



Zonas mortas na cóclea e desempenho com uso da amplificação sonora em crianças

Dead regions of the cochlea and hearing aid performance in children

Zonas muertas en la cóclea y el rendimiento con el uso de la amplificación del sonido en los niños

Milena Yoko Nakamura*

Katia de Almeida*

Resumo

Objetivo: investigar a presença de zonas mortas da cóclea em crianças com perda auditiva sensorineural; verificar a correlação entre a presença de zonas mortas na cóclea e o desempenho obtido com o uso da amplificação sonora. **Método:** Foram avaliadas 15 crianças com perdas auditivas sensorineurais de grau leve a severo, na faixa etária entre 7 e 12 anos, adaptadas com próteses auditivas. Para a identificação de zonas mortas na cóclea, aplicou-se o teste TEN (Threshold Equalizing Noise). Para verificar o desempenho da criança com amplificação nas situações do cotidiano o questionário PEACH (Parent's Evaluation of Aural/Oral Performance of Children) foi aplicado aos seus responsáveis. **Resultados:** De acordo com as respostas obtidas no teste TEN, verificou-se que 33% das crianças apresentaram resultados sugestivos de presença de zonas mortas na cóclea em uma ou mais frequências testadas; em 33% os resultados foram negativos para zonas mortas da cóclea e em 33% as respostas obtidas foram inconclusivas ao teste TEN. No questionário PEACH, o grupo sem indícios de zonas mortas (G1) obteve melhor desempenho, tanto em silêncio, quanto em ruído, em comparação aos grupos com indícios de zonas mortas (G2) e grupo inconclusivo (G3). **Conclusão:** A ocorrência de zonas mortas na cóclea foi de 33% na amostra pesquisada. Crianças com indícios de zonas mortas na cóclea apresentaram pior desempenho auditivo em todas as situações do cotidiano em comparação com crianças sem indícios de zonas mortas ou com resultados inconclusivos no teste TEN, demonstrando menor benefício com o uso da amplificação sonora.

Palavras-chave: Cóclea; Perda Auditiva; Criança; Transtornos da Audição; Auxiliares de Audição.

Abstract

Objective: To investigate the occurrence of cochlear dead zones in children with mild to severe sensorineural hearing loss, hearing aids users; to study the correlation between the presence of dead zones and the benefit obtained with the use of amplification. Methods: 15 children with mild to severe

*Faculdade de Ciências Médicas da Casa Casa de São Paulo (FCMSCSP)- São Paulo-SP - Brasil

Contribuição dos autores: MYN: pesquisadora, responsável pelo levantamento bibliográfico, coleta de dados, análise dos resultados e escrita do texto. KA: orientadora, responsável pelas indicações bibliográficas, auxílio na coleta de dados, análise dos resultados e correção do texto.

E-mail para correspondência: Milena Yoko Nakamura - milenanakamura@gmail.com

Recebido: 31/05/2016 Aprovado: 19/09/2016



sensorineural hearing loss, ranging from 7 to 12 years age, hearing aid users, were evaluated. For the identification of dead zones, the test TEN (Threshold Equalizing Noise) was utilized. The PEACH (Parent's Evaluation of Aural/Oral Performance of Children) questionnaire was applied to the parents or perpetrators in order to verify the performance of the children in real-world situations with amplification. Results: According to the responses to the TEN test was observed 33% of children result suggest the presence of dead zones in the cochlea in one or more frequencies, 33% were negative for cochlear dead zones and 33% responses obtained the TEN test were inconclusive. In the PEACH questionnaire, the group without evidence of dead zones (G1) showed better performance, both in silence and in noise, compared to those with evidence of dead zones (G2) and inconclusive group (G3). Conclusion: The occurrence of children with sensorineural hearing loss and evidence of dead zones was 33% in the sample surveyed. Children with evidence of cochlear dead regions had a poorer performance in all situations of daily life compared with children without evidence of dead regions or inconclusive results in the TEN test, showing less benefit with the use of sound amplification.

Keywords: Cochlea; Hearing Loss; Child; Hearing Disorders; Hearing Aids

Resumen

Objetivo: Investigar la presencia de zonas muertas de la cóclea en niños con pérdida auditiva neurosensorial y comprobar su correlación con el rendimiento obtenido con el uso de la amplificación. **Métodos:** Se evaluaron 15 niños con pérdida auditiva neurosensorial de leve a severa, con edades comprendidas entre los 7 y 12, equipados con audífonos. Para la identificación de zonas muertas en la cóclea se aplica la prueba TEN (Threshold Equalizing Noise). Para comprobar el rendimiento de la amplificación en situaciones cotidianas, el cuestionario PEACH fue administrado a los padres. **Resultados:** De acuerdo con las respuestas obtenidas en la TEN, se encontró en el 33% de los niños los resultados sugieren la presencia de zonas muertas en la cóclea en una o más frecuencias probadas; 33% de los resultados fueron negativos para las zonas muertas de la cóclea y en el 33% de las respuestas fueron poco concluyentes de la prueba TEN. En el cuestionario PEACH, el grupo sin zonas muertas (G1) obtenido mejores resultados, tanto en el silencio y el ruido en comparación con el grupo con zonas muertas (G2) y el grupo poco concluyentes (G3). **Conclusiones:** La aparición de zonas muertas en la cóclea fue del 33% en la muestra estudiada. Los niños de zonas muertas presentan un peor rendimiento de audiencia en todas las situaciones cotidianas en comparación con los niños sin zonas muertas o pruebas poco concluyentes resultados en la prueba TEN, lo que demuestra un menor beneficio con el uso de audífonos.

Palabras clave: Cóclea; Pérdida Auditiva; Niño; Trastornos de aa Audición; Audífonos.

Introdução

As células ciliadas internas (CCI) são as células sensoriais da cóclea, responsáveis por converter a energia hidromecânica em impulso neural. Quando as CCI perdem suas capacidades funcionais, ou seja, encontram-se lesadas, inativas ou ausentes, têm-se as chamadas Zonas Mortas da Cóclea. Dessa forma, a informação gerada pela vibração da membrana basilar não é transmitida ao sistema nervoso central. Nestes casos, poderia ocorrer uma sobrecarga de informação em uma mesma região, por dissipação da energia, e uma dificuldade de decodificação da informação acústica. A vibração em outras regiões funcionais da cóclea poderia responder pela região inativa, porém a vibração da membrana basilar em um local distante seria menor do que a que ocorre na zona morta¹.

A prótese auditiva é o meio primário de reabilitação, sendo fundamental que as crianças sejam adaptadas o mais cedo possível, tão logo o diagnóstico da deficiência auditiva tenha sido efetuado, evitando os efeitos deletérios da privação sensorial².

Porém, diversos estudos^{3,4,5,6} vêm demonstrando que na presença de zonas mortas na cóclea, o indivíduo pode apresentar pouco ou nenhum benefício com a amplificação sonora, uma vez que nem sempre há uma melhora satisfatória no reconhecimento de fala, já que a informação sonora não é transmitida adequadamente ao córtex auditivo.

A identificação de zonas mortas na cóclea e a degradação da informação de fala são fatores que comprometem o sucesso da adaptação de próteses auditivas, principalmente no caso de crianças deficientes auditivas, em que a amplificação dos

sons da fala possui papel importante para o desenvolvimento da linguagem⁷.

Os efeitos da presença de zonas mortas da cóclea na adaptação de próteses auditivas em adultos têm sido vastamente pesquisados nos últimos anos, enquanto que são escassas as pesquisas com crianças⁸. Por outro lado, a importância da amplificação em altas frequências em crianças é destaque recorrente na literatura^{9,10,11}.

Assim, a investigação da presença de zonas mortas na cóclea é fundamental para contribuir para o sucesso da reabilitação auditiva visando o uso de estratégias mais adequadas e melhores resultados no processo de seleção e adaptação de próteses auditivas, para que as crianças possam obter maior benefício com o uso da amplificação.

Face ao exposto, a hipótese do presente trabalho é de que crianças com perdas auditivas com zonas mortas na cóclea apresentarão maiores dificuldades na adaptação da prótese auditiva em virtude do menor benefício obtido com a amplificação sonora. Os objetivos de estudo foram: - Investigar a presença de zonas mortas da cóclea em crianças com perdas auditivas sensorineurais; - Verificar comparativamente o desempenho obtido com o uso da amplificação e a presença de zonas mortas na cóclea.

Método

O estudo foi aprovado pelo CEP da Santa Casa de São Paulo, sob nº 202/08. Os responsáveis pelos participantes da pesquisa assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, atestando a permissão de seus filhos para participação no estudo.

Foram adotados como critérios de inclusão: crianças na faixa etária entre 7 e 12 anos, com perda auditiva sensorineural de grau leve a severo, independente da configuração audiométrica, e adaptadas com próteses auditivas há, no mínimo, seis meses.

A coleta de dados foi realizada em duas etapas executadas no mesmo dia, com uma média de duração total de uma hora e meia.

O procedimento escolhido para a verificação da presença de zonas mortas na cóclea foi o teste TEN (Threshold Equalizing Noise). Para a realização da pesquisa, foram seguidas as recomendações propostas por Moore et al¹², descrito a seguir.

Primeiramente, realizou-se a pesquisa dos limiares absolutos por via aérea, utilizando para maior precisão, intervalos de 2 dB. Após a obtenção

dos limiares absolutos, o mesmo procedimento foi realizado, na presença do ruído mascarante ipsilateral, chamado ERB - Equalizing Rectangular Bandwidth, que é capaz de mascarar igualmente uma ampla faixa de frequências (125 a 15000 Hz).

O nível de ruído é calibrado de forma a ser equivalente ao nível de pressão sonora dos limiares de audibilidade. Para a realização do teste, o ruído TEN e o sinal senoidal gravados em canais independentes em um CD são apresentados por meio de fones supra-aurais. Para tal, foi utilizado o audiômetro de dois canais Aurical Plus da marca Madsen conectado a um computador, para que fosse possível a apresentação do mascaramento e do sinal de teste ipsilateralmente.

Foram pesquisados os limiares de audibilidade absolutos das seguintes frequências: 250, 500, 1000, 1500, 2000, 3000 e 4000 Hz, em apenas uma das orelhas. Tais critérios foram escolhidos a fim de tornar o exame mais rápido, visando as frequências mais importantes para a discriminação de fala. A orelha escolhida para a realização da pesquisa devia obedecer aos critérios de inclusão quanto ao grau da perda auditiva.

De acordo com o autor, considerou-se indicativo de zonas mortas na cóclea quando, em qualquer frequência, o limiar mascarado (LM) fosse no mínimo 10 dB acima do limiar absoluto (LA) e 10 dB acima do ruído mascarante (ERB). Se o LM fosse igual ao LA ou se ocorresse a modificação do limiar em até 9 dB o resultado foi considerado negativo para ocorrência de zonas mortas da cóclea.

Vale ressaltar que em 2004, foi proposta uma atualização do teste com o denominado TEN (NA), no qual todos os níveis de intensidade são especificados em dB NA e não em dB NPS, facilitando a comparação entre os limiares absolutos da audiometria convencional e os limiares mascarados com a aplicação do teste. As novas recomendações já indicam a aplicação do teste de 500 a 4000 Hz e a intensidade do mascaramento em apenas um nível de ruído, de 85 a 90 dB/ERB¹³.

Após esta etapa, o responsável pela criança respondeu às perguntas do questionário PEACH (Parent's Evaluation of Aural/Oral Performance of Children).

O questionário PEACH foi desenvolvido por Ching e Hill¹⁴ e adaptado para o português brasileiro por Levy (2007)¹⁵ para ser respondido por pais ou responsáveis tendo como objetivo caracterizar o desempenho da criança com o uso

da amplificação sonora. O questionário consta de 11 questões, sendo seis relacionadas às situações de desempenho da criança em ambientes silenciosos, e cinco que envolvem ambientes ruidosos. O questionário foi aplicado na forma de entrevista e os pais tinham as seguintes opções de resposta: nunca (0%), raramente (25%), algumas vezes (50%), frequentemente (75%) e sempre (mais de 75%). A pontuação é calculada a partir das respostas obtidas (“nunca” = zero; “raramente” = um, “algumas vezes” = dois, “frequentemente” = três e “sempre” = quatro pontos) em cada domínio silêncio, ruído e total.

Foram utilizados testes estatísticos paramétricos, pois as condições para a utilização desses testes foram satisfeitas. Para a análise de comparação entre grupos quanto a sexo e orelha testada, foi utilizado o teste de Igualdade de Duas Proporções, e o ANOVA para a variável idade. O ANOVA

também foi utilizado na comparação dos grupos no que se refere às respostas ao questionário PEACH em todos os seus domínios. Foi estabelecido um nível de significância de 0,05 (5%) para a análise dos resultados, assinalando-se com asterisco os valores significantes. Todos os intervalos de confiança foram construídos com 95% de confiança estatística. Nesta análise estatística foram utilizados os softwares: SPSS V16 e Minitab 15.

Resultados

Foram avaliadas 15 crianças, na faixa etária de 7 a 12 anos. De acordo com a análise estatística, este tamanho amostral estima um erro nominal em torno de 7% e um erro estatístico estimado de 5%. Destes sujeitos, nove eram do sexo masculino, e seis do sexo feminino. A distribuição do grupo estudado de acordo com a idade e sexo está demonstrada na Tabela 1

Tabela 1. Caracterização do grupo estudo de acordo com a idade e sexo.

Faixa Etária	Sexo					
	Masculino		Feminino		Total	
	N	%	N	%	N	%
7 9	5	33,3	4	26,6	9	59,9
10 12	4	26,6	2	13,3	6	39,9
Total	9	60	6	40	15	100

Com relação à variável idade observou-se na casuística deste estudo uma média de idade entre os participantes de 8,85 anos sendo que 60% dos sujeitos eram do sexo masculino e 40% do sexo feminino.

Como o teste TEN exige atenção e respostas comportamentais consistentes da criança, optou-se por avaliar apenas uma das orelhas. A escolha da orelha deveria respeitar os critérios de inclusão. O tempo demandado para a realização do teste em cada orelha foi de aproximadamente uma hora.

De acordo com as respostas obtidas no teste TEN, classificamos os sujeitos em 3 grupos: G1 (Grupo sem indícios de zonas mortas), G2 (Grupo com indícios de zonas mortas) e G3 (Grupo com respostas inconclusivas), demonstrados na Figura 1

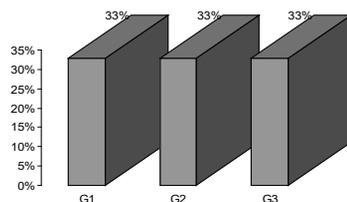


Figura 1. Classificação dos grupos de acordo com os resultados obtidos no teste TEN: G1 (sem indícios de zonas mortas), G2 (com indícios de zonas mortas) e G3 (com respostas inconclusivas).

As médias dos limiares absolutos dos três grupos encontram-se na Figura 2

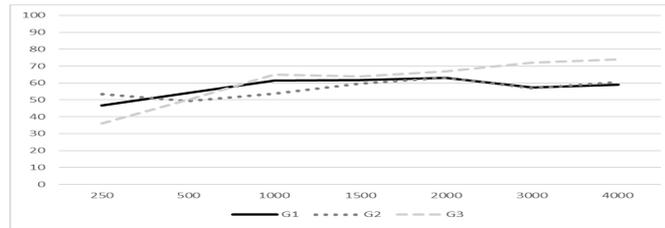


Figura 2. Média dos limiares audiométricos absolutos de G1 (sem indícios de zonas mortas), G2 (com indícios de zonas mortas) e G3 (com respostas inconclusivas).

Embora existam diferenças entre os percentuais dos grupos, estas não foram estatisticamente significantes com relação a sexo e idade. Com relação às respostas obtidas ao questionário PEACH, construiu-se um gráfico (Figura 3)

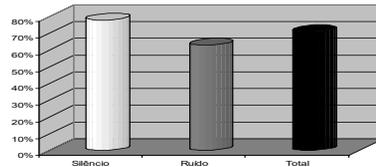


Figura 3. Resultado das médias da pontuação da escala PEACH.

com a pontuação de acordo com as recomendações dos autores¹⁴. De modo geral, observa-se que nas situações de ruído os pais classificaram um pior desempenho das crianças em relação ao observado em situações cotidianas de silêncio.

Para fins de comparação e análise, a mesma divisão utilizada anteriormente no teste TEN constituiu a classificação dos três grupos. O Grupo 1 constituiu-se dos sujeitos sem indícios de regiões mortas na cóclea; o Grupo 2 foi formado por indivíduos com indícios de zonas mortas na cóclea, em uma ou mais frequências; no Grupo 3 foram

inclusos os sujeitos com respostas inconclusivas ao teste TEN.

Diante dos valores apresentados, verifica-se um melhor desempenho das crianças sem indícios de zonas mortas na cóclea, tanto nas situações de silêncio, quanto em ruído, em relação às crianças que apresentaram algum indício de zonas mortas ou não tiveram respostas conclusivas ao teste TEN. No total, G1 apresentou um percentual de 85% de desempenho em situações sonoras cotidianas, contra 63% de G2 e 65% de G3 (Figura 4)

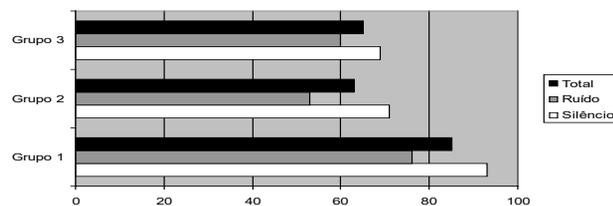


Figura 4. Pontuação média do questionário PEACH nas situações de silêncio, ruído e total, de acordo com os grupos G1 (sem indícios de zonas mortas), G2 (com indícios de zonas mortas) e G3 (com respostas inconclusivas).

Para determinar a precisão entre em quais grupos ocorreram diferenças, foram comparados todos os grupos aos pares (Comparações Múltiplas de Tukey). Com isso, pudemos concluir que existem diferenças estatísticas significantes entre os grupos para todos os domínios de PEACH (Tabela 2).

Tabela 2. P-valores dos domínios de PEACH para todos os grupos (G1, G2 e G3)

		G1	G2
PEACH	G2	0,080#	
silêncio	G3	0,049*	0,959
PEACH	G2	0,003*	
barulho	G3	0,032*	0,433
PEACH	G2	0,006*	
TOTAL	G3	0,010*	0,946

Discussão

CA aplicação do teste TEN foi considerada anteriormente uma ferramenta aplicável em crianças em idade escolar sem necessidade de adaptações¹⁶, portanto o TEN foi realizado de acordo com as recomendações de Moore et al¹².

As frequências pesquisadas foram: 250, 500, 1000, 1500, 2000, 3000 e 4000 Hz, e os limiares foram pesquisados em intervalos de 2 dB para maior precisão¹⁷. Há muitos estudos na literatura que relatam a pesquisa e prevalência de zonas mortas na cóclea em frequências altas, com configuração descendente^{18,19,20}, porém neste estudo, priorizamos as frequências mais importantes para a inteligibilidade de fala, além de visar a redução do tempo de aplicação do teste.

Desta forma, cinco sujeitos (33%) apresentaram indício de zonas mortas na cóclea, ou seja, diante da apresentação do ruído mascarante o limiar diferiu em 10 dB ou mais do limiar absoluto e do nível de ruído empregado¹². De acordo com a literatura, perdas auditivas que excedam 65 dB

nas frequências acima de 2000 Hz e de 55 dB nas frequências abaixo de 2000 Hz, indicam a existência de comprometimento não só de células ciliadas externas, mas também de células ciliadas internas²¹. Nos achados desta pesquisa, encontramos resultados indicativos de zonas mortas na cóclea tanto na região de frequências altas quanto baixas.

As frequências em que foram encontradas zonas mortas na cóclea foram em 250, 1500, 2000 e 4000 Hz²², com maior ocorrência de achados de regiões mortas em 2000 Hz. Neste estudo não foi possível pesquisar ocorrência de zonas mortas na cóclea em frequências mais altas que 4000Hz devido ao critério adotado nesta pesquisa em relação à escolha das frequências de maior importância para inteligibilidade de fala.

Outros cinco sujeitos (33%) que não apresentaram indícios de zonas mortas na cóclea tiveram os limiares mascarados elevados em no máximo até 9 dB em relação aos valores absolutos e intensidade do ruído.

Tabela 3. Limiares de audibilidade absolutos e mascarados nas frequências de 250, 500, 1000, 1500, 2000, 3000 e 4000 Hz.

Sujeitos	Frequências (Hz)													
	250		500		1000		1500		2000		3000		4000	
	LA	LM (ruído)	LA	LM (ruído)	LA	LM (ruído)	LA	LM (ruído)	LA	LM (ruído)	LA	LM (ruído)	LA	LM (ruído)
1	72	90 (82)	70	89 (80)	75	93 (85)	76	98 (86)	70	89 (80)	59	77 (69)	60	79 (70)
2	35	35 (45)	62	70 (72)	60	65 (70)	62	66 (72)	58	64 (68)	51	56 (66)	55	61 (65)
4	62	78 (72)	52	68 (62)	63	82 (73)	62	81 (72)	61	85 (71)	45	60 (55)	50	68 (60)
6	55	77 (65)	52	70 (62)	58	77 (68)	70	93 (80)	67	92 (77)	58	75 (68)	63	80 (73)
9	56	70 (66)	64	78 (74)	70	88 (80)	70	89 (80)	71	84 (81)	66	85 (76)	63	81 (73)
10	66	85 (76)	60	78 (70)	73	90 (83)	68	87 (78)	74	93 (84)	65	80 (75)	66	85 (76)
12	33	44 (43)	33	38 (43)	17	17 (27)	35	42 (45)	68	90 (78)	68	86 (78)	75	Ausente (85)
13	45	62 (55)	40	58 (50)	55	70 (65)	55	71 (65)	50	72 (60)	55	70 (65)	55	70 (65)
14	40	40 (50)	37	43 (47)	49	63 (59)	55	65 (65)	58	70 (68)	52	60 (62)	53	62 (63)
15	37	46 (47)	48	55 (58)	55	70 (65)	53	67 (63)	54	65 (64)	53	60 (63)	58	70 (68)
Média	50	63	52	65	58	72	61	76	63	80	57	71	60	76

Devemos destacar alguns aspectos referentes às dificuldades encontradas para a sua aplicação. A ferramenta mostrou-se aplicável, mas exigiu, como esperado, um tempo prolongado para a pesquisa dos limiares auditivos devido à exigência de atenção e concentração da criança. Outros fatores, como desconforto auditivo diante da apresentação do ruído mascarante e limiares absolutos elevados que impossibilitaram a aplicação do ruído devido à saída máxima do equipamento estiveram presentes e constituíram um grupo de respostas inconclusivas. Nestas características compuseram mais cinco sujeitos (33%), sendo o grupo de respostas inconclusivas.

De acordo com a resposta obtida no teste TEN, constituíram-se três grupos: G1 (Grupo sem indícios de zonas mortas), G2 (Grupo com indícios de zonas mortas) e G3 (Grupo com respostas inconclusivas).

Os resultados desta pesquisa corroboram as evidências existentes de que não é possível identificar regiões mortas na cóclea baseando-se nos achados do audiograma²³⁻²⁴. As médias tonais encontradas entre os três grupos são semelhantes, conforme observado na Figura 2. O presente estudo encontrou indícios de zonas mortas em diferentes frequências, independente do grau de perda auditiva e das diferenças de limiares existentes entre oitavas de frequências.

Por outro lado, existem evidências de que quando o audiograma tem uma inclinação muito acentuada, ou o limiar piora consideravelmente com o aumento de frequência, esta deve ser tomada como evidência preliminar para uma zona morta de alta frequência. No entanto, zonas mortas também podem estar presentes quando o audiograma não apresenta grande inclinação²⁵. Outro estudo sugeriu a predição de zonas mortas da cóclea através do limiar absoluto de 4 kHz, quando este for superior a 70 dBNA, independente da inclinação da curva audiométrica²⁶.

Após a realização do teste TEN, os responsáveis pela criança (na maioria dos casos foram as mães, exceto em um caso em que foi o irmão, e em outro a avó) responderam ao questionário PEACH. Devemos ressaltar que a aplicação de questionários permite-nos obter medidas subjetivas baseadas no julgamento ou na percepção dos sujeitos, e, por isso, foi importante que os responsáveis pelas crianças tivessem convivência diária e constante com a criança, uma vez que as perguntas eram

relacionadas ao desempenho da criança com o uso das próteses auditivas em situações do cotidiano.

Observou-se que indivíduos com zonas mortas apresentavam melhor reconhecimento de fala em situações de silêncio e com baixo nível de ruído, porém não havia benefício quando o ruído era mais intenso²⁷. Indivíduos sem zonas mortas se beneficiaram nas duas situações, o que podemos observar em G1. O grupo 2 apresentou uma média de 63% de desempenho contra 85% do grupo 2; uma diferença de 22,2%.

Quanto ao desempenho do grupo com respostas inconclusivas (G3), os sujeitos apresentaram desempenho rebaixado nas situações pesquisadas pelo questionário PEACH. Usuários de próteses auditivas com zonas mortas na cóclea relatavam que tons puros soavam como ruídos ou pareciam distorcidos, o que poderia ocasionar dificuldade na realização do TEN, na presença de ruído¹². Tais afirmações poderiam ser indicativas de que no grupo com respostas inconclusivas poderia haver sujeitos com regiões mortas na cóclea.

Desta forma, os achados da presente pesquisa demonstraram pior desempenho do grupo com indícios de zonas mortas evidenciando menor benefício obtido com o uso da amplificação nas situações diárias²⁸. Atualmente, existem discussões quanto ao desempenho auditivo com a amplificação em altas frequências, em casos de suspeitas de zonas mortas na cóclea²⁹⁻³⁰.

Conclusão

Diante dos resultados apresentados, as conclusões obtidas foram: a ocorrência de indícios de zonas mortas na cóclea em crianças com perdas sensorineurais, pesquisada através do teste TEN, foi de 33%; crianças com indícios de zonas mortas na cóclea apresentaram pior desempenho no questionário PEACH, para ambas as situações do cotidiano (silêncio e ruído) em comparação com crianças sem indícios de zonas mortas ou com resultados inconclusivos no teste TEN, demonstrando, possivelmente, um menor benefício com o uso da amplificação sonora.

Referências Bibliográficas

1. Moore BCJ, Glasberg BR. A model of Loudness Perception Applied to Cochlear Hearing Loss. *Auditory Neuroscience*. 1997; 3(3),289-311.

2. Joint Committee on Infant Hearing. Year 2007 position statement: principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs. *Pediatrics*. 2007; 120(4): 898-921.
3. Ching TYC, Dillon H, Byrne D. Speech recognition of hearing-impaired listeners: predictions from audibility and the limited role of high frequency amplification. *J Acoust Soc Am*. 1998; 103(2): 1128-40.
4. Moore BCJ. Dead regions in the cochlea: diagnosis, perceptual consequences and implications for the fitting of hearing aids. *Trends Amplif*. 2001; 5: 1-34.
5. Vickers DA, Moore BCJ, Baer T. Effects of low-pass filtering on the intelligibility of speech in quiet for people with and without dead regions at high frequencies. *J Acoust Soc Am*. 2001; 110(2): 1164-75.
6. Gordo A. Deficiência auditiva em frequências altas associada à presença de zonas mortas na cóclea: estudo de suas implicações no processo de seleção e adaptação de próteses auditivas [tese de doutorado]. São Paulo (SP): Universidade Federal de São Paulo, 2004.
7. Stelmachowicz PG. The importance of high-frequency amplification for young children. In: *Proceedings from the 2nd International Conference*. Chicago. 2002; 167-75.
8. Malicka AN, Munro KJ, Baker RJ. Diagnosing cochlear dead regions in children. *Ear Hear*. 2010; 31(2): 238-46.
9. Stelmachowicz PG, Pittman AL, Hoover BM, et al. Effect of stimulus bandwidth on the perception of /s/ in normal- and hearing impaired children and adults. *J Acoust Soc Am*. 2001; 110: 2183-90.
10. Stelmachowicz PG, Pittman AL, Hoover BM, et al. Aided perception of /s/ and /z/ by hearing-impaired children. *Ear Hear*. 2002; 23:316-24.
11. Stelmachowicz PG, Lewis DE, Choi S, et al. Effect of stimulus bandwidth on auditory skills in normal-hearing and hearing impaired children. *Ear Hear*. 2007; 28: 483- 94.
12. Moore BCJ, Huss M, Vickers DA, Glasberg BR, Alcántara JL. A test for diagnosis of dead regions in the cochlea. *Br J Audiol*. 2000; 34(4): 205-24.
13. Moore BCJ. Dead regions in the cochlea: conceptual foundations, diagnosis, and critical applications. *Ear Hear*. 2004; 2(2): 98-116.
14. Ching TYC, Hill M. Parent's evaluation of aural/oral performance of Children (PEACH) scale: Normative data. *J Am Acad Audiol*. 2007; 18(3): 220-35.
15. Levy CCAC. Avaliação auditiva, benefício da utilização de próteses auditivas e discussão das variantes clínicas em crianças com encefalopatias crônicas não evolutivas. [tese de doutorado]. São Paulo (SP): Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo, 2007.
16. Malicka AN, Munro KJ, Baker RJ. Diagnosing Cochlear Dead Regions in Children. *Ear Hear*. 2010; 31(2): 238-46
17. Moore BCJ, Killen T, Munro K. Application of the TEN test to hearing-impaired teenagers with severe-to-profound hearing loss. *Int J Audiol*. 2003; 12(8): 465-74.
18. Moore BCJ. Dead regions in the cochlea: conceptual foundations, diagnosis, and critical applications. *Ear Hear*. 2004; 2(2): 98-116.
19. Gordo A, Iório MCM. Zonas Mortas na cóclea em frequências altas: implicações no processo de adaptação de próteses auditivas. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2007; 73(3): 299-307.
20. Markessis E, Kapadia S, Munro K, Moore BCJ. Modification of the Threshold Equalising Noise (TEN) test for cochlear dead regions for use with steeply sloping high-frequency hearing loss. *Int J Audiol*. 2006; 45(2): 91-8.
21. Moore BCJ, Glasberg BR, Vickers DA. Further evaluation of a model of loudness



perception applied to cochlear hearing loss. *J Acoust Soc Am.* 1999; 106(2): 898-907.

22. Baer T, Moore BCJ, Kluk K. Effects of low pass filtering on the intelligibility of speech in noise for people with and without dead regions at high frequencies. *J. Acoust Soc Am.* 2002; 110(2): 1164-74.

23. Summers V. Do test for cochlear dead regions provide important information for fitting hearing aids? *J Acoustic Soc Am.* 2004; 115(4): 1420-23.

24. Pepler A, Munro KJ, Lewis K, Kluk K. Prevalence of cochlear dead regions in new referrals and existing adult hearing aid users. *Ear Hear.* 2014; 35(3): e99-e109.

25. Moore BCJ. Dead regions in the cochlea: implications for the choice of high-frequency amplification. A sound foundation through early amplification. 2001.

26. Aazh H, Moore BCJ. Dead regions in the cochlea at 4 kHz in elderly adults: relation to absolute threshold, steepness of audiogram, and pure-tone average. *J Am Acad Audiol.* 2007; 18(2): 97-106.

27. Marckersie CL, Crocker TL, Davis RA. Limiting high frequency hearing aid gain in listeners with and without dead regions. *J Am Acad Audiol.* 2004; 15(7): 498-507.

28. Preminger JE, Carpenter R, Ziegler CH. A clinical perspective on cochlear dead regions: intelligibility of speech and subjective hearing aid benefit. *J Am Acad Audiol.* 2005; 16(8): 600-13.

29. Malicka AN, Munro KJ, Baker RJ. The effect of low-pass filtering on identification of nonsense syllables in quiet by school-age children with and without cochlear dead regions. *Ear Hear.* 2013; 34(4): 458-69.

30. Pepler A, Lewis K, Munro KJ. Adult hearing-aid users with cochlear dead regions restricted to high frequencies: Implications for amplification. *Int J Audiol.* 2016; 55(1): 20-9.