

# Avaliação auditiva periférica em crianças com síndrome de Down

## Peripheral hearing evaluation in children with Down syndrome

Barbara Carrico<sup>1</sup>, Alessandra Giannella Samelli<sup>1</sup>, Carla Gentile Matas<sup>1</sup>, Fernanda Cristina Leite Magliaro<sup>1</sup>, Renata Mota Mamede Carvalho<sup>1</sup>, Suelly Cecília Olivan Limongi<sup>1</sup>, Ivone Ferreira Neves-Lobo<sup>1</sup>

### RESUMO

**Objetivo:** Caracterizar o sistema auditivo periférico de indivíduos com síndrome de Down, por meio da audiometria convencional e de altas frequências. **Métodos:** Estudo do tipo transversal e observacional. Participaram 15 indivíduos com síndrome de Down, de ambos os gêneros, entre 7 e 15 anos de idade. Foram realizados os seguintes procedimentos: Meatoscopia, Timpanometria com pesquisa do reflexo acústico ipsilateral e contralateral, Audiometria Tonal, Audiometria Vocal e Audiometria de Altas Frequências. **Resultados:** Houve predomínio de perda auditiva condutiva de grau leve, em uma ou ambas as orelhas. As médias dos limiares auditivos para a audiometria convencional ficaram abaixo de 20 dBNA e, para a audiometria de altas frequências, ficaram entre 20 e 40 dBNA. O coeficiente de correlação de Pearson revelou correlação moderada positiva, entre os limiares de 9 a 14 kHz e a idade. **Conclusão:** De forma geral, não foram observadas diferenças significativas, quando comparadas as orelhas direita e esquerda de indivíduos com síndrome de Down, na audiometria tonal, imitanciometria e logaudiometria. A maioria das crianças apresentou alteração de orelha média e perda auditiva condutiva. A audiometria de altas frequências sugere o início de prejuízo da função coclear, que pode estar associado às otites médias frequentes e/ou à degeneração coclear precoce.

**Descritores:** Audição; Audiometria; Síndrome de Down; Limiar auditivo; Perda auditiva de alta frequência

### ABSTRACT

**Purpose:** This study sought to characterize the peripheral auditory system of individuals with Down syndrome (DS) using conventional and high-frequency audiometry. **Methods:** We performed a cross-sectional and observational study. Fifteen individuals with DS, who were of both genders and between 7 and 15 years of age, participated in this study. The following procedures were performed: otoscopy, tympanometry with ipsilateral and contralateral acoustic reflex, pure-tone audiometry, vocal audiometry and high-frequency audiometry. **Results:** There was a predominance of mild conductive hearing loss in one or both ears. The mean hearing thresholds for conventional audiometry were below 20 dB HL and between 20 and 40 dB HL for high-frequency audiometry. The Pearson correlation coefficient indicated a moderate positive correlation between the 9-14 kHz thresholds and age. **Conclusion:** Overall, no significant differences were observed when comparing the right and left ears of individuals with DS, in regards to pure-tone audiometry, immittance testing and speech audiometry. Most children showed middle ear abnormalities and conductive hearing loss. Moreover, high-frequency audiometry suggested the onset of impaired cochlear function, which may be associated with frequent otitis media episodes and/or early cochlear degeneration.

**Keywords:** Hearing; Audiometry; Down syndrome; Auditory threshold; Hearing loss, high-frequency

Trabalho realizado no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Atenção Primária em Audiologia, Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo – USP – São Paulo (SP), Brasil.

(1) Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo – USP – São Paulo (SP), Brasil.

**Conflito de interesses:** Não

**Contribuição dos autores:** BC pesquisador executante, elaboração da pesquisa, elaboração do cronograma, levantamento da literatura, coleta e análise dos dados, redação do artigo; AGS orientadora, elaboração da pesquisa, elaboração do cronograma, análise dos dados, correção da redação do artigo, aprovação da versão final; CGM elaboração da pesquisa, elaboração do cronograma, análise dos dados, correção da redação do artigo, aprovação da versão final; FCLM elaboração da pesquisa, elaboração do cronograma, levantamento da literatura, análise dos dados, correção da redação do artigo, aprovação da versão final, submissão e trâmites do artigo; RMMC elaboração da pesquisa, análise dos dados, correção da redação do artigo, aprovação da versão final; SCOL elaboração da pesquisa, análise dos dados, correção da redação do artigo, aprovação da versão final; IFNL elaboração da pesquisa, análise dos dados, correção da redação do artigo, aprovação da versão final.

**Endereço para correspondência:** Alessandra Giannella Samelli. R. Cipotânea, 51, Cidade Universitária, São Paulo (SP), Brasil, CEP: 05360-160. E-mail: alesamelli@usp.br

**Recebido em:** 29/8/2013; **Aceito em:** 29/7/2014

## INTRODUÇÃO

A deficiência auditiva pode ser causada por fatores ambientais ou genéticos. Entre as desordens genéticas, algumas determinam deficiência auditiva isolada e outras associam a deficiência auditiva a anormalidades de outros órgãos, o que pode ocorrer em algumas síndromes<sup>(1)</sup>.

A síndrome de Down (SD) é uma alteração genética, caracterizada pela presença de uma cópia extra do cromossomo 21, ou excesso do material genético deste cromossomo<sup>(2)</sup>. O diagnóstico baseia-se numa série de sinais e sintomas e sua confirmação é estabelecida pelo estudo cromossômico. Nem toda a população afetada apresenta as mesmas características, sendo necessária uma investigação citogenética<sup>(3,4)</sup>.

Estudos demonstram que essa síndrome ocorre em um para cada 1000 nascidos vivos. As características clínicas mais encontradas são: comprometimento intelectual, hipotonia muscular, fissura palpebral oblíqua, aumento da vascularização, microcefalia e occipito achatado. Outras características são: nariz pequeno e achatado, com ponte nasal baixa, malformação cardiovascular e infecções respiratórias, devido à obstrução das vias aéreas superiores<sup>(5)</sup>.

A hipotonia muscular afeta a musculatura da árvore traqueobrônquica, prejudicando a eliminação das secreções. O acúmulo de muco pode resultar em infecções das vias aéreas superiores e consequente aumento dos quadros de otites médias<sup>(5)</sup>. Outro fator que pode contribuir para o aumento das otites é a disfunção ou comprometimento de orelha média, frequente nessa população. Este fator está relacionado com as malformações anatômicas, tais como tuba auditiva anormal, tecido mesenquimal persistente na cavidade timpânica, estenose do canal auditivo externo e hipoplasia da mastoide<sup>(6)</sup>.

A perda auditiva ocorre em cerca de dois terços das crianças com SD, podendo apresentar-se como perda auditiva condutiva, neurossensorial, ou mista<sup>(7,8)</sup>. Porém, a prevalência de perdas auditivas condutivas é maior, ocorrendo em torno de 60-80% dos indivíduos com SD<sup>(9-11)</sup>.

Estudos histopatológicos demonstraram que nas otites médias secretoras pode haver difusão de toxinas bacterianas e citocinas da orelha média para a cóclea, por meio da membrana da janela redonda, que poderiam provocar lesões estruturais na orelha interna, como a ruptura das membranas cocleares, resultando em perdas auditivas neurossensoriais<sup>(12-14)</sup>.

Anormalidades congênitas da orelha interna não são frequentes, apesar de os indivíduos com SD apresentarem a cóclea anatomicamente menor, em comparação a crianças com desenvolvimento típico<sup>(15)</sup>.

Além disso, a partir da segunda década de vida, os indivíduos com SD apresentam queda nos limiares auditivos, com padrão “tipo presbiacusia”, de instalação progressiva<sup>(10,11,16)</sup>.

Existem poucos estudos que realizaram, concomitantemente, diversos procedimentos de avaliação do sistema auditivo periférico, na SD. Uma vez que a perda auditiva pode

comprometer o desenvolvimento da linguagem e da expressão oral, é de fundamental importância a avaliação audiológica completa desses indivíduos, para o diagnóstico diferencial e o direcionamento terapêutico. Por este motivo, esta pesquisa teve como objetivo caracterizar o sistema auditivo periférico de indivíduos com SD, por meio da audiometria convencional e de altas frequências.

## MÉTODOS

Estudo do tipo prospectivo e observacional, aprovado pela Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa (CAPPesq) da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP) (nº 138/11). Os pais ou responsáveis assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Foram estudados 15 indivíduos com SD, de ambos os gêneros, na faixa etária de 7 a 15 anos (média de 10 anos e 9 meses  $\pm$  1 ano e 6 meses), sendo 8 crianças do gênero feminino e 7 crianças do gênero masculino. Foi utilizada, como critério de exclusão, a presença de outros comprometimentos associados, como alterações neurológicas e psiquiátricas, que pudessem impedir a realização dos procedimentos audiológicos. Ressalta-se que não foi pesquisada a dominância manual dos indivíduos do presente estudo.

Primeiramente, foi realizada com os pais ou responsáveis, uma anamnese, em que foram coletadas informações sobre o histórico médico e otológico. Após, foi realizada a inspeção do meato acústico externo e da membrana timpânica, determinando a existência de problemas que pudessem interferir na avaliação, como presença de cerúmen, corpos estranhos, etc. Foi utilizado o otoscópio da marca Heine®.

Para a pesquisa dos reflexos acústicos ipsilateral e contralateral e da mobilidade da cadeia tímpano-ossicular, foi realizada a imitanciométrica, por meio do equipamento AT 235, da marca Interacoustic®, considerando-se como resultado normal curva timpanométrica Tipo A, com presença de reflexo acústico, e como resultado alterado, curvas timpanométricas tipo B ou C e/ou ausência de reflexo acústico<sup>(17)</sup>.

A audiometria tonal convencional e a audiometria de altas frequências (AAF) foram realizadas em cabina acústica, utilizando audiômetro modelo GSI-61 (marca Grason-Statler®) e fones de ouvido supra-aurais, modelo TDH-50 e HDA 200<sup>(18)</sup>.

Foram obtidos os limiares auditivos por via aérea, nas frequências de 250 a 8000 Hz e por via óssea, nas frequências de 500 a 4000 Hz, caso os limiares auditivos por via aérea ultrapassassem 15 dBNA. Considerou-se como perda auditiva a presença de limiares tonais acima de 15 dBNA, por via aérea. As perdas auditivas foram classificadas, quanto ao tipo, em Perda Auditiva Condutiva e Perda Auditiva Neurossensorial e, quanto ao grau, utilizando-se a média das frequências de 500 a 4000 Hz<sup>(19)</sup>. Cabe ressaltar que nos casos de perda auditiva em frequência isolada, não foi feita a classificação quanto ao grau.

Em seguida, foi realizada a audiometria vocal - LRF (limiar de recepção de fala) e o IPRF (índice percentual de reconhecimento de fala)<sup>(20)</sup>.

Foi realizada, também, a audiometria em altas frequências por via aérea, sendo estas: 9000, 10000, 12500, 14000, 16000, 18000 e 20000 Hz, investigadas nesta ordem. Todos os limiares (obtidos em dBNA) foram determinados pelo método descendente, em degraus de 10 dB, e ascendente, em degraus de 5 dB. Os limiares auditivos em altas frequências foram classificados como normais, de acordo com os padrões médios de limiares em altas frequências (10, 12,5, 14 e 16 kHz) propostos por estudo progresso<sup>(21)</sup>, para cada faixa etária. O resultado foi classificado como alterado, quando uma ou mais frequências, em uma ou ambas as orelhas, apresentou-se acima do padrão proposto anteriormente<sup>(21)</sup>.

Todos os indivíduos foram avaliados em, no máximo, duas sessões, em dias sequenciais, realizando-se, sempre, as medidas de imitância acústica no início da avaliação.

## Análise dos dados

Na análise dos dados, foi feita uma descrição quantitativa e qualitativa do perfil audiológico de indivíduos com SD. Para a análise estatística, foram utilizados os testes de Wilcoxon, Igualdade de Duas Proporções e Anova, bem como o Coeficiente de Correlação de Pearson. Os resultados foram analisados com nível de significância de 5% (0,05).

## RESULTADOS

No que se refere ao histórico otológico, das 15 crianças, 10 apresentaram histórico de otites médias, sendo que o número de episódios, nestes 10 indivíduos, variou de dois a oito (média de 5,3 episódios).

Observou-se uma porcentagem maior de sujeitos com resultados alterados na imitanciometria (timpanometria e reflexos acústicos), bilateralmente. No entanto, essa diferença não foi significativa (Tabela 1).

**Tabela 1.** Achados da Imitanciometria em indivíduos com síndrome de Down

Imitanciometria	n	%	Valor de p
Alterado	10	66,6	0,131
Normal	5	35,7	

Teste de igualdade entre duas proporções ( $p \leq 0,05$ )

Não houve diferença entre as orelhas direita e esquerda, para os limiares audiométricos de 250 a 8000 Hz. Entretanto, para as altas frequências, foram observadas diferenças entre as orelhas direita e esquerda nas frequências de 9000 Hz e 11200 Hz, com piores limiares para a orelha esquerda. No que diz respeito à análise qualitativa por indivíduo, observou-se que:

- 5 sujeitos (33,3%) apresentaram perda auditiva condutiva

leve, considerando-se a média das frequências de 500 a 4000 Hz, em uma ou ambas as orelhas (acompanhada por alteração na imitanciometria, sendo curva timpanométrica tipo B ou C e/ou reflexos acústicos ausentes);

- 3 sujeitos (20,0%) apresentaram perda auditiva em frequência isolada em 8000 Hz, em uma ou ambas as orelhas (acompanhada ou não por alteração na imitanciometria);
- 4 sujeitos (26,7%) apresentaram limiares auditivos dentro da normalidade, em ambas as orelhas (acompanhados por alteração na imitanciometria, sendo curva timpanométrica tipo C e reflexos acústicos ausentes);
- 3 sujeitos (20,0%) apresentaram limiares auditivos dentro da normalidade, em ambas as orelhas (acompanhados por resultados normais na imitanciometria).

Na classificação dos limiares auditivos para altas frequências, apenas 2 indivíduos (13,33%) apresentaram normalidade para estas frequências avaliadas, sendo que 13 crianças (86,67%) mostraram limiares auditivos alterados.

A comparação entre as orelhas direita e esquerda na Audiometria Tonal por Via Aérea está apresentada na Tabela 2.

Quanto à comparação entre as orelhas direita e esquerda para os testes LRF e IPRF, as diferenças encontradas não foram consideradas significativas (Tabela 3).

O coeficiente de correlação de Pearson revelou correlação moderada positiva para os limiares de 9 a 14 kHz e fraca positiva para os outros limiares auditivos avaliados, indicando que, com o aumento da idade, ocorre a piora dos limiares auditivos, principalmente nas frequências que demonstram correlação moderada positiva (Tabela 4).

## DISCUSSÃO

Uma das características observadas na SD é a alta prevalência de perda auditiva, decorrente de infecções de orelha média<sup>(7-11)</sup>. Observou-se, neste estudo, uma porcentagem de 66,6% de sujeitos com resultados alterados na imitanciometria, o que concorda com a prevalência observada em estudos anteriores.

Além disso, 33,3% dos indivíduos apresentaram perda auditiva condutiva leve, em uma ou em ambas as orelhas e 26,7% apresentaram limiares auditivos dentro da normalidade, em ambas as orelhas, porém com alteração na imitanciometria, o que sugere que estas crianças podem estar entrando ou saindo de um quadro de otite média, embora os limiares auditivos não estejam comprometidos, confirmando outros achados da literatura<sup>(11,16)</sup>.

A prevalência de episódios de otite média, constatada pelo histórico otológico dos participantes deste estudo, também concorda com a literatura<sup>(7-11)</sup>, uma vez que mais de 66% deles tinham histórico de otite, com média de episódios de 5,3.

A literatura também descreve que anormalidades da orelha interna não são frequentes nesses indivíduos<sup>(15)</sup>, o que está de acordo com os achados do presente estudo, que não indicaram perda auditiva neurosensorial em nenhum dos casos. Cabe

**Tabela 2.** Comparação entre as orelhas direita e esquerda na Audiometria Tonal por Via Aérea (n=15)

Via aérea		Média (dBNA)	Desvio padrão	Valor de p
250 Hz	OD	16,1	4,9	0,705
	OE	16,7	4,3	
500 Hz	OD	13,0	9,2	0,564
	OE	14,0	8,5	
1000 Hz	OD	11,7	8,6	1,000
	OE	12,0	10,5	
2000 Hz	OD	11,0	8,7	0,604
	OE	12,3	10,7	
3000 Hz	OD	7,8	5,7	0,083
	OE	6,1	5,5	
4000 Hz	OD	7,9	9,1	0,193
	OE	10,0	8,1	
6000 Hz	OD	18,3	19,7	0,914
	OE	17,5	14,1	
8000 Hz	OD	18,3	16,2	0,856
	OE	19,4	10,4	
9000 Hz	OD	21,4	14,2	0,034*
	OE	27,9	17,1	
10000 Hz	OD	27,9	15,8	0,519
	OE	30,4	15,4	
11,200 Hz	OD	31,1	17,3	0,022*
	OE	37,5	20,3	
12,500 Hz	OD	33,9	18,6	0,096
	OE	40,4	19,9	
14000 Hz	OD	33,6	15,9	0,399
	OE	36,8	18,7	
16000 Hz	OD	34,6	14,7	0,501
	OE	37,9	18,3	
18000 Hz	OD	27,5	10,9	0,657
	OE	28,2	12,3	
20000 Hz	OD	14,6	5,7	0,719
	OE	13,9	7,4	

\*Valores significativos ( $p \leq 0,05$ ) – Teste de Wilcoxon**Legenda:** OD = orelha direita; OE = orelha esquerda

ressaltar que há tendência para aumento das perdas auditivas neurossensoriais na segunda década de vida dos indivíduos com SD<sup>(11)</sup>, o que não é o caso dos participantes do presente estudo.

Em relação aos limiares auditivos da audiometria convencional, não houve diferença entre as orelhas esquerda e direita, bem como não houve para os testes de fala LRF e IPRF, o que está em concordância com outro estudo da literatura<sup>(22)</sup>.

No que se refere às altas frequências, observou-se diferença entre as orelhas direita e esquerda, para as frequências de 9000 Hz e 11200 Hz. As orelhas esquerdas obtiveram limiares de via aérea para altas frequências maiores do que as orelhas direitas. Este achado também foi observado em outro estudo, para as frequências de 9 kHz e 11,2 kHz<sup>(23)</sup>. No entanto, a maior parte dos estudos demonstra concordância de resultados, no que diz respeito à ausência de diferenças entre os limiares de altas frequências obtidos nas orelhas esquerda e direita<sup>(21,24-27)</sup>.

A audiometria de altas frequências (acima de 8 kHz) tem se mostrado sensível para medir a função coclear, diagnosticando disfunções sensoriais mais precocemente do que a audiometria convencional<sup>(28)</sup>. No entanto, não há um padrão de normalidade definido para as altas frequências e, assim, é recomendada a comparação dos limiares auditivos entre grupos, controlando-se a variável “idade” e definindo-se padrões semelhantes entre os grupos, para os limiares tonais convencionais<sup>(29)</sup>.

Um estudo sobre o assunto<sup>(21)</sup> determinou um padrão médio de limiares em altas frequências, para indivíduos sem afecções otológicas, entre 4 e 60 anos, distribuídos por faixa etária. Quando comparados os limiares obtidos no presente estudo com o padrão proposto pelo estudo progresso, 86,67% de crianças com SD apresentavam limiares auditivos alterados.

Em outro estudo sobre o assunto, foram avaliadas 31 crianças de 7 a 12 anos, com limiares auditivos abaixo de 20 dBNA, para as frequências da audiometria convencional. As crianças foram distribuídas em dois grupos: um grupo com até três episódios de otite e outro, com quatro ou mais episódios de otite média. O segundo grupo apresentou limiares de audibilidade mais elevados para altas frequências, em todas as frequências avaliadas. Os limiares médios de 9 a 18 kHz não ultrapassaram

**Tabela 3.** Comparação entre as orelhas direita e esquerda no teste de Limiar de Reconhecimento de Fala e no Índice Percentual de Reconhecimento de Fala

LRF	OD	OE	IPRF	OD	OE
Média (dBNA)	16,0	17,3	Média	96,8%	96,0%
Mediana	15	20	Mediana	96%	96%
Desvio padrão	10,0	9,2	Desvio padrão	3,3%	2,8%
Q1	10	10	Q1	96%	96%
Q3	20	20	Q3	100%	96%
n	15	15	n	5	5
IC	5,1	4,7	IC	2,9%	2,5%
Valor de p	0,449		Valor de p	0,655	

Teste de Wilcoxon ( $p \leq 0,05$ )**Legenda:** LRF = Limiar de Reconhecimento de Fala; IPRF = Índice Percentual de Reconhecimento de Fala; OD = orelha direita; OE = orelha esquerda; Q1 = 1º quartil; Q3 = 3º quartil; IC = intervalo de confiança

**Tabela 4.** Correlação de Pearson entre limiares auditivos nas frequências de 250 a 20000 Hz e idade

Intensidade do limiar X idade (para cada frequência)	Correlação de Pearson (r)
250 Hz	0,43#
500 Hz	0,48#
1000 Hz	0,48#
2000 Hz	0,28#
3000 Hz	0,34#
4000 Hz	0,22#
6000 Hz	0,33#
8000 Hz	0,41#
9000 Hz	0,59*
10000 Hz	0,66*
11200 Hz	0,65*
12500 Hz	0,61*
14000 Hz	0,64*
16000 Hz	0,41#
18000 Hz	0,32#
20000 Hz	0,18#

# Correlação fraca positiva; \* Correlação moderada positiva

15 dBNA para o primeiro grupo, porém, ficaram entre 13 e 26 dBNA para o segundo grupo, sugerindo que quatro episódios de otite média já são suficientes para determinar diferenças nos limiares auditivos das altas frequências<sup>(18)</sup>.

Tomando-se como base os resultados do estudo supracitado<sup>(18)</sup>, desenvolvido com crianças de faixa etária semelhante a do presente estudo, assim como com histórico frequente de otites médias, pode-se observar que os limiares obtidos no presente estudo foram piores para todas as altas frequências avaliadas, sugerindo que a função coclear, nestas crianças, pode estar comprometida, mesmo na ausência de perda auditiva neurossensorial, na audiometria convencional. Pode-se inferir, também, que a presença de perda auditiva isolada em 8000 Hz, verificada no presente estudo em 20% dos casos, sugere comprometimento coclear, decorrente das frequentes otites médias apresentadas pelos indivíduos com SD.

Já foi descrito que a audiometria de altas frequências é mais sensível aos efeitos da otite média sobre a função coclear, provavelmente em virtude da proximidade da região responsável pelas altas frequências na cóclea com a membrana da janela redonda e com o espaço da orelha média, uma vez que os episódios recorrentes de otite média podem prejudicar, em longo prazo, as altas frequências, mesmo após a completa resolução do quadro<sup>(27)</sup>.

Cabe ressaltar que os indivíduos com SD podem apresentar degeneração coclear precoce, denominada por alguns autores como “presbiacusia precoce”<sup>(11,16)</sup>. Desta forma, acredita-se que este fator pode contribuir para o rebaixamento dos limiares auditivos para altas frequências, mais precocemente. No presente estudo, o coeficiente de correlação de Pearson revelou

correlação moderada positiva para os limiares de 9 a 14 kHz e correlação fraca positiva para os outros limiares auditivos avaliados, indicando tendência de piora dos limiares auditivos com o aumento da idade, mesmo sendo muito jovens os indivíduos do estudo.

É importante citar que a variável “idade” é um fator que deve ser considerado na pesquisa dos limiares auditivos em altas frequências, uma vez que estudos mostram que crianças muito pequenas não apresentam bom desempenho nessa avaliação. No caso dos participantes deste estudo, a média de idade foi de, aproximadamente, 11 anos, faixa etária descrita como adequada para a pesquisa de limiares auditivos nas altas frequências<sup>(29)</sup>.

Apesar do desenvolvimento cognitivo nos indivíduos com SD ser capaz de influenciar a obtenção dos limiares auditivos, principalmente no que diz respeito às altas frequências, as respostas auditivas não podem ser desconsideradas, já que a perda auditiva pode contribuir para a piora das habilidades cognitivas nos indivíduos com SD<sup>(16)</sup>. Desta forma, enfatiza-se a necessidade de um maior cuidado na avaliação auditiva comportamental dessa população.

Apesar dessas limitações, a presente pesquisa demonstrou a importância da utilização da audiometria de altas frequências para avaliar os indivíduos com SD, monitorando sua função coclear, visto que os episódios frequentes de otite média, bem como a tendência à degeneração coclear precoce, podem contribuir para o desenvolvimento de perdas auditivas neurossensoriais, que não são evidentes, inicialmente, apenas por meio da audiometria convencional.

## CONCLUSÃO

De forma geral, não foram observadas diferenças significativas, quando comparadas as orelhas direita e esquerda de indivíduos com SD, na audiometria tonal, imitanciometria e logoaudiometria. A maioria das crianças apresentou alteração de orelha média e perda auditiva condutiva. A audiometria de altas frequências sugere o início de prejuízo da função coclear, que pode estar associado às otites médias frequentes e/ou à degeneração coclear precoce.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo apoio concedido para realização dessa pesquisa, processo número 2010/18650-3.

## REFERÊNCIAS

- Ginsberg IA, White TP. Considerações otológicas em audiologia. In: Katz J. Tratado de audiologia clínica. São Paulo: Manole; 1999. p. 6-23.
- Limongi SCO. Linguagem na síndrome de Down. In: Ferreira LP, Befi-Lopes DM, Limongi SCO. Tratado de Fonoaudiologia. São Paulo: Rocca; 2004. p. 954-66.

3. Oliveira ACB, Jorge ML, Paiva SM. Aspectos relevantes à abordagem odontológica da criança com síndrome de Down. *Rev CROMG*. 2001;7(1):36-42.
4. Sommer CA, Henrique-Silva F. Trisomy 21 and Down syndrome: a short review. *Braz J Biol*. 2008;68(2):447-52. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842008000200031>
5. Mustacchi Z. Síndrome de Down. In: Mustacchi Z, Peres S. *Genética baseada em evidências: síndromes e heranças*. São Paulo: CID; 2000. p. 817-94.
6. Balkany TJ, Downs MP, Jafer BW, Krajicek MJ. Hearing loss in Down's syndrome: a treatable handicap more common than generally recognized. *Clin Pediatr (Phila)*. 1979;18:116-8. <http://dx.doi.org/10.1177/000992287901800207>
7. Roizen NJ. Down syndrome. In: Batshaw ML. *Children with disabilities*. 5th ed. Baltimore: Brookes; 2002. p. 361-76.
8. Han F, Yu H, Zhang J, Tian C, Schmidt C, Nava C, et al. Otitis media in a mouse model for Down syndrome. *Int J Exp Pathol*. 2009;90(5):480-8. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2613.2009.00677.x>
9. Werner LA, Mancl LR, Folsom RC. Preliminary observations on the development of auditory sensitivity in infants with Down syndrome. *Ear Hear*. 1996;17(6):455-68.
10. Tomé DC, Sanchez TG, Bento RF. Síndrome de Down e o otorrinolaringologista: características gerais e aspectos otológicos (Parte I). *Arq Int Otorrinolaringol*. 1999;3(3):93-8.
11. Hassmann E, Skotnicka B, Midro AT, Musiatowicz M. Distortion products otoacoustic emissions in diagnosis of hearing loss in Down syndrome. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 1998;45(3):199-206. [http://dx.doi.org/10.1016/S0165-5876\(98\)00106-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0165-5876(98)00106-2)
12. Winter AJ, Comis SD, Osborne MP, Tarlow MJ, Stephen J, Andrew PW, et al. A role for pneumolysin but not neuraminidase in the hearing loss and cochlear damage induced by experimental pneumococcal meningitis in guinea pigs. *Infect Immun*. 1997;65(11):4411-8.
13. Cauwenbege P, Watelet JB, Dhooze I. Uncommon and unusual complications of otitis media with effusion. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 1999;49 Suppl 1:S119-25. [http://dx.doi.org/10.1016/S0165-5876\(99\)00214-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0165-5876(99)00214-1)
14. Tuomanen EI. Pathogenesis of pneumococcal inflammation: otitis media. *Vaccine*. 2000;19 Suppl 1:38-40. [http://dx.doi.org/10.1016/S0264-410X\(00\)00276-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0264-410X(00)00276-0)
15. Harada T, Sando I. Temporal bone histopathologic findings in Down's syndrome. *Arch Otolaryngol*. 1981;107(2):96-103.
16. Marcell MM. Relationships between hearing and auditory cognition in Down's syndrome youth. *Downs Syndr Res Pract*. 1995;3(3):75-91. <http://dx.doi.org/10.3104/reports.54>
17. Jerger J. Clinical experience with impedance audiometry. *Arch Otolaryngol*. 1970;92(4):311-24 <http://dx.doi.org/10.1001/archotol.1970.04310040005002>
18. Ferreira MS, Almeida K, Atherino CCT. Limiares de audibilidade em altas frequências em crianças com história de otite média secretora bilateral. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2007;73(2):231-8. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-72992007000200014>
19. Russo ICP, Pereira LD, Carvalho RMM, Anastásio ART. Encaminhamentos sobre a classificação do grau de perda auditiva em nossa realidade. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. 2009;14(2):287-8. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-80342009000200023>
20. Santos TMM, Russo ICP. Logoaudiometria. In: Santos TMM, Russo ICP. *A prática da audiologia clínica*. 3a ed. São Paulo: Cortez; 1991.p. 73-88.
21. Pedalini MEB, Sanchez TG, D'Antonio A, D'Antonio W, Balbani A, Hachiya A, et al. Média dos limiares tonais na audiometria de alta frequência em indivíduos normais de 4 a 60 anos. *Pró Fono*. 2000;12(2):17-20.
22. Oliveira DCCM, Lima MAMT. Da audiometria tonal limiar em baixa e alta frequência: comparação dos limiares auditivos entre tabagistas e não-tabagistas. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2009;75(5):738-44. <http://dx.doi.org/10.1590/S1808-86942009000500021>
23. Kotzias SA. Influência na fala das altas frequências em portadores de hipoacusia neurosensorial severa e profunda bilateral pré-lingual [tese de doutorado]. São Paulo: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo; 2004.
24. Zeigelboim BS, Mangabeira-Albernaz PL, Fukuda Y. High frequency audiometry and chronic renal failure. *Acta Otolaryngol*. 2001;121(2):245-8. <http://dx.doi.org/10.1080/000164801300043686>
25. Retamal MCR, Marochi R, Zeigelboim BS, Marques JM. Estudo dos limiares de audibilidade nas altas frequências em indivíduos monitoramento normo-ouvintes de 12 a 19 anos. *Distúrb Comun*. 2004;16(1):35-42.
26. Figueredo RBS, Corona AP. Influência do zumbido nos limiares auditivos de altas frequências. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. 2007;12(1):29-33. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-80342007000100007>
27. Carvalho RMM, Koga MC, Carvalho M, Ishida IM. Limiares auditivos para altas frequências em adultos sem queixa auditiva. *Acta AWHO*. 2002;21(1):62-6.
28. Wiley TL, Torre III P, Cruickshanks KJ, Nondahl DM, Tweed TS. Hearing sensitivity in adults screened for selected risk factors. *J Am Acad Audiol*. 2001;12(7):337-47.
29. Klagenberg KF, Oliva FC, Gonçalves CGO, Lacerda ABM, Garofani VG, Zeigelboim BS. Audiometria de altas frequências no diagnóstico complementar em audiologia: uma revisão da literatura nacional. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. 2011;16(1):109-14. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-80342011000100020>