

O diagnóstico das zonas mortas na cóclea e sua importância no processo de reabilitação auditiva

Diagnosing Cochlear “Dead” Regions and Its Importance in the Auditory Rehabilitation Process.

*Cristiane Padilha¹, Michele Vargas Garcia²,
Maristela Julio Costa³*

Palavras-chave: audição, diagnóstico audiológico, zonas mortas na cóclea.

Keywords: hearing, audiologic diagnosis, cochlear dead regions.

Resumo / Summary

Cada vez mais na prática da audiologia é indispensável um bom diagnóstico audiológico, para que se tenha conhecimento das necessidades do paciente para seleção e adaptação de próteses auditivas. **Objetivo:** Expor literaturas recentes que referem conceitos de zonas mortas na cóclea, estratégias de diagnóstico e a importância deste no processo de seleção e adaptação de próteses auditivas. **Metodologia:** Realizou-se um levantamento bibliográfico sobre zonas mortas na cóclea. As zonas mortas na cóclea foram descritas como regiões onde as células ciliadas internas e/ou neurônios adjacentes não se encontram funcionais. Assim, nessas regiões a informação gerada pela vibração da membrana basilar não é transmitida ao sistema nervoso central. Porém, um tom com frequência correspondente a zona morta, desde que suficientemente intenso, pode ser percebido em regiões próximas a esta zona, onde às células ciliadas internas e/ou fibras nervosas ainda apresentam-se funcionais. **Conclusão:** A identificação das zonas mortas na cóclea está sendo utilizada visando melhores resultados no processo de seleção e adaptação de próteses auditivas, pois as informações geradas pelas CCI ao nervo auditivo são importantes para um melhor reconhecimento dos sons, principalmente os sons da fala.

A good audiologic diagnosis is increasingly more important in the practice of audiology, in order to understand patients' needs for selection and fitting of hearing aid devices. **Aim:** Show recent literature that mention the concept of cochlear dead regions, diagnostic strategies and its relevance in the process of selection and fitting of hearing aids. **Methods:** to carry out a bibliographical survey on dead cochlear regions. Dead cochlear regions were described as regions where inner hair cells and/or adjacent neurons do not work. Therefore, in these regions, the information generated by basilar membrane vibration is not transmitted to the central nervous system. However, a tone at a frequency correspondent to that of dead regions, provided it being sufficiently intense, can be perceived in regions near this zone where inner hair cells and/or nervous fibers still work. **Conclusion:** The identification of dead regions in the cochlea is used to obtain better results in the process of selection and fitting of hearing aids because the pieces of information generated by inner hair cells to the auditory nerve are important to better identify sounds, mainly those related to speech.

¹ Especialista, Fonoaudióloga.

² Especialista, Fonoaudióloga.

³ Doutora, Fonoaudióloga.

Universidade Federal de Santa Maria-UFSM.

Endereço para correspondência: Rua Borges Lagoa 512 apto. 92 B Vila Clementino 04038-000 São Paulo SP.

Este artigo foi submetido no SGP (Sistema de Gestão de Publicações) da RBORL em 9 de fevereiro de 2006. cod. 1719.

Artigo aceito em 12 de janeiro de 2007.

INTRODUÇÃO

Quando se trabalha em audiologia, é de extrema importância que o profissional disponha de conhecimentos teóricos e práticos para se realizar um bom diagnóstico audiológico. É a partir do conhecimento de quanto e como o paciente escuta que se pensará em suas necessidades para a seleção de próteses auditivas.

Cada vez mais os portadores de deficiência auditiva estão procurando a reabilitação auditiva, e grande parte do sucesso desta está na qualidade do diagnóstico audiológico, pois as regulagens das próteses auditivas estão diretamente relacionadas com as informações que constam no exame.

Indivíduos portadores de perda auditiva neurossensorial podem apresentar diferentes tipos de falhas cocleares, podendo ocorrer lesão nas células ciliadas externas (CCE) e/ou nas células ciliadas internas (CCI), sendo que o tipo de lesão tem influência nas respostas do indivíduo frente aos estímulos sonoros.

Moore et al. (1999a)¹ descreveu que perdas auditivas por lesão de células ciliadas externas não podem ser maiores que 50 dB nas frequências baixas e 65 dB nas frequências altas. Qualquer perda auditiva maior que os valores estipulados indica acometimento de células ciliadas internas, sendo assim há lesão de CCE e CCI.

Segundo Zemlin (2002)² as CCE são responsáveis por 5% da transmissão das informações ao nervo auditivo, enquanto as CCI são responsáveis por 95% desta transmissão.

Pensando nas diferenças dos resultados encontrados na adaptação de próteses auditivas em indivíduos com perda auditiva neurossensorial, porém com configuração audiométrica diferente (planas ou em rampa), é que Moore e Glasberg (1997)³ propuseram-se a estudar o funcionamento coclear e as respostas das células ciliadas externas e internas frente aos estímulos sonoros. A partir deste estudo, os autores descreveram as chamadas zonas mortas na cóclea como regiões onde as células ciliadas internas e/ou neurônios adjacentes não se encontram funcionais. Assim, nessas regiões a informação gerada pela vibração da membrana basilar não é transmitida ao sistema nervoso central. Porém, um tom com frequência correspondente à zona morta, desde que suficientemente intenso, pode ser percebido em regiões próximas a esta zona, onde as células ciliadas internas e/ou fibras nervosas ainda apresentam-se funcionais.

Moore (2001a)⁴ descreveu que limiares auditivos maiores que 75-80 dB nas frequências baixas e que 90 dB nas frequências altas indicam provável presença de zonas mortas da cóclea.

O diagnóstico das zonas mortas na cóclea não pode ser feito com base no audiograma. Sendo assim, Moore (2000)⁵ elaborou um teste chamado TEN (Threshold Equa-

lizing Noise - Ruído de equalização dos limiares) para realizar este diagnóstico. Outras maneiras de diagnóstico, referidas por outros autores, também serão descritas.

A identificação das zonas mortas na cóclea está sendo utilizada visando melhores resultados no processo de seleção e adaptação de próteses auditivas, pois as informações geradas pelas CCI ao nervo auditivo são importantes para um melhor reconhecimento dos sons, principalmente os sons da fala.

Com a presença das zonas mortas na cóclea a região de amplificação que o aparelho proporcionará deverá ser prescrita com atenção para que o indivíduo tenha o melhor desempenho possível em relação ao reconhecimento de fala já que as CCI encontram-se inativas.

Considerando que os estudos sobre zonas mortas na cóclea começaram recentemente e que a realização deste diagnóstico ainda não está inserida na rotina clínica da audiologia, o objetivo deste estudo é expor literaturas recentes que referem conceitos de zonas mortas na cóclea, estratégias de diagnóstico e a importância deste no processo de seleção e adaptação de próteses auditivas.

REVISÃO DE LITERATURA

Conceito de Zona morta na Cóclea

Segundo Moore e Glasberg (1997)³, zonas mortas da cóclea são regiões onde as células ciliadas internas e/ou neurônios adjacentes não se encontram funcionais. Assim, nessas regiões a informação gerada pela vibração da membrana basilar não é transmitida ao sistema nervoso central. Porém, um tom com frequência correspondente a zona morta, se for suficientemente intenso, pode ser detectado em locais com células ciliadas internas e neurônios funcionais, via propagação apical ou basal do padrão de vibração. Isto provoca dificuldade de decodificação da informação acústica e até sobrecarga de informação numa mesma região.

Moore (2004)⁶ reavaliou os fundamentos anatômico, fisiológico e psicofisiológico do conceito de zonas mortas. Inicialmente, definiu “zona morta” como uma região na cóclea com redução significativa das funções desempenhadas pelas células ciliadas internas e/ou neurônios adjacentes, de forma que a vibração gerada nesta região passa a ser detectada por outra mais funcional. Portanto, esta região poderia ser considerada funcionalmente morta e, provavelmente, pouca informação útil à discriminação da fala seria transferida deste local.

Estratégias de Diagnóstico

Moore et al. (2000)⁵ propuseram um teste clínico para delimitar as áreas de zonas mortas da cóclea utilizando um ruído de equalização dos limiares (TEN - Threshold Equalizing Noise- Ruído de equalização dos limiares). O TEN foi produzido para mascarar igualmente uma ampla faixa

de frequências, de 125 a 15000 Hz. O nível do ruído TEN é expresso em ERB (Equivalent Rectangular Bandwidth - largura de banda equivalente ao retângulo) referindo-se à largura de banda do filtro auditivo; calibrado de forma que o nível ERB fosse equivalente ao nível de pressão sonora dos limiares de audibilidade, por exemplo: a intensidade de 70 dB/ERB normalmente mascara o limiar de 70 dB NPS. O ruído TEN e o sinal senoidal do teste foram gravados em canais independentes em CD-compact disc, para avaliar as diferentes frequências: 250, 500, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 8000, 10000 Hz. Os níveis do ruído e do sinal senoidal foram apresentados através de fones TDH50 e controlados em audiômetro manual de dois canais. Os níveis de apresentação do ruído devem ser de 30, 50, 70 dB/ERB. Para obtenção de resultados, o grupo controle foi formado por 22 normo-ouvintes onde os valores dos limiares mascarados em nível de pressão sonora (dB NPS) foram aproximadamente iguais aos valores em nível ERB de mascaramento TEN. A variação apresentada neste grupo foi muito pequena em todas as frequências avaliadas. Uma diferença de 2 a 3 dB entre os limiares mascarados e os limiares absolutos é considerado normal, ou seja, negativo para a presença de zonas mortas na cóclea.

Um outro grupo para estudo foi formado com indivíduos portadores de perdas auditivas com configuração audiométrica variada. Das 20 orelhas avaliadas foram identificadas 14 orelhas com zonas mortas na cóclea. As zonas mortas na cóclea foram identificadas quando os limiares mascarados foram no mínimo 10 dB acima dos limiares absolutos e 10 dB acima do nível do mascaramento ERB do TEN. Esses resultados foram confirmados através do teste Medida Psicofísica das Curvas de Sintonia. Apresentando-se um sinal com determinada frequência, o pico da curva mostrava-se deslocado da região da zona morta para uma área vizinha da cóclea funcional. O teste TEN foi considerado pelos autores um método simples e efetivo para detectar e delimitar zonas mortas da cóclea. Entretanto, enfatizam que devem ser considerados alguns aspectos para afirmar a presença de zonas mortas na cóclea, pois a maioria dos indivíduos do estudo apresentava perda auditiva adquirida, comumente associada a lesões de células ciliadas, o que não ocorre nas perdas auditivas congênitas, sendo assim, a interpretação dos achados deve ser realizada separadamente para cada caso.

Moore (2004)⁷ sugeriu uma nova versão do teste TEN para a prática clínica, denominada TEN (NA), onde 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. Porém, para que esses limiares sejam determinados de forma mais precisa, intervalos de 2 dB (e não de 5 dB, utilizados na rotina clínica) seriam indicados. Quanto à faixa de frequências, as novas recomendações 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/ERB. Os critérios do teste TEN foram desenvolvidos a partir de sua aplicação em um grupo relativamente pequeno de adultos com perda auditiva neurossensorial moderada a severa. Esses critérios podem não ser adequados para outras populações e casos individuais. A detecção de um tom na presença de ruído depende da relação sinal/ruído para o local da membrana basilar onde ele é detectado e da eficiência do indivíduo, que está associada parcialmente a mecanismos centrais. A eficiência tende a diminuir com o aumento da idade, sendo que indivíduos idosos necessitam de uma relação sinal/ ruído de 2 a 3 dB acima dos indivíduos jovens.

Segundo Moore e Alcântara (2001)⁸, uma das medidas psicofísicas mais diretas da seletividade de frequência é a curva psicofísica de sintonia (PTC). O ouvinte deve detectar um sinal teste para que a PTC seja obtida. O sinal teste tem frequência e intensidade fixa, na presença de um ruído de banda estreita com frequência central variável. Para cada uma das frequências centrais, o nível de ruído necessário para que o sinal se torne inaudível é determinado. A efetividade do mascaramento é maior quando a sua frequência central está próxima à do sinal teste. A ponta da curva de sintonia (frequência onde o nível de mascaramento é menor) sempre corresponde à frequência do sinal teste, em indivíduos com audição normal.

Diferentes patologias cocleares têm se relacionado com alterações na forma da curva de sintonia. Quando as células ciliadas internas estão lesadas, as fibras neuronais correspondentes a esta região apresentam limiares elevados tanto na ponta como na extremidade da curva, porém a configuração não é alterada. Quando a lesão ocorre apenas nas células ciliadas externas, as fibras que inervam esta região apresentam perda considerável de sensibilidade em suas extremidades. O resultado destas mudanças é uma curva de sintonia larga, em forma de "U", sem nenhuma ponta definida. Em outros casos, diferentes graus de comprometimento podem afetar tanto as células ciliadas externas como as internas, resultando na perda da sensibilidade e da sintonia.

Os mesmos autores descreveram o teste psicofísico das curvas de sintonia, usado para identificação de zonas mortas na cóclea. A metodologia sugere a apresentação de um sinal senoidal de frequência fixa e em nível de 8 a 22 dB NS, com mascaramento simultâneo no mesmo lado. O ruído utilizado foi o de banda estreita, com centro de frequência variável e faixa de mascaramento de 80Hz. A curva de sintonia foi obtida determinando o nível de mascaramento necessário para mascarar o sinal senoidal para 12 frequências variadas, e a frequência de sintonia foi identificada como a frequência (ponto) obtida com o menor nível de mascaramento (nível de mascaramento mais efetivo). Em ouvintes normais a curva de sintonia apresentou o pico na frequência de sintonia equivalente

ao sinal senoidal. A curva de sintonia medida em indivíduos com perda auditiva neurosensorial sem presença de zonas mortas na cóclea, apresentou o pico na frequência de sintonia equivalente à frequência do sinal senoidal apresentado, porém foi obtido utilizando níveis de mascaramento maiores que os utilizados em ouvintes normais (Moore et al., 2000)⁵. Os autores avaliaram cinco sujeitos apresentando perda auditiva neurosensorial com configurações audiométricas variadas. Os picos das curvas de sintonia das orelhas testadas apresentaram um deslocamento para as frequências mais altas ou mais baixas em relação à frequência do sinal senoidal, assim todos os cinco apresentaram resultados consistentes com a presença de zonas mortas na cóclea.

Para diagnosticar as zonas mortas da cóclea, alguns pesquisadores sugerem a possibilidade de utilizar outros ruídos de banda larga, diferentes do TEN.

Eguti (2002)⁹ avaliou 30 indivíduos com deficiência auditiva adquirida, neurosensorial ou mista determinando os limiares absolutos de audibilidade e os limiares sob mascaramento com ruído branco. A calibração do ruído foi realizada através de calibração biológica por ser considerada efetiva. Para realizar a calibração biológica, a autora contou com uma amostra com 10 indivíduos com audição normal, de ambos os sexos, na faixa etária de 21 a 38 anos. Realizou audiometria tonal por via aérea em ambas as orelhas dos 10 indivíduos estabelecendo os limiares absolutos de audibilidade por via aérea nas frequências de 250 a 8000 Hz, na seguinte seqüência: 1000, 1500, 2000, 3000, 4000, 6000, 8000, 750, 500 e 250Hz. Os limiares de audibilidade foram retestados com o mascaramento com ruído branco sendo apresentado simultaneamente e ipsilateral ao tom, em três diferentes níveis de audição: 30, 50, 70 dB NA. O ruído deve ser aumentado até mascarar o tom puro. A quantidade de mascaramento necessária para mascarar o tom puro será considerada com nível mínimo de mascaramento efetivo. Neste estudo foram utilizados os diferentes níveis de apresentação do ruído propostos nos estudos de Moore et al. (2000)⁵, Moore (2001a)⁴, mas pode-se optar por realizar o teste apenas com o ruído a 70 dB NA Moore et al. (2000)⁵. Assim, o teste torna-se mais curto, menos cansativo para o indivíduo avaliado e obtendo o mesmo efeito sobre os resultados.

Encontrou-se na amostra dos 10 indivíduos com audição normal uma variação de 5 dB NA sobre o limiar absoluto de audibilidade com a apresentação do ruído branco, mas esta não foi considerada como resultado positivo para possível presença de zonas mortas na cóclea, apesar de Moore et al. (2000)⁵ terem encontrado uma variação de 2 a 3 dB e terem padronizado esses valores como resultado esperado para ausência de zonas mortas da cóclea.

Observou-se que o ruído branco apresenta efetividade de mascaramento na faixa de frequência de 750 a

6000 Hz, e menor efetividade nas frequências mais baixas e mais altas, isto é, para 250, 500 e 8000 Hz. De acordo com Sanders e Hall III (2001)¹⁰, isso pode ser decorrente do fato da sensibilidade auditiva do ser humano ser menor para as frequências mais baixas e da resposta de frequência do ruído branco apresentar queda a partir da frequência de 6000Hz. A influência acústica do transdutor do audiômetro (fones de ouvido TDH49) sobre o ruído branco, também gera menor efetividade dos extremos da faixa de frequências, ou seja, 250, 500 e 8000Hz. A autora concluiu que a técnica de mascaramento com ruído branco foi confiável para identificar a possível presença de zonas mortas na cóclea.

Importância do Diagnóstico das Zonas Mortas na Cóclea no processo de Reabilitação Auditiva

Stelmachowicz (2001)¹¹ expôs que as frequências altas dos sons de fala apresentam papel importante no desenvolvimento da fala e linguagem, e, portanto, a amplificação dessas frequências não deve ser restringida, a não ser que seja comprovado que a amplificação de frequências altas tenha como resultado degradação da informação de fala ou que a presença de zonas mortas na cóclea seja identificada.

Baer, Moore e Kluk (2002)¹², considerando a obtenção de benefícios limitados em indivíduos com perda auditiva acima de 55 dB em frequências altas e amplificando estas frequências, avaliaram o reconhecimento de fala (IPRF) na presença de ruído em dez indivíduos com perda auditiva em frequências altas, cinco sem e cinco com zonas mortas na cóclea. Iniciaram abaixo de 2000Hz e estenderam-se deste limite até a frequência mais alta avaliada (10000 Hz). Antes de decidir qual a forma de amplificação mais adequada, os indivíduos foram submetidos ao teste TEN para identificar a presença de zonas mortas na cóclea e delimitar sua extensão. Os estímulos de fala e o ruído foram amplificados, e em seguida, submetidos a filtros passa-baixa. Na pesquisa do IPRF, nas condições de amplificação em banda larga (até 7500 Hz) e fala filtrada (passa-baixa a 2000 Hz), os indivíduos sem zonas mortas na cóclea apresentaram 79,1% e 55,2%, respectivamente, indicando a obtenção de benefício com a amplificação de altas frequências. Nas mesmas condições citadas acima, os pacientes com zonas mortas na cóclea, apresentaram IPRF de 41,1% e 39,3%, respectivamente, sem diferença estatisticamente significativa entre os dois últimos valores citados.

Vestergaard (2003)¹³ aplicou o teste TEN e avaliou o reconhecimento de fala filtrada em 22 indivíduos com perda auditiva neurosensorial de grau moderado a profundo, usuários de próteses auditivas, acostumados à quantidade substancial de amplificação sonora. O objetivo do autor foi verificar a viabilidade do teste TEN e sua capacidade de revelar impedimentos funcionais. Quando

o nível de mascaramento estava muito próximo ao limiar absoluto, vários indivíduos apresentaram dificuldade para ouvir devido à presença do ruído. Entretanto, este fato não comprometeu a viabilidade do teste TEN. Onze indivíduos apresentaram possibilidade de zonas mortas na cóclea. O reconhecimento de monossílabos foi realizado em quatro condições de filtragem escolhidas individualmente com filtros passa-baixa e uma outra condição de banda larga, apresentadas a 65 dB NPS, por meio de alto-falante, com os indivíduos usando suas próteses auditivas. Os indivíduos com zonas mortas na cóclea apresentaram desempenho melhor que indivíduos sem zonas mortas na cóclea para fala pouco audível, especialmente quando a redução na audibilidade foi pela remoção de pistas de frequências altas. Os pacientes com zonas mortas na cóclea estão acostumados à percepção da fala filtrada porque sua audição funciona como um filtro passa-baixa. Os indivíduos sem zonas mortas na cóclea são mais afetados pela remoção das frequências altas na informação auditiva. Em alguns casos, não houve relação consistente entre o benefício da fala filtrada e a localização espectral da zona morta. A realização de outros estudos seria necessária para explicar satisfatoriamente os resultados.

Gordo (2004)¹⁴ aplicou o teste TEN (NA) em trinta indivíduos adultos, com perda auditiva neurossensorial descendente bilateral. Utilizou audiômetro de dois canais para controlar separadamente tom puro e o ruído, conectado a um CD player. Pesquisou os limiares absolutos de audibilidade em 500, 750, 1000, 1500, 2000, 3000 e 4000 Hz em ambas as orelhas, com fones TDH 49 e utilizou intervalos de 2 em 2 dB. Para obtenção dos limiares com ruído TEN, iniciou com ruído de intensidade de 70 dB NA/ERB. Quando este nível era insuficiente para mascarar o limiar absoluto, aumentou gradualmente até 85 dB NA/ERB, pois de acordo com os pacientes, este foi o nível máximo utilizado sem causar desconforto. A amostra foi reunida em dois grupos: grupo 1- 15 indivíduos sem zonas mortas na cóclea e grupo 2- 15 indivíduos com zonas mortas na cóclea em frequências altas. Todos os indivíduos foram submetidos à pesquisa do índice percentual de reconhecimento de fala e do limiar de reconhecimento de sentenças, ambos realizados com e sem ruído competitivo. A autora teve como objetivo avaliar a relação entre audibilidade nas frequências altas e o reconhecimento de fala nestes pacientes, a fim de estabelecer diferenças no benefício da informação obtida pela amplificação sonora de frequências altas em cada caso. Os testes de fala foram propostos em diferentes condições de escuta: sem prótese, com prótese amplificando a faixa de frequências de 100 a 8000 Hz (programa 1) e com próteses auditivas com amplificação em faixa de frequência restrita de 100 a 2560 Hz (programa 2), evitando o ganho nas frequências altas. Os indivíduos sem zonas mortas na cóclea apresentaram melhor desempenho nos teste de fala com e sem ruído,

utilizando as próteses auditivas no programa 1. O grupo com indivíduos com presença de zona morta na cóclea obtiveram melhores resultados em todos os testes com as próteses auditivas no programa 2. A autora concluiu que indivíduos sem zonas mortas na cóclea obtêm maior benefício com a amplificação em frequências altas. Na presença de zonas mortas na cóclea em frequências altas, os indivíduos apresentaram melhor desempenho com a amplificação em faixa de frequências mais estreita, isto é, evitando o ganho nas frequências altas.

Almeida e Buzo (2005)¹⁵ investigaram a presença de regiões mortas na cóclea em um portador de perda auditiva neurossensorial com dificuldades de aceitação da amplificação bilateral. Obtiveram os limiares absolutos de via aérea para cada orelha nas frequências de 250, 500, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 8000 e 10000Hz primeiramente sem e depois na presença de um ruído ipsilateral ao sinal, nas intensidades de 30, 50 e 70 dBERB. Na orelha direita, na qual a paciente usa amplificação há 6 anos, os limiares absolutos obtidos sem e com mascaramento foram similares. Já para a orelha esquerda, os limiares obtidos na presença de ruído nas frequências entre 3000 e 10000 foram mais elevados o que é indicativo da presença de regiões mortas nesta faixa de frequências. Os autores consideraram que o teste TEN foi um procedimento efetivo e simples para determinar e delimitar a presença de regiões mortas na orelha esquerda compatível com as queixas de dificuldades de aceitação da amplificação na orelha esquerda.

DISCUSSÃO

Acreditamos que, com os avanços nas técnicas de diagnóstico na área de audiologia clínica, surgiu a possibilidade de conhecer, com mais precisão, a audição do paciente candidato ao uso de próteses auditivas.

Assim, os estudos em relação ao diagnóstico das zonas mortas na cóclea passaram a ter uma crescente importância para quem estuda e/ou trabalha com diagnóstico audiológico, assim como, com a seleção e adaptação de próteses auditivas.

A partir do conceito de zonas mortas na cóclea, descrito por Moore e Glasberg (1997)³, foram realizados estudos buscando uma melhor indicação de aparelhos auditivos para pacientes com queixas na adaptação.

O estudo de Moore (2001a)⁴ vai ao encontro do que é observado na prática clínica, pensando-se nas dificuldades que os pacientes apresentam para amplificação sonora em determinadas frequências, tornando-se necessário testar essas frequências para verificar se existem zonas mortas na cóclea.

Para verificar a existência de zonas mortas na cóclea Moore et al. (2000)⁵ desenvolveram o TEN, que é um teste clínico eficaz para o diagnóstico das zonas mortas na cóclea.

Nos estudos realizados por Baer, Moore e Kluk (2002)¹¹, Vestergaard (2003)¹², Gordo (2004)¹³ e Almeida e Buzo (2005)¹⁴, o diagnóstico das zonas mortas na cóclea foi realizado através do teste TEN e os autores não encontraram dificuldade na realização do exame e os resultados encontrados foram confiáveis e compatíveis com as suposições teóricas relacionadas à presença de zonas mortas na cóclea. Nos estudos de Baer, Moore e Kluk (2002)¹¹, Vestergaard (2003)¹² e Gordo (2004)¹³, há referências quanto ao reconhecimento de fala, que é o objetivo principal do indivíduo candidato ao uso de próteses auditivas e mostram a importância do diagnóstico das zonas mortas na cóclea, pois com este diagnóstico, a amplificação sonora nessa região é evitada e o reconhecimento de fala torna-se beneficiado.

Outra forma de diagnóstico é a medida psicofísica das curvas de sintonia, descritas por Moore e Alcântara (2001)⁸ que consideramos que pode ser útil e confiável para identificar a presença de zonas mortas da cóclea e para delimitar a região comprometida. Porém, apresenta a desvantagem de ser um teste longo e complexo, tornando-se inviável para aplicação em rotina clínica.

Eguti (2002)⁹ avaliou a presença das zonas mortas na cóclea utilizando a técnica proposta por Moore et al. (2000)⁵, porém utilizando o ruído branco do audiômetro. Acreditamos que a metodologia proposta pela autora é uma ótima opção a ser utilizada no Brasil em estudos e na prática clínica, por se tornar mais acessível e sem elevação de custos para o diagnóstico fidedigno da audição do candidato ao uso de amplificação sonora.

Consideramos que os estudos para o diagnóstico das zonas mortas na cóclea devem prosseguir e é importante que os profissionais envolvidos na reabilitação auditiva incluam essa avaliação na bateria de exames audiológicos, quando se fizer necessário.

CONCLUSÃO

O audiograma fornece informações importantes para que se pense na presença de zonas mortas na cóclea, porém, este diagnóstico deve ser realizado somente após a realização de testes adequados.

Acreditamos ainda, que os resultados do paciente candidato ou usuário de próteses auditivas dependem,

dentre outros aspectos, dos nossos conhecimentos em relação à amplificação sonora realmente necessária para cada indivíduo em particular, sendo que a investigação da presença ou não de zonas mortas na cóclea é mais uma informação que pode contribuir para o sucesso na reabilitação auditiva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Moore BCJ, Vickers DA, Plack CJ & Oxenham AJ. Inter-relationship between different psychoacoustic measures assumed to be related to the cochlear active mechanism. *J Acoust Soc Am* 1999a;106:2761-78.
2. Zemlin WR. *Audição In: Zemlin WR. Princípios de Anatomia e Fisiologia em Fonoaudiologia*. São Paulo: Artmed; 2002. p. 492-94.
3. Moore BCJ & Glasberg BR. A model of loudness perception applied to cochlear hearing loss. *Br J Audiol* 1998;32:317-35.
4. Moore BCJ. Dead regions in the cochlea: diagnosis perceptual consequences and implications for the fitting of hearing aids. New York: Westminister Publications; 2001a. 34p. [Trends in amplification] 5 (1)].
5. Moore BCJ, Huss M, Vickers DA, Glasberg BR, Alcântara JI. A test for diagnosis of dead regions in the cochlea. *Br J Audiol* 2000;34(4):205-24.
6. Moore BCJ. Dead Regions in the Cochlea: Conceptual Foundations Diagnosis and Clinical Applications. *Ear & Hearing* 2004;25:98-116.
7. Moore BCJ, Glasberg BR, Stone MA. New version of the TEN test with calibrations in dB HL. *Ear & Hearing* 2004 Oct;25(5):478-87.
8. Moore BCJ, Alcântara JI. The use of psychophysical tuning curves to explore dead regions in the cochlea. *Ear Hear* 2001;22(4):268-78.
9. Eguti EY. Identificação das zonas mortas na cóclea utilizando a técnica de mascaramento com ruído branco [tese]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo, 2002.
10. Sanders JW, Hall III JW. In: Musiek FE, Rintelmann WF. *Perspectivas Atuais em Avaliação Auditiva*. 1ª edição brasileira. Barueri: Manole; 2001. p. 63-84.
11. Stelmachowicz PG, Kopun J, Mace A, Lewis DE, Nittrouer S. The perception of amplified speech by listeners with hearing loss: acoustic correlates. *J Acoust Soc Am* 1995;98 (3):1388-99.
12. Baer T, Moore BCJ, Kluk K. 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*;110(2):1164- 74.
13. Vestergaard M. Dead regions in the cochlea: implications for speech recognition and applicability of articulation index theory. *Int J Audiol* 2003;42(5):249-61.
14. 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]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 2004.
15. Almeida K, Buzo BC. A Identificação de Regiões Mortas na Cóclea: Relato de caso. Centro dos Distúrbios da Audição-CEDIAU. Resumo apresentado no 20º Encontro Internacional de Audiologia. São Paulo; 2005.