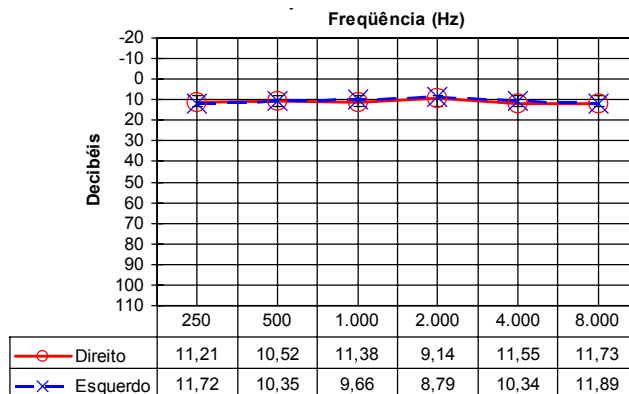


GRÁFICO 2A - Audiograma das frequências convencionais para os 29 diabéticos.

TABELA 2A - Desvios-padrão para as frequências convencionais nos 29 diabéticos.

|    | 250   | 500   | 1.000 | 2.000 | 4.000 | 8.000 |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| OD | ±4,29 | ±4,92 | ±3,76 | ±4,07 | ±4,89 | ±4,72 |
| OE | ±4,13 | ±5,32 | ±5,45 | ±4,76 | ±6,36 | ±4,6  |

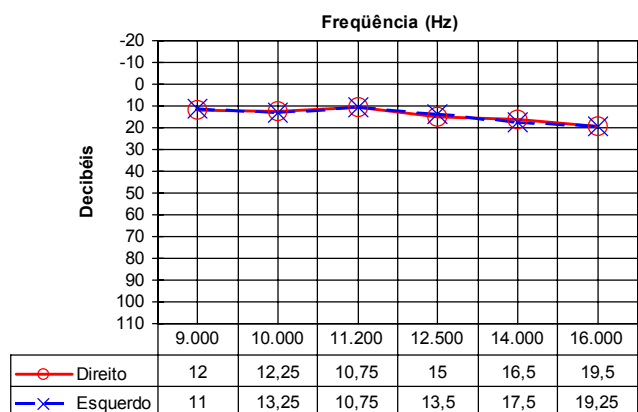


GRÁFICO 1B - Audiograma controle das altas frequências.

TABELA 1B - Desvios-padrão para as altas frequências no grupo controle.

|    | 9.000 | 10.000 | 11.200 | 12.500 | 14.000 | 16.000 |
|----|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| OD | ±5,54 | ±7,25  | ±6,23  | ±8,92  | ±12,34 | ±14,32 |
| OI | ±5,32 | ±8,00  | ±7,75  | ±9,06  | ±13,42 | ±14,24 |

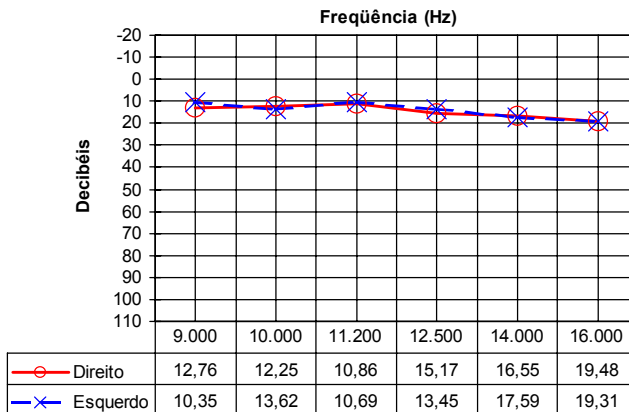


GRÁFICO 2B - Audiograma das altas frequências para os 29 diabéticos.

TABELA 2B - Desvios-padrão para as altas frequências nos 29 diabéticos.

|    | 9.000 | 10.000 | 11.200 | 12.500 | 14.000 | 16.000 |
|----|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| OD | ±5,62 | ±7,67  | ±6,08  | ±8,81  | ±10,91 | ±14,08 |
| OI | ±5,2  | ±8,12  | ±8,01  | ±9,13  | ±13,55 | ±14,28 |

## DISCUSSÃO

O estudo permitiu verificar que os limiares audiométricos para todas as frequências avaliadas seguem o mesmo padrão observado em normo-ouvintes<sup>(12,13,32)</sup>. O aumento do limiar audiométrico observado à medida que se aumenta a frequência estudada foi indicado em todos os demais trabalhos realizados com a faixa de altas frequências<sup>(13,19,32)</sup>. A piora das respostas e o aumento do desvio-padrão foram uma constante nos testes com frequências auditivas mais altas<sup>(12)</sup>.

Em nosso estudo, as frequências de 14.000 e 16.000 Hz foram as mais altas avaliadas e corresponderam aos piores limiares audiométricos encontrados. As duas frequências mais altas tiveram limiares audiométricos significativamente mais altos que os das frequências convencionais.

Observou-se que os limiares audiométricos das frequências de 250, 500, 1.000, 2.000, 4.000, 8.000 e 9.000 Hz apresentam significativa diferença quando comparados aos limiares das frequências de 14.000 e 16.000 Hz. A única exceção indicou um valor limítrofe de  $p$  (0,053) e ocorreu na comparação entre as frequências de 8.000 e 14.000 Hz para o OE.

O estudo permitiu verificar que a frequência de 11.200 Hz apresentou limiares audiométricos significativamente diferentes das frequências vizinhas: a comparação com a frequência de 10.000 Hz evidenciou diferenças de significado estatístico bilateralmente, enquanto a comparação com a frequência de 12.500 Hz indicou variação significativa no OD e valor de  $p$  limítrofe (0,056) no OE. Esses dados coincidem com os encontrados em outros estudos<sup>(12,13)</sup>, que atribuíram o achado a fatores ressonantes do ouvido externo, que aumentaria a amplitude da onda sonora em seu trajeto rumo à membrana timpânica.

A separação dos pacientes diabéticos por grupos permitiu verificar que não houve variação significativa entre os limiares audiométricos, seja em função do tempo de evolução da patologia seja em função do nível de controle praticado pelo paciente. Igualmente não se observou alteração do limiar audiométrico para as frequências no OD em comparação com o OE.

## CONCLUSÕES

Ao contrário de alguns estudos publicados, não foi possível observar diferenças estatística-

mente significativas em nenhuma das frequências avaliadas do grupo com DMID quando comparamos os resultados com os obtidos para o grupo controle. O tempo de evolução da DMID não exerceu influência sobre os limiares audiométricos apresentados pelos pacientes do estudo. O nível de controle insulínico praticado pelo paciente não exerceu influência sobre os limiares audiométricos dos pacientes diabéticos. Dos resultados obtidos neste estudo se conclui que a DMID não é um fator de risco para perdas auditivas em idade pediátrica.

## REFERÊNCIAS

1. Ferrer JP, Biurrun O, Lorente J, et al. Auditory function in young patients with type 1 diabetes mellitus. *Diabetes Res Clin Pract.* 1991;11:17-22.
2. Celik O, Yalcin S, Celebi H, et al. Hearing loss in insulin-dependent diabetes mellitus. *Auris Nasus Larynx* 1996;23:127-32.
3. Herman WH, Aubert RE, Engelgau MM, et al. Diabetes mellitus in Egypt: glycaemic control and microvascular and neuropathic complications. *Diabet Med.* 1998;15:1045-51.
4. Pallardo Sánchez LF. Alteraciones del metabolismo de los hidratos de carbono. In: Rodés Teixidor J, Guardia Massó J. *Medicina interna.* Barcelona: Masson; 1997. p.2667-707.
5. Costa B, Martín F, Donado A et al. Diabetes ignorada y otras alteraciones del metabolismo glucídico en la población española de alto riesgo. *El estudio ITG. Med Clin (Barc).* 2000;114:601-8.
6. Zapico Muñoz E, González Sastre F. Glucemia: una magnitud analítica polivalente. *Med Clin (Barc).* 2000;114:619-21.
7. Diabetes Control and Complications Trial Research Group. The effect of intensive treatment of diabetes on the development and progression of long-term complications in insulin-dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med.* 1993;329:977-86.
8. Malone JL, Morrison AD, Pavan PR, et al. Prevalence and significance of retinopathy in subjects with type 1 diabetes of less than 5 years' duration screening for the diabetes control and complications trial. *Diabetes Care.* 2001;24:522-6.
9. Chase HP, Lockspeiser T, Peery B, et al. The impact of the diabetes control and complications trial and humalog insulin on glycohemoglobin levels and severe hypoglycemia in type 1 diabetes. *Diabetes Care.* 2001; 24:430-4.
10. Yuan S, Liu Y, Zhu L. Vascular complications of diabetes mellitus. *Clin Exp Pharmacol Physiol.* 1999;26:977-8.
11. Hogan CA, Turner CW. High-frequency audibility: benefits for hearing-impaired listeners. *J Acoust Soc Am.* 1998;104:432-41.
12. Sakamoto M, Sugasawa M, Kaga K, et al. Average thresholds in the 8 to 20 kHz range in young adults. *Scand Audiol.* 1998;27:168-72.
13. Stelmachowicz PG, Beauchaine KA, Kalberer A, et al. Normative thresholds in the 8- to 20- kHz range as a function of age. *J Acoust Soc Am.* 1989;86:1384-91.

14. Hansen TS, Brask T, Larsen S. High-frequency air-conduction audiometry testing of a new low impedance circumaural transducer system in normal young persons. *Scand Audiol*. 1993;22:37-42.
15. Feghali JG, Bernstein RS. A new approach to serial monitoring of ultra-high frequency hearing. *Laryngoscope*. 1991;101:825-9.
16. Lopponen H, Laitakari K, Sorri M. High-frequency audiometry accelerometric findings with electric bone-conduction audiometry. *Scand Audiol*. 1991;20:61-7.
17. Margolis RH, Saly GL, Hunter LL. High-frequency hearing loss and wideband middle ear impedance in children with otitis media histories. *Ear Hear*. 2000;21:206-11.
18. Hallmo P, Sundby A, Mair IW. Extended high-frequency audiometry. air- and bone-conduction thresholds, age and gender variations. *Scand Audiol*. 1994;23:165-70.
19. Valente M, Valente M, Goebel J. High-frequency thresholds: circumaural earphone versus insert earphone. *J Am Acad Audiol*. 1992;3:410-8.
20. Stelmachowicz PG, Beauchaine KA, Kalberer A, et al. High-frequency audiometry: test reliability and procedural considerations. *J Acoust Soc Am*. 1989; 85:879-87.
21. Nikolopoulos TP, Kandiloros DC, Segas JV, et al. Auditory function in young patients with chronic renal failure. *Clin Otolaryngol*. 1997;22:222-5.
22. Zeigelboim BS, Mangabeira-Albernaz PL, Fukuda Y. High frequency audiometry and chronic renal failure. *Acta Otolaryngol*. 2001;121:245-8.
23. Nondahl DM, Cruickshanks KJ, Wiley TL, et al. Recreational firearm use and hearing loss. *Arch Fam Med*. 2000;9:352-7.
24. Sallustio V, Portalatini P, Soleo L, et al. Auditory dysfunction in occupational noise exposed workers. *Scand Audiol Suppl*. 1998;48:95-110.
25. Fausti SA, Erickson DA, Frey RH, et al. The effects of noise upon human hearing sensitivity from 8000 to 20000 Hz. *J Acoust Soc Am*. 1981;69:1343-9.
26. Kuronen P, Sorri MJ, Paakkonen R, et al. Temporary threshold shift in military pilots measured using conventional and extended high-frequency audiometry after one flight. *Int J Audiol*. 2003;42:29-33.
27. Stewart M, Pankiw R, Lehman ME, et al. Hearing loss and hearing handicap in users of recreational firearms. *J Am Acad Audiol*. 2002;13:160-8.
28. Ahmed HO, Dennis JH, Badran O, et al. High-frequency (10-18 kHz) hearing thresholds: reliability, and effects of age and occupational noise exposure. *Occup Med (Lond)*. 2001;51:245-8.
29. Frank T. High-frequency (8 to 16 kHz) reference thresholds and intrasubject threshold variability relative to Ototoxicity criteria using a Sennheiser HAD 200 earphone. *Ear Hear*. 2001;22:161-8.
30. Park KR. The utility of acoustic reflex thresholds and other conventional audiologic tests for monitoring cisplatin ototoxicity in the pediatric population. *Ear Hear*. 1996;17:107-15.
31. Fausti SA, Larson VD, Noffsinger D, et al. High-frequency audiometry monitoring strategies for early detection of ototoxicity. *Ear Hear*. 1994;15:232-9.
32. Reuter W, Schonfeld U, Mansmann U, et al. Extended high frequency audiometry in pre-school children. *Audiology*. 1998;37:285-94.
33. Kurien M, Thomas K, Bhanu TS. Hearing threshold in patients with diabetes mellitus. *J Laryngol Otol*. 1989;103:164-8.
34. Huang YM, Pan CY, Gu R, et al. Hearing impairment in diabetics. *Chin Med J (Engl)*. 1992;105:44-8.
35. Dalton DS, Cruickshanks KJ, Klein R, et al. Association of NIDDM and hearing loss. *Diabetes Care*. 1998; 21:1540-4.
36. Malpas S, Blake P, Bishop R, et al. Does autonomic neuropathy in diabetes cause hearing deficits? *N Z Med J*. 1989;102:434-5.
37. Osterhammel D, Christiau B. High frequency audiometry and stapedius muscle reflex thresholds in juvenile diabetics. *Scand Audiol*. 1980;9:13-8.
38. Kasemsuan L, Sriwanyong S, Krittiyawong S, et al. Hearing in young diabetic patients. *J Med Assoc Thai*. 2001;84:1389-94.
39. De España R, Biurrun O, Lorente J, et al. Hearing and diabetes. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec*. 1995; 57:325-7.
40. Ma F, Gómez-Marín O, Lee DJ, et al. Diabetes and hearing impairment in Mexican American adults: a population-based study. *J Laryngol Otol*. 1998;112: 835-9.

**Endereço para correspondência:**  
HUMBERTO GONÇALVES REIS  
Rua 13 de Maio, 170  
CEP 46430-000, Guanambi, BA, Brasil  
Fone: (+5577)9193-2871  
E-mail: humbertoreis@humbertoreis.med.br