

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE DA CRIANÇA E DO
ADOLESCENTE

NATHANY LIMA RUSCHEL

**TIMPANOMETRIA DE BANDA LARGA EM PACIENTES COM OTITE MÉDIA
COM EFUSÃO ATENDIDOS EM AMBULATÓRIO ESPECIALIZADO NO SUL
DO BRASIL**

PORTO ALEGRE

2021

NATHANY LIMA RUSCHEL

**TIMPANOMETRIA DE BANDA LARGA EM PACIENTES COM OTITE MÉDIA
COM EFUSÃO ATENDIDOS EM AMBULATÓRIO ESPECIALIZADO NO SUL
DO BRASIL**

A apresentação desta dissertação é requisito parcial para título de mestre do Programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientador: Professor Sady Selaimen da Costa

Coorientador(a): Professora Adriane Ribeiro Teixeira

PORTO ALEGRE

2021

CIP - Catalogação na Publicação

RUSCHEL, NATHANY
TIMPANOMETRIA DE BANDA LARGA EM PACIENTES COM OTITE
MÉDIA COM EFUSÃO ATENDIDOS EM AMBULATÓRIO
ESPECIALIZADO NO SUL DO BRASIL / NATHANY RUSCHEL. --
2021.

126 f.

Orientador: Sady Selaimen da Costa.

Coorientadora: Adriane Ribeiro Teixeira.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Medicina, Programa de
Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente,
Porto Alegre, BR-RS, 2021.

1. Audição. 2. Otite. 3. Exames Auditivos. 4.
Timpanometria . I. Selaimen da Costa, Sady, orient.
II. Ribeiro Teixeira, Adriane, coorient. III. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os
dados fornecidos pelo(a) autor(a).

NATHANY LIMA RUSCHEL

**TIMPANOMETRIA DE BANDA LARGA EM PACIENTES COM OTITE MÉDIA
COM EFUSÃO ATENDIDOS EM AMBULATÓRIO ESPECIALIZADO NO SUL
DO BRASIL**

A apresentação desta dissertação é requisito parcial para título de mestre do Programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientador: Professor Sady Selaimen da Costa

Coorientador(a): Professora Adriane Ribeiro Teixeira

Porto Alegre, 28 de abril de 2022

BANCA EXAMINADORA:

Professora Dra. Letícia Petersen Schmidt Rosito
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Professora Dra. Têmis Maria Félix
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Professora Dra. Márcia Salgado Machado
Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA)

DEDICATÓRIA

Ao meu pai Raul Fernando Ruschel que sempre me incentivou e me deu toda a estrutura para que eu sempre pudesse me dedicar aos estudos. À minha irmã que sempre demonstrou seu orgulho. Ao meu marido Cássio Machado que, em meus piores momentos, sempre me indicava um caminho possível. Amo vocês.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Professor Dr. Sady Selaimen da Costa, por aceitar o convite para ser meu orientador e por toda a compreensão nas adversidades pelas quais passei durante a consecução desse projeto. É uma honra ter sido sua orientanda, obrigada.

À professora Adriane Ribeiro Teixeira toda a minha gratidão e admiração. Adri, obrigada por todos os ensinamentos no decorrer de todos esses anos. Agradeço as cobranças, os “puxões de orelha” nos momentos necessários e os conselhos que me ajudaram muito nos momentos de dúvidas e insegurança. Obrigada pelo incentivo ao longo desse trajeto, enfim obrigada por tudo. Desejo que essa seja apenas a conclusão de mais uma etapa de trabalho juntas, desejo que muitas outras ainda venham. Difícil descrever em palavras o carinho que sinto por você.

Agradeço a Fga. Adriane Laybauer pela amizade, companheirismo, risadas e, acima de tudo, pelos ensinamentos que compartilhamos durante esses anos. Adri, você é uma pessoa incrível, a qual tive muita sorte de conhecer.

Agradeço a todos os profissionais que fazem parte do serviço de fonoaudiologia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, em especial a Fga. Debora Von Saltiel, pelo incentivo e apoio durante o mestrado.

Obrigada aos profissionais que integram o serviço de Otorrinolaringologia do Hospital de Clínicas, o qual, sem dúvida, foi de grande importância para a etapa de coleta dos dados.

Agradeço às funcionárias da recepção pela paciência, dedicação e cuidado diário com os pacientes que passam pela zona 19.

Agradeço às minhas amigas Bruna e Andressa, que foram fundamentais durante todo esse processo, aguentando minhas crises de mestrandia. Agradeço à minha amiga Larissa que, além do apoio psicológico, me ajudou na parte da pesquisa e no desenvolvimento desta dissertação. Amigas, amo vocês.

Ao meu marido Cássio, que aguentou durante três longos anos conviver com uma mestrandia (tarefa difícil), que me apoiou em todas as etapas, que me incentivou a escrever, a pesquisar, a realizar a prova de proficiência, e ainda me deu todo suporte emocional necessário.

Agradeço à minha família pelo apoio e incentivo, principalmente ao meu pai que nunca duvidou que eu chegaria longe.

Agradeço aos pacientes e aos familiares que aceitaram fazer parte desta pesquisa, disponibilizando seu tempo para que esse trabalho fosse possível.

Agradeço a cada membro da banca por aceitar dela fazer parte e contribuir com esse momento tão importante da minha carreira: Profa. Dra. Letícia Rosito, Profa. Dra. Marcia Machado; Profa. Dra. Temis Felix e Prof. Dr. Alexandre Lessa. Sinto-me muito honrada e orgulhosa por vocês partilharem este momento comigo. Agradeço a paciência de vocês e a gentileza que tiveram ao longo desse processo com todas as mudanças ocorridas.

Agradeço a profa. Maira Rozenfeld Olchik pela ajuda e disponibilidade na reta final, foi de extrema importância.

Agradeço também aos alunos que fizeram parte dos ambulatórios como bolsistas e sempre se mostraram dispostos a aprender e auxiliar durante a

coleta, muitos deles colocando-se no lugar de pacientes para que eu fizesse o treinamento com o equipamento etives se segurança, muito obrigada fico feliz em saber que um dia seremos colegas.

Agradeço à coordenação e ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente pela disponibilidade em auxiliar sempre que necessário, agradeço a dedicação dos professores e dos funcionários.

RESUMO

OBJETIVO: identificar a existência de relação entre achados audiométricos, timpanometria convencional e absorvância acústica na otite média com efusão. **MÉTODO:** Estudo transversal, prospectivo e observacional, sendo incluídos na amostra pacientes diagnosticados com otite média com efusão, por meio de exame audiológico e timpanometria convencional e de banda larga, para avaliar a aplicabilidade do segundo teste para o diagnóstico da referida alteração. **RESULTADOS:** Foram incluídos na amostra 29 indivíduos com idades entre 6 e 18 anos (média $11 \pm 4,1$ anos), sendo 15 (51,7%) do sexo feminino. Optou-se por fazer a análise por orelhas. Verificou-se que das 58 orelhas analisadas, 13 (21,4%) apresentaram limiares auditivos normais e 45 (78,6%) perda auditiva condutiva. Destas, na timpanometria convencional, 17,2% apresentaram curva timpanométrica do tipo "A"; 67,2%, do tipo "B"; 15,5%, do tipo "C". Na TBL, o grupo com perda auditiva condutiva apresentou diminuição na absorvância a partir da frequência de 3000Hz, característica que não ocorreu no grupo com limiares normais. **CONCLUSÃO:** O estudo evidenciou que, na presença de perda auditiva condutiva, houve diminuição da absorvância acústica nas frequências de 250Hz, 4000Hz e 6000Hz. Quando avaliada a orelha contralateral, houve diminuição nas frequências de 4.000Hz e 6.000Hz. A timpanometria de banda larga apresentou alta especificidade e sensibilidade em orelhas com perda auditiva condutivas.

Palavras-chaves: Audição, Exames auditivos, Otites.

ABSTRACT

OBJECTIVE:to identify the existence of a relationship between audiometric findings, conventional tympanometry and acoustic absorbance in otitis media with effusion. **METHOD:** Cross-sectional, prospective and observational study, being included in the sample with diagnosis and measurement, with great otitis media, for evaluation of audiological exams, to evaluate the applicability of the test or conventional measurement. **RESULTS:** Twenty-nine and 15-year-old females (mean 11 ± 4 years) were included in the sample, of which 51.7% were female. An analysis by ears was chosen. It was found that 58 ears, 13 (21.4%) had normal hearing disorders and 45 (78.6%) had conductive hearing. Of these, in conventional tympanometry, 17.2% had type "A" tympanometric curvature; 67.2%, type "B"; 15.5%, type "C". In TBL, the group with conductive hearing showed an increase in absorption from the frequency of 3000Hz, a characteristic that did not occur in the group with normal thresholds. **CONCLUSION:** The study showed that, in the presence of conductive hearing, there was an increase in acoustic absorbance at frequencies of 250Hz, 4000Hz and 6000Hz. When. the contralateral ear, there was an increase in frequencies of 6,000Hz Broadband tympanometry showed high specificity and sensitivity in ears with conductive hearing.

Keywords: Hearing, Hearing tests, Otitis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Revisão de literatura

Figura 1- Propagação do som	16
Figura 2- Sistema auditivo	17
Figura 3- Apresentação de estruturas da orelha média.....	19
Figura 4- Ilustração do mecanismo de alavanca	20
Figura 5- Recorte da estrutura da orelha interna.....	22
Figura 6- órgão de Corti	23
Figura 7- Abaulamento da membrana timpânica e o nível de fluido visível.....	27
Figura 8- Membrana timpânica ligeiramente retraída e com presença de ar-fluido.....	27
Figura 9- Fatores etiológicos da Otite média com efusão.....	29
Figura 10- Compliância ou mobilidade da membrana timpânica.....	37
Figura 11- Comparação estímulo click e chirp.....	42
Figura 12- Timpanograma do tipo “A”	45
Figura 13- Timpanograma do tipo “B”	46
Figura 14- Timpanograma do tipo “C”	47
Figura 15- Timpanograma do tipo “As”	47
Figura 16- Timpanograma do tipo “Ad”	48
Figura 17- Timpanograma 3D	50
Figura 18- Timpanograma 3D grupo estudo e controle.....	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

dB- Decibel

dBNA- Decibel nível de audição

dBNS- Decibel nível de sensação

DeCS- Descritores em Ciências da Saúde

GC- Grupo Controle

GE- Grupo Estudo

HCPA- Hospital de Clínicas de Porto Alegre

Hz- Hertz

IVAS- Infecção de Vias Aéreas Superiores

MAE- Meato acústico externo

MT- Membrana timpânica

OE- Orelha externa

OM- Orelha média

OME- Otite média com efusão

OMS- Otite média serosa

OCL – Orelha contralateral

PAC- Processamento auditivo central

RA- Reflexo acústico

RBL - Reflectância de banda larga

ROC - *Receiver Operating Characteristic*

SANC- Sistema nervoso auditivo periférico e central

TCLE- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TBL- Timpanometria de banda larga **Sumário**

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 SOM, ESTRUTURAS E FUNCIONAMNETO DA ORELHA.....	14
2.2 ORELHA EXTERNA.....	17
2.3 ORELHA MÉDIA.....	20
2.4 ORELHA INTERNA.....	21
2.4 OTITE MÉDIA COM EFUSÃO.....	25
3 CONCEITOS BÁSICOS PARA O ESTUDO DA TIMPANOMETRIA.....	31
3.1 RESSONÂNCIA DA OM.....	31
3.2 REFLECTÂNCIA ACÚSTICA.....	33
3.3 REFLECTÂNCIA DE BANDA LARGA.....	34
3.4 COMPLIÂNCIA.....	34
3.5 IMITÂNCIA OU ADMITÂNCIA ACÚSTICA.....	36
3.6 ABSORVÂNCIA.....	38
3.7 ESTÍMULO CHIRP.....	39
4 TIMPANOMETRIAS.....	41
4.1 TIMPANOMETRIA CONVENCIONAL.....	41
4.2 TIMPANOMETRIA DE BANDA LARGA.....	47
5 JUSTIFICATIVA.....	54
6 OBJETIVOS.....	54
6.1 OBJETIVO GERAL.....	54
6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	54
7 METODOLOGIA.....	55
7.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO.....	55
7.2 POPULAÇÃO EM ESTUDO.....	55
7.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO.....	55
7.4 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO.....	55
7.5 LOGÍSTICA.....	56
7.6 AVALIAÇÕES.....	56

7.7 PROCEDIMENTOS.....	57
7.8 CONSIDERAÇÕES ESTATÍSTICAS.....	59
7.9 CÁLCULO DO TAMANHO DA AMOSTRA.....	60
7.10 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	60
7.11 ASPECTOS ÉTICOS.....	61
8 REFERÊNCIAS.....	63

1 INTRODUÇÃO

Os primeiros anos de vida do ser humano são considerados essenciais para o desenvolvimento das habilidades auditivas e de linguagem, pois justamente neste período ocorre a maturação do sistema nervoso central, ou seja, é o período em que há um pico de crescimento cerebral e a formação de novas conexões neuronais. Nesta fase acontece também a plasticidade neural da via auditiva (GIL et al., 2015; MORETTI e RIBAS, 2016).

Para que o desenvolvimento da linguagem e da fala possa ocorrer de forma satisfatória, é fundamental a integridade das funções auditivas (ORTOLAN e SANTOS, 2020). A comunicação oral é essencial para a sociabilização, o que torna a audição um sentido fundamental para o desenvolvimento pleno do indivíduo e essencial à vida humana (ROSLYNG e JENSEN, 1999; BENTO, 2017; ZORZETTO, 2011).

Para que se compreendam todos os estímulos auditivos, são necessárias a ação e a integração de todo sistema nervoso auditivo periférico e central (SANC), uma vez que os sinais acústicos detectados pelos órgãos auditivos periféricos devem ser detalhadamente analisados para que possam ser interpretados e compreendidos (MACHADO et al., 2006; RAMOS et al., 2014).

Crianças que apresentam perda auditiva nos anos iniciais de vida têm maior dificuldade na aquisição da linguagem. Dentre as causas de distúrbios na aquisição de linguagem com origem auditiva, estão as otites médias. Os efeitos desta doença não estão apenas no impacto auditivo enquanto a doença está na fase aguda, pois podem também gerar, a longo prazo, alterações no processamento auditivo central (MACHADO et al., 2020).

Otite média é um termo geral designado a qualquer processo inflamatório, infeccioso ou não, localizado na fenda auditiva (PAPARELLA, 1986; COSTA et al.; 2006). Fenda auditiva corresponde ao termo *middle ear cleft* e refere-se a um conceito atual de otite média, que engloba tanto a orelha média como a porção óssea da tuba auditiva e o orifício junto ao protímpano, pois estas estruturas reagem em bloco quando acometidas pela doença (COSTA et al., 2006)

Nem sempre apenas com uma boa otoscopia é possível avaliar as condições da orelha média devido a fatores anatômicos que variam individualmente impossibilitando a visualização da presença de líquido. Por consequência, a timpanometria de banda larga começou a ser pesquisada para auxiliar no diagnóstico (KEEFE et al., 2011; KEEFE e SIMMONS, 2003). A timpanometria de banda larga avalia a magnitude e a latência da energia acústica que é refletida pelo tímpano após o som ser processado pela orelha média, o que pode indicar o estado da condução do som (MARGOLIS, HUNTER, 2001). Dentre as diferenças entre a timpanometria de banda larga e a timpanometria convencional pontuam-se as médias de absorvância e reflectância acústica e a pesquisa em uma escala maior de frequências.

Considerando que o diagnóstico precoce da otite é fundamental não só para o tratamento médico, mas também para a aquisição e o desenvolvimento da linguagem e do aprendizado escolar (SAKANO, 2006), o objetivo geral da presente dissertação é identificar se existe correlação entre achados audiométricos na otite média com efusão e achados de absorvância acústica, a fim de avaliar se a timpanometria de banda larga pode ser utilizada como uma ferramenta de diagnóstico.

1. REVISÃO DE LITERATURA

A revisão de literatura deste trabalho aborda, com detalhes, assuntos essenciais para a melhor compreensão da temática desta dissertação.

Inicialmente desenvolve-se uma breve revisão sobre anatomia e fisiologia do sistema auditivo. Ela é seguida por uma revisão sobre otite média com efusão, bem como sobre reflectância acústica, timpanometria convencional; timpanometria de banda larga; absorvância, a fim de avaliar alterações decorrentes da otite média com efusão.

2.1 SOM, ESTRUTURAS E FUNCIONAMENTO DA ORELHA

O som é uma espécie de energia mecânica, resultado da transmissão de energia de partículas de ar em vibração, oriundas de uma fonte sonora. O som apresenta como características básicas a frequência e a intensidade. A frequência é expressa em Hertz (Hz) ou ciclos por segundo, sendo a faixa de frequência do som muito ampla.

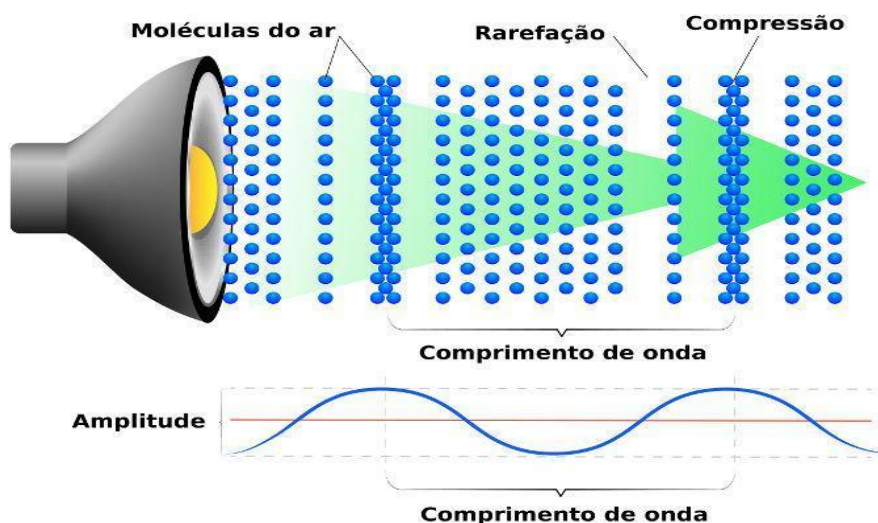
Os seres humanos são capazes de ouvir uma faixa de frequências sonoras, que se estende entre 20 Hz e 20.000 Hz (espectro audível). Os sons de frequências menores que 20 Hz são chamados infrassons e os sons de frequências superiores a 20.000 Hz são chamados ultrassons. A velocidade com que as ondas sonoras são propagadas depende, exclusivamente, das características do meio em que se deslocam. No ar, a velocidade do som é de aproximadamente 340 m/s (RUSSO; SANTOS, 2011). A frequência da fala, por exemplo, pode variar de 300 a 3000 Hz.

A intensidade do som corresponde à amplitude de vibração periódica das partículas de ar e está relacionada à pressão e à energia do som (fraca e forte). Sua unidade de medida é o decibel (uma unidade de som) (MINTI et al. 2000).

Frequência e intensidade são duas das principais características que constituem o som. Frequência significa quantas vezes a onda sonora oscila e se repete por unidade de tempo, sendo medida em Hertz (Hz). A intensidade é definida como a quantidade de energia que atravessa uma área em um intervalo de tempo, relacionando-se com o tamanho de amplitude da onda (RUSSO; SANTOS, 2011).

O som é produzido por vibrações transmitidas para o ar. Essas vibrações geram regiões de compressão e rarefação dos gases atmosféricos que se intercalam periodicamente, de acordo com a frequência da fonte. Por se tratar de uma onda, o som não é capaz de transportar matéria, como pequenas partículas, mas somente energia (Figura 1).

Figura 1- Propagação do som

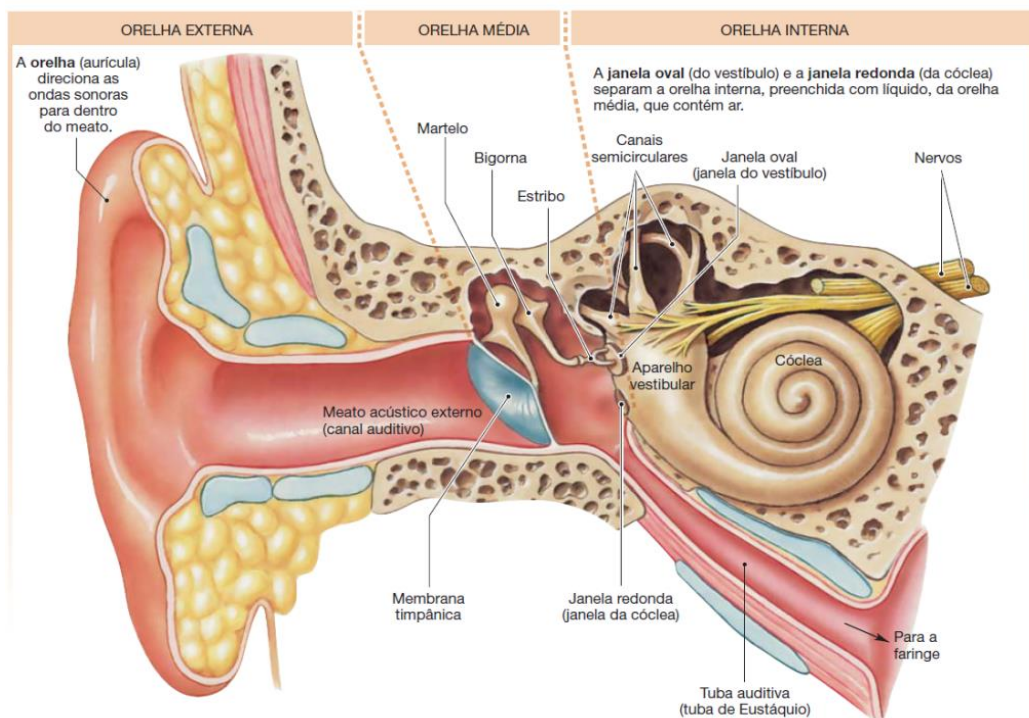


Fonte: Silva et al (2019)

Para que o som seja percebido e interpretado, é necessária a integridade da via auditiva, que é composta de via auditiva periférica e central (OUDICH, 2010). Faz-se, a seguir, uma revisão detalhada sobre a anátomo-fisiologia da via periférica.

O sistema auditivo é formado por estruturas sensoriais e ligações centrais responsáveis pela audição. O sistema auditivo ramifica-se em duas estruturas diferentes que se relacionam: uma porção periférica, que abrange a orelha externa até a orelha interna, e o sistema auditivo central, que compreende uma porção localizada no tronco encefálico e áreas corticais (BONALDI,2015)

Figura 1- Propagação do som



Fonte: Adaptado de Silverthorn (2017).

2.2 ORELHA EXTERNA

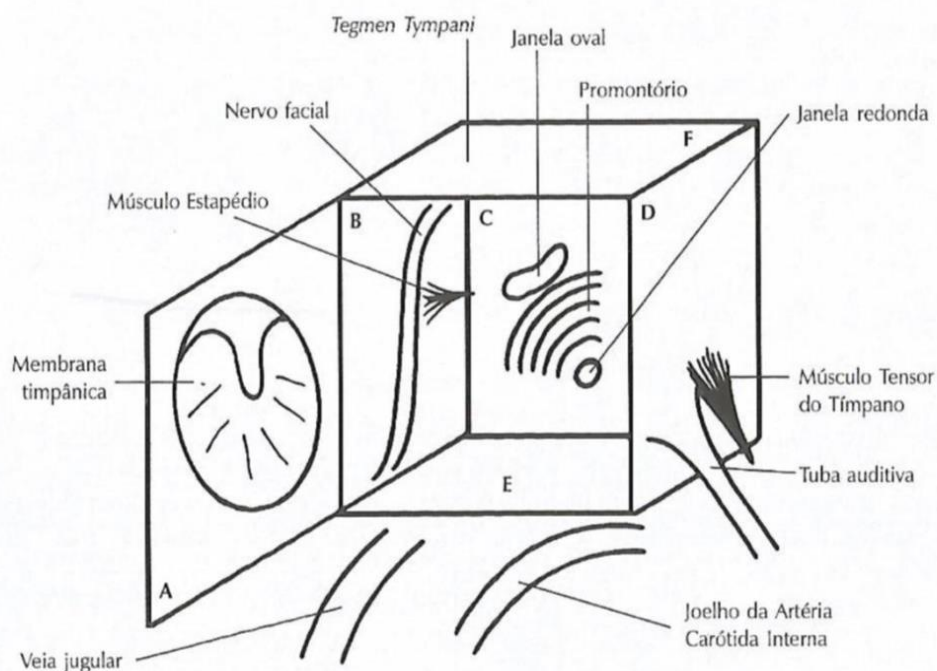
A orelha externa (OE) inclui o meato acústico externo (cartilagem e osso) e o pavilhão auricular (orelha). No pavilhão auricular observam-se: hélice, tubérculo da orelha, concha da orelha, antélice, fossa triangular, escafa, trago, incisura antitrágica e lóbulo (KIM, 2017). O pavilhão auricular capta as ondas sonoras, que são conduzidas pelo meato acústico externo, até chegar à membrana timpânica, a qual vibrará (AIRES, 1999). A OE tem a função de auxiliar na localização da fonte sonora e de proteção das orelhas média e interna. A função do pavilhão auricular como captador de ondas sonoras é discutível, pois sua ausência não anula a boa acuidade auditiva (RUSSO, 1994).

2.3 ORELHA MÉDIA

A orelha média é formada por: porção timpânica da tuba auditiva, cavidade timpânica, antro e células aeradas da mastoide. A mucosa que reveste a orelha média é uma extensão da mucosa da nasofaringe vinda da tuba auditiva, ela pode ser considerada uma mucosa respiratória modificada (PATEL e OGRA, 1997; COSTA e SOUZA, 2002).

OM consiste em um espaço no osso temporal, preenchido por ar, que, com o tímpano, conecta-se à orelha interna e tem formato de cubo alongado. Dentro dessa cavidade está localizada a cadeia ossicular, constituída por três ossículos: martelo, bigorna e estribo. Esta estrutura encontra-se dentro da cavidade timpânica suspensa por ligamentos muito delgados e por dois músculos (Figura 3) (RUSSO et al., 2005).

Figura 3- Representação de estruturas da orelha média



Fonte: Russo (2005)

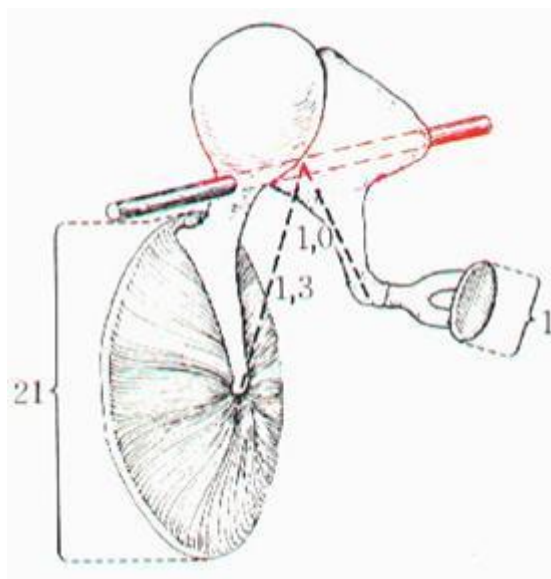
A principal função dessa parte da orelha é transmitir o som da membrana do tímpano para a orelha interna: as ondas sonoras movem a membrana timpânica, a qual move os ossículos (martelo, bigorna e estribo – nessa ordem), que conduzem as vibrações sonoras para a orelha interna (MINITI, 2000).

A OM comunica-se com a nasofaringe através da tuba auditiva, permitindo que o ar penetre. Sua função é igualar a pressão interna da orelha

média à pressão atmosférica. Quando essas pressões ficam diferentes, a sensação auditiva fica prejudicada até que o equilíbrio seja reestabelecido. A cadeia ossicular transmite a vibração acústica desde a membrana até a base do estribo, passando pelo martelo e pela bigorna (FILHO, 1994).

Os três ossículos localizados na orelha média fazem a conexão entre as partes externa e interna da orelha. Eles formam uma cadeia óssea articulada, fixada, de um lado, na membrana timpânica e, de outro, na janela oval, sendo responsáveis pela transmissão das pressões recebidas pelo tímpano da janela oval. A articulação entre os ossículos faz com que funcionem como uma alavanca interfixa. Ou seja, o martelo representa o braço de força da alavanca; a bigorna, o braço da resistência; o ponto fixo configura-se pela articulação sinovial entre o martelo e a bigorna. O cabo do martelo é aproximadamente 1,3 vezes maior que a apófise longa da bigorna, o que permite um ganho de força na mesma proporção da relação entre o braço de força e o de resistência (ERROBIDART et al., 2010).

Figura 4- Ilustração do mecanismo de alavanca



Fonte: Souza (1999)

Na orelha média também ocorre o reflexo do estapédio, o qual é desencadeado por um estímulo sonoro intenso e consiste em uma contração bilateral do músculo do estribo (estapédio) (HUNGRIA, 2000).

A contração isolada do músculo do estapédio faz com que ele gire em torno de um eixo vertical, facilitando a transmissão de sons fracos. Sob estímulos de forte intensidade, ele se desloca sob o eixo longitudinal e de cima para baixo com amplitude máxima superior, aumentando a rigidez e principalmente a resistência à transmissão de sons graves (FILHO, 1975).

Há outras hipóteses quanto à sua função: redução dos ruídos da fonte sonora; atenuação seletiva de frequências graves, com a finalidade de não deixar que os sons graves mascarem os agudos, melhorando a percepção de sons complexos (agudos); redução da excitação da orelha interna, diminuindo o ruído provocado por ela mesma; colaboração com a proteção OM; tensor do tímpano, em menor importância (ERROBIDART et al., 2010).

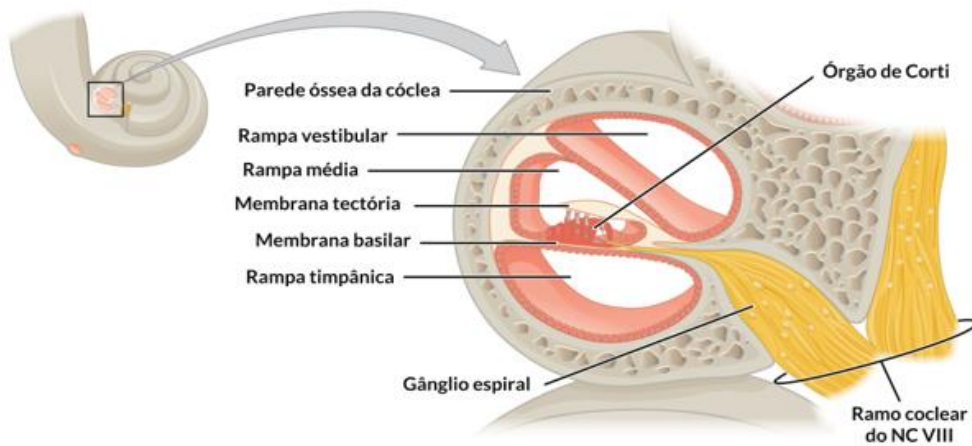
2.3 ORELHA INTERNA

A orelha interna é formada por escavações no osso temporal, revestidas por membrana e preenchidas por líquido. Ela se comunica com a orelha média pelas janelas oval e redonda. O labirinto apresenta uma parte anterior, a cóclea – relacionada com a audição – e uma parte posterior – relacionada com o equilíbrio – constituída pelo vestíbulo e pelos canais semicirculares (PAPARELLA, 1991; MARTINI et al., 2009).

A cóclea (do grego: *coclos* – caracol) constitui um órgão de cerca de 9 mm de diâmetro com estrutura cônica, composta por três ‘tubos’ paralelos que se afilam da base para o ápice, têm uma parede extremamente delgada e se dispõem em espiral, em torno de um osso chamado columela ou modíolo, ao redor do qual dão de duas e meia a três voltas. As paredes externas são ósseas. A cóclea é composta por três tubos individuais, colados um ao lado do outro: as escalas ou rampas timpânica; média ou coclear; vestibular. Esses tubos são separados um do outro por membranas. A membrana existente entre a escala vestibular e a escala média é tão fina que não oferece obstáculo para a passagem das ondas sonoras. Sua função é separar os líquidos das escalas média e vestibular, pois eles têm origem e composição química distintas e são importantes para o adequado funcionamento das células receptoras de as quais são responsáveis pela transdução de energia acústica (mecânica) em energia elétrica (LYSAKOWSKI et al., 1998)

A base da cóclea é alargada e possui duas janelas, a oval e a redonda (Figura 5). Os três ‘tubos’ são denominados: rampa vestibular – mais superior, limita-se com a orelha média pela janela oval; rampa média ou ducto coclear – em posição intermediária, contém o órgão de Corti e é delimitada em sua base pela membrana basilar; rampa timpânica – mais inferior; limita-se com a orelha média pela janela redonda (BEAR; COLS, 2016).

Figura 5- Recorte da estrutura da orelha interna



Fonte: Silverhorn (2017)

A membrana que separa a escala média da escala timpânica – chamada membrana basilar – é uma estrutura bastante resistente, que bloqueia as ondas sonoras. Essa membrana é sustentada por cerca de 25.000 estruturas finas, em forma de palheta – as fibras basilares –, as quais se projetam de um dos lados da membrana e aparecem ao longo de toda a sua extensão (BREUEL, 2000).

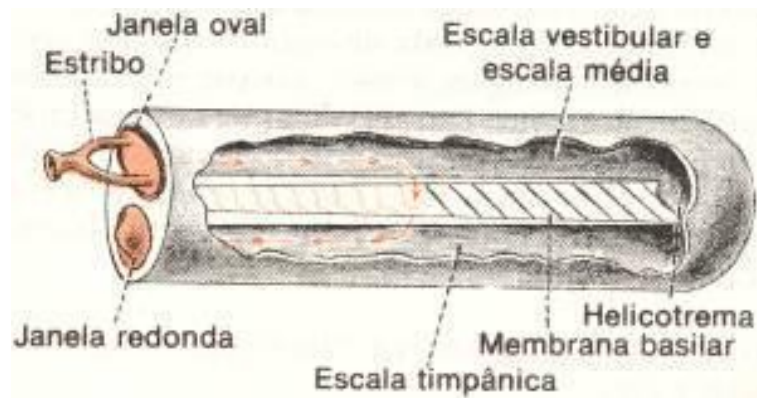
As fibras basilares próximas à janela oval na base da cóclea são curtas. Elas vão se tornando progressivamente mais longas à medida que se aproximam da porção superior da cóclea. Na parte final da cóclea, essas fibras são aproximadamente duas vezes mais longas do que as basais (SHIRLEY, 2018).

Na superfície da membrana basilar, localiza-se o órgão de Corti, onde há células nervosas ciliares (células sensoriais). Sobre o órgão de Corti há uma estrutura membranosa, chamada membrana tectórica, que se apoia, como se fosse um teto, sobre os cílios das células sensoriais (GUYTON, 1981).

Figura 6- Órgão de Corti

Figura 6- Órgão de Corti

Figura 6- Órgão de Corti



Fonte: Guyton (1981)

O labirinto posterior (vestibular) é constituído pelos canais semicirculares e pelo vestíbulo. Na parte posterior do vestíbulo, estão as cinco aberturas dos canais semicirculares e, na parte anterior, a abertura para o canal coclear (MARTINI et al. 2009).

Os canais semicirculares não têm função auditiva, sendo, porém, importantes na manutenção do equilíbrio do corpo. São pequenos tubos circulares (três tubos em forma de semicírculo) que contêm líquido e estão colocados, respectivamente, em três planos espaciais (um horizontal e dois verticais) no labirinto posterior, em cada lado da cabeça (VAMPUTTE, 2016).

Entre os canais semicirculares e a cóclea está uma grande cavidade cheia de um líquido denominada perilinfa – o vestíbulo. No interior dessa cavidade, contendo outro líquido – a endolinfa –, existem duas bolsas membráceas: uma póstero-superior, o utrículo e uma anteroinferior, o sáculo (BARRET, 2013).

As rampas vestibulares e timpânica comunicam-se entre si através do helicotrema, situado no ápice da cóclea. Em seu interior contêm um líquido denominado perilinfa, um fluido semelhante ao extracelular, rico em sódio ($\text{Na}^+=139$ mEq/L e $\text{K}^+=4$ mEq/L), O interior do ducto coclear contém endolinfa, semelhante ao líquido intracelular, rico em K^+ ($\text{Na}^+=13$ mEq/L e $\text{K}^+=144$ mEq/L). A lâmina espiral é uma lâmina óssea separada da columela e completada pela membrana basilar, que se insere sobre sua borda livre (VAMPUTTE, 2016).

A rampa vestibular está separada do ducto coclear pela membrana vestibular de Reissner e o ducto coclear está separado da rampa timpânica pela membrana basilar, onde está situado o órgão de Corti. A membrana tectória projeta-se sobre o órgão de Corti, com sua borda interna fixa ao modíolo e a borda externa livre (MARTINI, 2009).

Tanto o utrículo quanto o sáculo contêm células sensoriais agrupadas em estruturas denominadas máculas. Células nervosas da base da mácula projetam cílios sobre uma massa gelatinosa na qual estão localizados minúsculos grânulos calcificados, semelhantes a pequenos grãos de areia – os otólitos ou otocônios. O utrículo e o sáculo comunicam-se através dos ductos utricular e sacular (MARTINI, 2009).

2.4 OTITE MÉDIA COM EFUSÃO

Sob o conceito de otite média com efusão (OME), encontra-se um espectro de alterações nas quais a presença de líquido é encontrada na orelha média, na ausência de sintomas de infecção aguda. Entre as características que o

líquido pode apresentar encontram-se: mucoide, sanguinolento, purulento, seroso ou uma combinação deles (GATES et al., 2002).

OME é o termo que melhor engloba essas variações, porém ele possui diversos sinônimos, como otite média secretora, não supurativa, serosa (MENDES et al., 2019). A efusão da orelha média reduz a mobilidade da membrana timpânica, constituindo um obstáculo à condução das ondas sonoras (ROSENFELD et al., 2004).

Uma das teorias sobre o desenvolvimento da OME é a *hydrops ex vacuo*, a qual sugere que a tuba auditiva obstruída induz trocas gasosas entre a orelha média e a microcirculação da mucosa, o que gera uma pressão negativa prolongada dentro da orelha média e, conseqüentemente, o aparecimento de uma efusão serosa, por extravasamento de plasma submucoso. Para manter essa pressão negativa ocorre uma indução de alterações histopatológicas, caracterizadas por uma metaplasia epitelial que resulta na produção de um exsudato (efusão mucoide), material com maior conteúdo proteico e maior viscosidade (BLUESTONE, 1998; COSTA et al., 2000a).

A OME é uma condição considerada comum, principalmente na primeira infância. São frequentes os casos em que crianças têm a doença, porém não apresentam queixas ou sinais clínicos, ou seja, ela ocorre de maneira assintomática ou silenciosa (AYDOGAN et al., 2004).

Diversas variáveis influenciam o curso da fisiopatogenia da OME. Observações experimentais e clínicas sugerem que a tuba auditiva (TA) não é capaz de aliviar a pressão negativa criada dentro da cavidade timpânica. Sendo assim, uma reação inflamatória de qualquer etiologia produziria líquido, em atividade normal, para drenar esse líquido o batimento ciliar criaria uma

pressão negativa, que não poderia ser aliviada pela TA. O movimento de bombeamento muscular da TA aumentaria ainda mais a pressão negativa, não permitindo a drenagem das secreções da orelha média (MITRE, 2003). A efusão produzida na orelha média é frequentemente causada pela reação inflamatória da otite média. A efusão produzida na orelha média pode ser mucoide – constituída por exsudato gerado por glândulas secretoras – ou serosa – formada por transudato, devido ao aumento da permeabilidade capilar – (KAWANO et al., 2002)

No exame de otoscopia quando observadas bolhas de secreção ou nível hidroaéreo, associadas a uma fase de resolução do processo, indicam que a TA está recuperando sua função de equalizar a pressão dos gases entre OM e ambiente. A membrana timpânica pode ter aspecto opaco e a efusão pode mostrar diferentes colorações de acordo com o tipo e a consistência do líquido, pode também ser observada retração da MT, tornando o cabo do martelo horizontalizado (Figuras 7 e 8) (MITRE, 2003).

Figura 7- Abaulamento da membrana timpânica e o nível de fluido visível.



Fonte: John Ma (2019)

Figura 8- Membrana timpânica ligeiramente retraída e com presença de ar-fluido



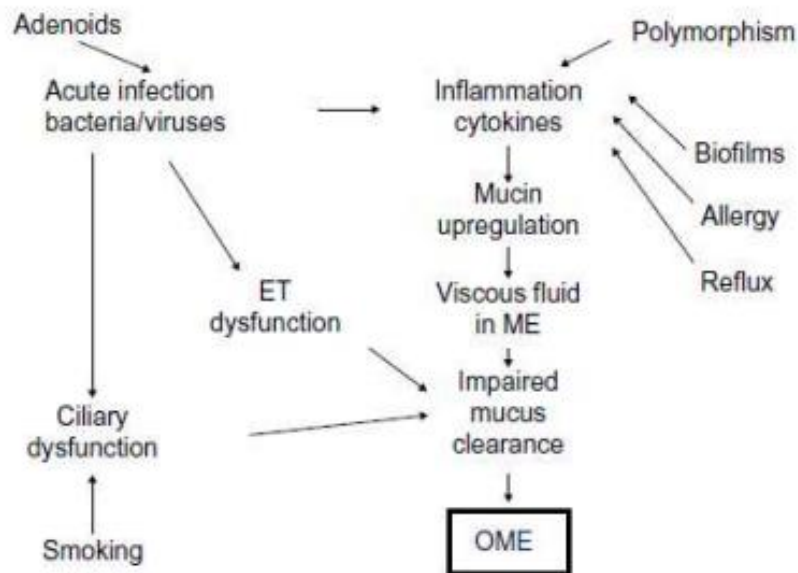
Fonte: Fonte: John Ma (2019)

Em relação à etiologia, a OME trata-se de uma doença multifatorial. São considerados fatores de risco para o desenvolvimento dessa patologia: inserção da criança em creches e escolas; idade; disfunção tubária; alterações imunológicas e fatores genéticos (FRANCESCO et al., 2005; LAVINSKY et al., 1999).

A OME é também uma frequente consequência de infecções de vias aéreas superiores (IVAS) ou de otites médias agudas, as quais apresentam maior incidência nos meses de prevalência do clima mais frio (outono e inverno). Infecções do trato respiratório podem provocar atividade infecciosa atenuada e persistente na orelha média, insuficiente para gerar sintomas de otite média aguda, mas que permite a exsudação, mantendo acumulado líquido viscoso (MITRE, 2003; QUREISHI et al., 2014)

Outro fator associado a casos de OME são as manifestações na orelha média de reações alérgicas, com produção de imunoglobina tipo E, estimulando a manutenção de líquido claro, estéril e viscoso. A permanência do líquido na orelha, somado ao aporte reduzido de oxigênio, leva a uma pressão negativa no OM, estimulando a metaplasia do mucoperiósteo. A metaplasia torna o líquido mais viscoso, fazendo com que a drenagem seja ainda mais difícil (MITRE, 2003). A Figura 9 demonstra a interação entre a OME e diversos fatores etiológicos.

Figura 9- Fatores etiológicos da Otite média com efusão



Fonte: Qureishi (2014)

Pais ou cuidadores fumantes podem se constituir em fator de risco para o surgimento de OME e OME crônica, pois o tabagismo passivo é comprovadamente um perigoso elemento. Outras causas a serem consideradas ligam-se às condições socioeconômicas da família; ao elevado número de filhos; ao uso de chupeta. (QUREISHI et al., 2014).

O aleitamento materno é uma proteção contra a OME. A amamentação por três meses diminui o risco de OME em 13% e quando esse tempo ultrapassa seis meses confere proteção até o terceiro ano de vida. Ressalta-se que o aleitamento correto evita processos infecciosos (FRANCESCO, et al. 2015; DE OLIVEIRA et al.; 2009)

O objetivo do tratamento da OME é corrigir a hipoacusia e evitar danos à orelha média (ROSENFELD, 1999). Uma das condutas mais adotadas por profissionais da área é a conduta vigilante – *watchful waiting* – por determinado período, pois na maioria dos casos a resolução é espontânea (ROSENFELD. 19

Segundo a teoria do *continuum*, a otite média existe ao longo de uma série de eventos contínuos, de modo que, após ser desencadeada, uma OMS ou purulenta transforma-se em seromucoide, mucoide e, não havendo regressão no quadro, torna-se crônica. A OMC crônica apresenta tendência de bilateralidade, porém, nos casos em que se manifesta de forma unilateral, não deve ser descartado o acompanhamento da orelha contralateral (OCL). Em 46,3% dos casos, a OCL pode evidenciar alterações, indicando que a OMC não deve ser vista como um evento isolado que surge em uma orelha especificamente doente, mas como produto de uma série de eventos próprios do indivíduo. O acompanhamento da OCL assume papel fundamental na avaliação prognóstica da OMC, servindo de guia para a provável evolução da doença (SCHEIBE et al., 2002).

A resolução espontânea da OME ocorre, em 75% a 90% dos casos, após três meses. A taxa de ocorrência na população infantil é alta, ficando ao redor de 65% aos dois anos (ROSENFELD et al., 2004). A resolução espontânea é

menor nos casos bilaterais e quando a OME persiste por três meses ou mais. A critério médico, são administrados medicamentos antibióticos, corticosteroides, anti-histamínicos e descongestionantes (SAFFER, MIURA, 2015).

Uma das complicações da OME, principalmente na primeira infância, configura-se no atraso no desenvolvimento da linguagem. Isso ocorre por conta da privação auditiva acarretada, pois, em alguns casos, as propriedades mecânico-acústicas da orelha média podem se alterar devido à presença de fluido em uma cavidade que, em condições normais, seria ocupada por ar. Esta alteração dificulta a entrada do som, resultando em perdas auditivas condutivas (quando a diferença entre limiares aéreos e ósseos superam 15dB e os limiares de via aérea variam de 0 a 40 dB) (TOMLIN e LONG, 2014).

Há grande importância na integridade da audição periférica condutiva e neurosensorial para o desenvolvimento das habilidades auditivas do Processamento Auditivo Central (PAC). Estas habilidades constituem-se em processo fundamental para a aquisição da linguagem oral; para a compreensão verbal; para a aquisição da leitura e da escrita; para bons aprendizado e desempenho acadêmico. As perdas auditivas periféricas na infância podem, portanto, contribuir para alterações no PAC, uma vez que a audição normal fornece a principal fonte de *feedback* na aquisição da linguagem, da fala e de habilidades cognitivas. (TAMANINI, 2015).

O PAC vem sendo apontado, em muitas pesquisas, como um dos fatores das alterações de fala e linguagem em crianças com história de otites. Estudos mostram que há correlação entre eventos de otites, em especial de otites médias ocorridas durante a infância, e alterações perceptuais auditivas, havendo riscos aumentados de futuros déficits de fala em crianças que

vivenciam essas patologias (ZUMACH et al., 2009; KHAVARGHAZALANI et al., 2016; MACHADO et al., 2020)

Outro exame de apoio no diagnóstico de otites é a timpanometria. Ela auxilia a verificação do funcionamento do sistema tímpano-ossicular, criando variações da pressão do ar no canal auditivo (meato acústico externo) (DI FRANCESCO et al., 2016).

3 CONCEITOS BÁSICOS PARA O ESTUDO DA TIMPANOMETRIA

Neste capítulo são abordados alguns conceitos básicos para o estudo da timpanometria.

3.1 Ressonância da OM

A propagação mecânica do som do canal auditivo para a cóclea é controlada por massa dos ossículos; elasticidade da membrana timpânica; ligamentos da orelha média; tendões; fechamento do ar; atrito – gerando uma taxa de impedância na entrada do som da OM que atinge a cóclea (RUSSO e SANTOS, 1993).

A frequência de ressonância da OM muda conforme a faixa etária do sujeito. Em adultos com audição dentro da normalidade, a frequência de ressonância da OM varia normalmente de 600Hz a 1350Hz, sendo o valor médio de 950Hz. Em crianças, estudos sobre essa frequência são escassos. Simonetti (2004) ressalta que, na faixa etária de 8 a 18 meses, o valor máximo da absorvância acústica na timpanometria de banda larga (TBL) está em 3672Hz, tendo,

portanto, maior amplificação do estímulo sonoro no meato acústico externo. Essa frequência diminui com o desenvolvimento da orelha externa. Devido às mudanças da frequência de ressonância da OM, resultantes da troca de idade, recomenda-se para determiná-la a TBL (ANDRÁ SANCHES e CARVALHO, 2012).

Em consequência, se a fonte sonora emitida apresentar uma onda sonora cuja frequência coincida com a do sistema, é como se ambas entrassem em ressonância (RUSSO. 1993).

É importante identificar a frequência de ressonância da OM com a alteração da rigidez, por exemplo, a otosclerose, porque isso evita o deslocamento da ressonância para frequências mais baixas. Por conseguinte, é interessante encontrar a frequência de ressonância da OM e confrontá-la com os parâmetros de normalidade (Carvalho e Sanches, 2015).

3.2 Reflectância Acústica

Na propagação do som, a energia acústica emitida passa pelo meato acústico externo e pela orelha média, até chegar à cóclea, onde será absorvida pelo sistema. A orelha média funciona como um amplificador, aumentando a eficiência da transmissão do som, entre o ar de baixa impedância e os fluidos de alta impedância da cóclea. Entretanto, nem toda a energia emitida chega à cóclea. Quando ela atinge a orelha média, parte chega à cóclea e é absorvida pelo sistema e parte é refletida pela orelha média. Essa parte refletida pela orelha média é chamada reflectância (FEENEY, 2003). Reflectância é um número real entre 0 e 1 (ou 0 e 100%), onde 0 significa que toda a energia foi absorvida e 1 significa que toda a energia foi refletida de volta ao meato acústico externo (SHAHNAZ et al., 2009).

As medidas de reflectância acústica vêm sendo exploradas na última década, elas permitem quantificar a energia sonora refletida pela orelha média. A reflectância de banda larga (RBL) mede a função de transferência pela orelha média em uma ampla faixa de frequências e vem sendo usada como diagnóstico alternativo ou complementar à timpanometria (ALLEN et al., 2005; SILVA et al., 2013).

3.3 Reflectância de banda larga

O termo reflectância de banda larga (RBL) refere-se à razão entre a energia refletida e a incidente representada no meato acústico externo. Ela é obtida por meio de uma sonda que revela a quantidade de energia refletida (medida em porcentagem) pela membrana timpânica e a que é absorvida pela orelha média (ALLEN, JENGELEVITT, 2005).

A literatura aborda termos distintos para referir-se a essa técnica, como reflectância de banda larga (KEEFE et al., 1992); medidas de energia de banda larga da OM (ALLEN et al., 2005); função de transferência acústica de banda larga (KEEFE et al., 2000; VANDER WERFF et al., 2007; SANFORD et al.; 2009).

Procedimento diagnóstico capaz de identificar disfunções discretas da OM não identificadas na timpanometria convencional, a RBL apresenta vantagens por não depender da pressurização do canal auditivo e, em consequência, não provocar distorção.. Ela é realizada em ampla faixa de frequência, diferentemente da timpanometria de frequência única. As medidas de RBL podem, mais rapidamente do que a timpanometria tradicional, trazer importantes informações para o diagnóstico de perda auditiva condutiva em crianças (KEEFE et al., 1992; KEEFE et al., 1993).

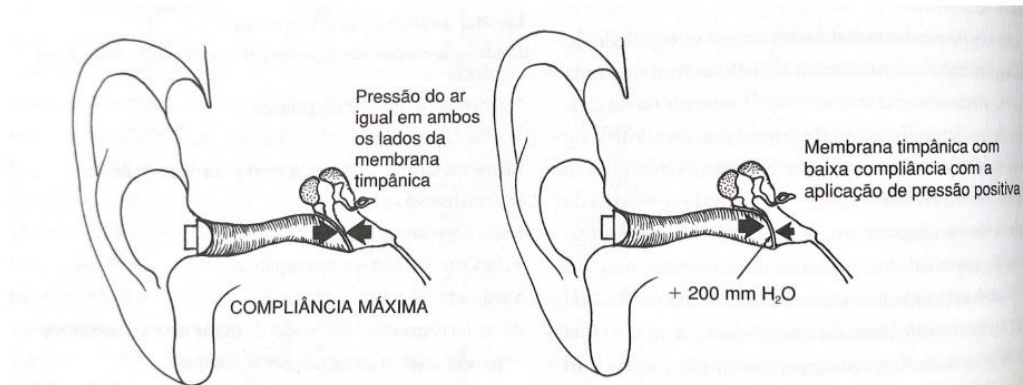
3.4 Compliância

A compliância mede a mobilidade da orelha média, na qual, fatores como massa, rigidez e resistência atuam, facilitando ou impedindo seu movimento, sendo ela medida em termos de volume equivalente em mililitros

(ml), fornecendo informações que vêm auxiliar outras medidas. Quanto maior a mobilidade, maior a altura do pico; quanto menor a mobilidade, menor a altura do pico. A compliância estática pode ser obtida por meio do cálculo da diferença entre outras duas medidas: o volume da orelha externa e o volume total (volume da orelha externa mais volume da orelha média). Ela é utilizada para identificar alterações da orelha média, por meio da altura do pico ou da curva timpanométrica que pode aumentar ou diminuir. A altura diminui quando a compliância estática é anormalmente baixa, o que ocorre quando existe rigidez na orelha média, e está associada a transtornos como: fixação da cadeia ossicular; colesteatoma; otosclerose; líquido na orelha média, sendo este último a causa mais comum em crianças. A compliância estática aumenta quando a admitância é anormalmente alta, o que pode resultar de alterações que adicionem massa ao sistema da orelha média (SANTOS e RUSSO, 1991).

A compliância da MT está em seu ponto máximo quando as pressões do ar em ambos os lados são iguais. Isso é, o tímpano é mais móvel quando a pressão do ar no meato acústico externo for exatamente igual à pressão do ar na orelha média (Figura 10) (NORTHERN e DOWNS, 2005).

Figura 10 - Compliância ou mobilidade da membrana timpânica



Fonte: Northern e Downs (2005)

3.5 Imitância ou admitância acústica

A imitância acústica é um termo genérico que se refere tanto à admitância acústica (Y_a) quanto à impedância acústica (Z_a). No sistema auditivo, Y_a é uma medida da facilidade com que a energia flui no sistema da orelha média e Z_a é uma medida da dificuldade com que a energia flui no sistema da orelha média. A admitância e impedância acústica são quantidades inversamente proporcionais. Um sistema que oferece alta impedância à transferência de energia sonora apresenta baixa admitância acústica e vice-versa. Quanto mais flácida está a membrana timpânica, maior energia é absorvida, e quanto mais rígida está a membrana timpânica, maior energia é refletida (Wiley e Stoppenbach, 2002; Fowler e Shanks, 2002).

Z_a é diretamente proporcional à pressão sonora medida na ponta da sonda e Y_a é diretamente proporcional à velocidade do volume na ponta da sonda. Para um dado sistema acústico, quanto maior a pressão sonora medida, maior será a impedância acústica equivalente e menor será a admitância acústica. De maneira inversa, o aumento da velocidade do volume está associado à admitância acústica maior e à impedância acústica menor (Margolis e Hunter, 2001). A unidade de medida da impedância acústica é o ohm acústico e o da admitância acústica, o mho, que é o inverso do ohm. Pelo fato de a admitância da orelha ser uma fração do mho, torna-se conveniente utilizar o mmho, que corresponde a um milésimo do mho (Margolis e Hunter, 2001).

A admitância acústica da orelha é derivada de várias fontes mecânicas e acústicas de massa, rigidez e atrito. Os componentes de rigidez vêm dos volumes de ar presentes na orelha externa e nos espaços da orelha média; da membrana timpânica; da janela oval; dos tendões e ligamentos dos ossículos. Os componentes de massa são devidos aos três ossículos; à parte flácida da membrana timpânica; à perilinfa. O atrito é introduzido pela perilinfa; pela mucosa de revestimento interno da cavidade da orelha média; pela passagem estreita entre a orelha média e as cavidades de ar da mastoide; pela membrana timpânica; pelos vários tendões e ligamentos da orelha média. Contrações dos músculos da orelha média também modificam a admitância da orelha, geralmente aumentando os componentes de rigidez (van Camp et al., 1986).

Os componentes da massa são maiores nas sondas de alta frequência e menores nas sondas de baixa frequência (Margolis e Hunter, 2001). A orelha

média normal é dominada, primariamente, pela rigidez em tons de baixa frequência (ex. 226 Hz). Em frequência mais alta (ex. 1000 Hz), a contribuição relativa dos componentes de cada estrutura anatômica modifica-se e a admitância acústica medida na entrada da orelha média torna-se mais dominada pela massa (Wiley e Stoppenbach, 2002).

A admitância acústica é composta por um componente de fricção, chamado resistência acústica (R_a); um componente de rigidez, chamado reactância acústica negativa ($-X_a$); um componente de massa, chamado reactância acústica positiva ($+X_a$). Seus recíprocos são os componentes da admitância, respectivamente: conductância acústica (G_a); susceptância acústica positiva ($+B_a$); susceptância acústica negativa ($-B_a$) (Northern e Downs, 2002).

Quando se mede a transferência de energia acústica consideram-se, basicamente, dois componentes principais: o componente de fase, que ocorre simultaneamente com a aplicação da força, e o componente fora de fase, que ocorre depois da aplicação da força. O componente de fase é a resistência acústica, ou conductância acústica, e o componente fora de fase é a reactância acústica (X_a), ou susceptância acústica (B_a) (Block e Wiley, 1999).

3.6 Absorvância

A absorvância acústica consiste na razão entre a energia absorvida pela OM e a energia incidente apresentada pela OM e a energia incidente apresentada no MAE, sendo seus valores complementares. O resultado da absorvância acústica pode ser expresso entre 0 (zero) e 1 (um) ou em porcentagem (%). O 0 (zero) representa toda a energia refletida pela membrana timpânica e o 1 (um) representa a energia absorvida pela MT e transmitida para a OM (MERCHANT; HORTON e VOSS;2010)

Estudos tem demonstrado que a TBL, com medidas de absorvância acústica, parece ser mais sensível para identificar, em neonatos e crianças, discretas alterações condutivas tais como: membrana timpânica perfurada; fluido na OM; otosclerose; disfunção na cadeia ossicular; deiscência do canal semicircular (MARGOLIS et al., 1999; KEEFE e SIMMONS, 2003; SANFORD e FEENEY, 2008; KEEFE et al., 2012).

3.7 Estímulo *chirp*

Historicamente, os exames eletrofisiológicos eram realizados utilizando um estímulo específico, chamado *click*. Acreditava-se que, em virtude de seu início abrupto e da composição de banda larga, ocorria uma ativação e consequentemente uma ampla região da cóclea de forma sincrônica (DAU et al., 2000). No entanto, a resposta gerada por este estímulo não era totalmente sincronizada. Quando um *click* atinge a membrana basilar, a onda sonora resultante leva um tempo considerável para atingir, desde a base, o ápice da cóclea. O auge da resposta ocorre milésimos de segundos mais tarde nas

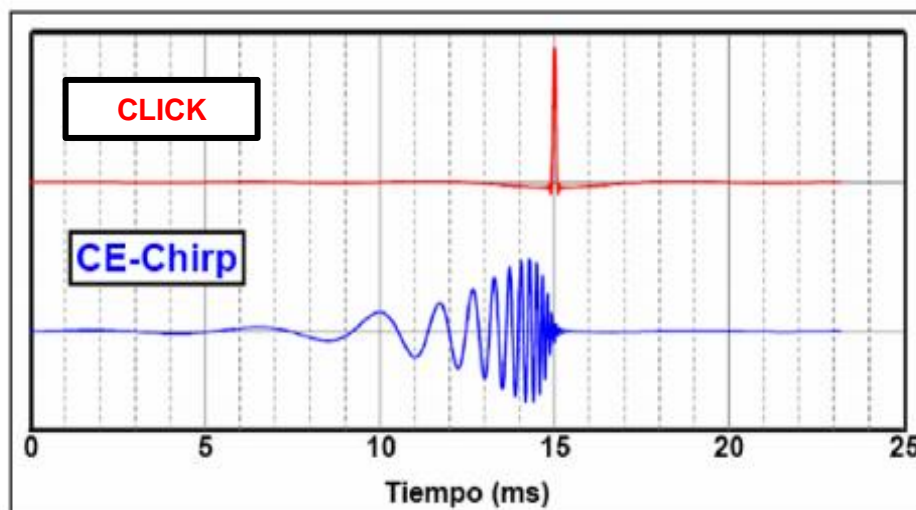
regiões de baixa frequência do que nas regiões de alta frequência. Por isso, as células ao longo da membrana basilar não são estimuladas ao mesmo tempo, resultando na despolarização assíncrona dos neurônios. É preciso mais tempo para que a região de baixa frequência alcance o deslocamento máximo atingido na base da cóclea, de modo que todos os neurônios ao longo da membrana basilar despolarizem de forma simultânea (ELBERLING et al., 2010; RODRIGUES e LEWIS; 2012).

Estas observações chamaram a atenção sobre possíveis pontos negativos do estímulo *click*, mas também sugeriram pontos que poderiam ser modificados na construção de novos estímulos. Como alternativa, objetivando uma ativação neuronal simultânea ao longo da membrana basilar e, conseqüentemente, o registro de respostas com maior amplitude, surgiu o *chirp*. Este estímulo foi primeiro desenvolvido com base em equações que consideram as propriedades mecânicas da cóclea (FOBEL e DAU, 2004).

Claus Elberling e um grupo de pesquisadores desenvolveram, com suporte em equações baseadas nas latências de registros de exames eletrofisiológicos em humanos, alguns estudos visando construir um modelo de estímulo que compensasse a dispersão temporal da onda sonora na cóclea, (ELBERLING, 2008; ELBERLING et al., 2007; DAU et al., 2000;). Patenteado como CE-chirp®, em homenagem a seu criador, este estímulo foi construído com base em modelos reais do tempo de viagem da onda sonora na cóclea humana. A diferença com relação ao *click* é o tempo de apresentação dos componentes de frequência baixa, média e alta com o objetivo de estimular todas as regiões de frequência da cóclea de forma simultânea (ELBERLING,

2008; STÜRZEBECKER et al., 2006). A Figura 11 apresenta a comparação do estímulo *click* em relação ao estímulo *chirp*.

Figura 11 - Comparação estímulo click e chirp



FONTE: RIVERA e MARCOTTI (2016)

4 TIMPANOMETRIAS

4.1 Timpanometria Convencional

A medida de timpanometria é o método utilizado para avaliar a mobilidade da cadeia tímpano-ossicular, ou seja, avalia-se a capacidade que a membrana tem para refletir um som introduzido no conduto auditivo externo, em resposta a graduais modificações da pressão no conduto (LIDEN, 1970).

O som captado pela orelha, em condições normais, propaga-se pelo meato acústico externo (MAE) e é transmitido através da orelha média para a cóclea. A orelha média age como um potencializador para aumentar a eficiência do som entre o ar de baixa impedância do MAE e os fluídos de alta impedância da cóclea (MARGOLIS e HUNTER, 2001).

Quando há alguma alteração nesse sistema, há maior resistência ao movimento e, conseqüentemente, ocorre redução na eficiência da transmissão

sonora. Pelo estudo da fração não aproveitada pela orelha média tem-se informações das características da transmissão do sistema tímpano ossicular.

Não é possível realizar uma avaliação direta da membrana timpânica e dos ossículos presentes na orelha média, por esta razão foi desenvolvido um método de avaliação que utiliza as medidas de imitância acústica em resposta ao som. O imitanciômetro é o equipamento que melhor avalia a orelha média por meio da timpanometria e possibilita a investigação da variação da imitância acústica no sistema auditivo (CARVALHO, COUTO, 2004).

Clinicamente, usa-se a técnica de timpanometria para medir a oposição oferecida pela parte externa da membrana timpânica (MT), na parte do conduto auditivo externo à transmissão integral da vibração sonora. Classificam-se tais medidas como dinâmica ou estática. A complacência da membrana timpânica refere-se à medida estática. A medida do reflexo do músculo do estribo corresponde à medida dinâmica (LFLLY, D.J, 1972).

A timpanometria convencional é um exame audiológico cujo objetivo é mensurar a impedância e a admitância acústica do sistema auditivo em função da variação da pressão (+200 e -400 daPa) no MEA (LIDEN et al., 1977).

As medidas de imitância acústica, compostas pela timpanometria e pela pesquisa dos reflexos acústicos, são a principal forma de avaliação da orelha média. A avaliação é realizada por meio de uma medida dinâmica que avalia a mobilidade tímpano-ossicular e os reflexos acústicos (LINARES e CARVALLO, 2008).

A timpanometria convencional utiliza sons testes de 226Hz a 1000 Hz, para avaliar o funcionamento da orelha média, medindo a resistência da membrana timpânica em relação aos estímulos sonoros. Simultaneamente, é

verificada a pressão sobre os ossos da bigorna, do martelo e do estribo. O objetivo, neste caso, é verificar as mudanças apresentadas no tímpano durante o tempo em que está exposto a um estímulo sonoro. Programa-se um tempo médio de dez segundos e observa-se se, nesse período, a membrana timpânica fica mais rígida ou mais flácida. Esse fenômeno é chamado complacência.

Tal procedimento apresenta, entretanto, baixa sensibilidade para avaliação, principalmente de crianças, devido à necessidade de pressurização no MAE. Estudos demonstram que sondas de tons mais altos (660 e 1000Hz) apresentam resultados mais fidedignos, contudo, mesmo assim, podem ser encontrados resultados indeterminados, o que dificulta o diagnóstico e a definição de presença ou ausência de alterações condutivas na orelha média (MARCHANT et al., 1986; BALDWIN, 2006).

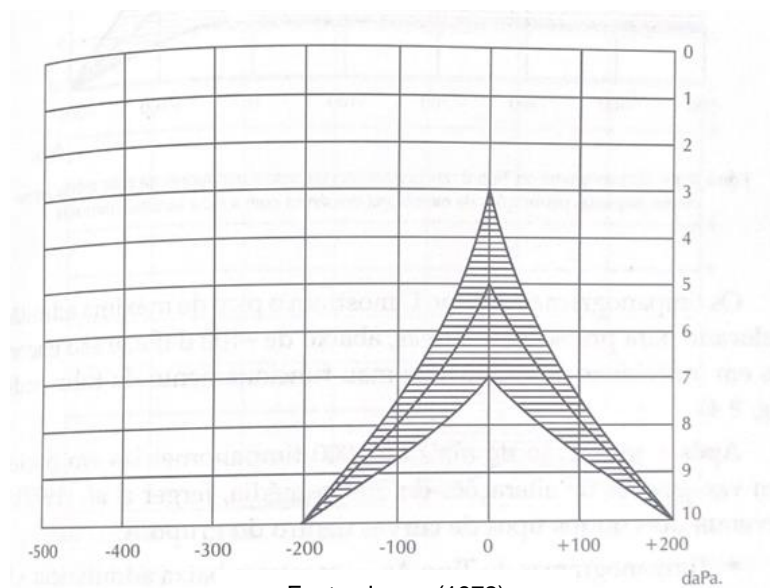
A timpanometria é o método utilizado para avaliar a mobilidade da cadeia tímpano-ossicular, ou seja, avalia-se a capacidade que a membrana tem para refletir um som introduzido no conduto auditivo externo, em resposta a graduais modificações da pressão no conduto (LIDEN, G, 1970). O timpanograma é o gráfico que apresenta a amplitude da curva desde a linha de base e ilustra o grau de mobilidade do sistema da orelha média. À medida que a admitância aumenta, maior será o tamanho da curva (NORIS, 1980).

O ponto máximo de admitância ocorre quando a pressão da orelha média está balanceada com a pressão introduzida no MAE. Assim, a timpanometria mostra uma medida indireta da pressão da orelha média, pela identificação da pressão de ar no MAE, na qual a MT apresenta o pico de máxima admitância.

Em 1972, após estudar centenas de pacientes, Jerger classificou cinco tipos fundamentais de curvas timpanométricas, de acordo com diferentes patologias encontradas na OM.

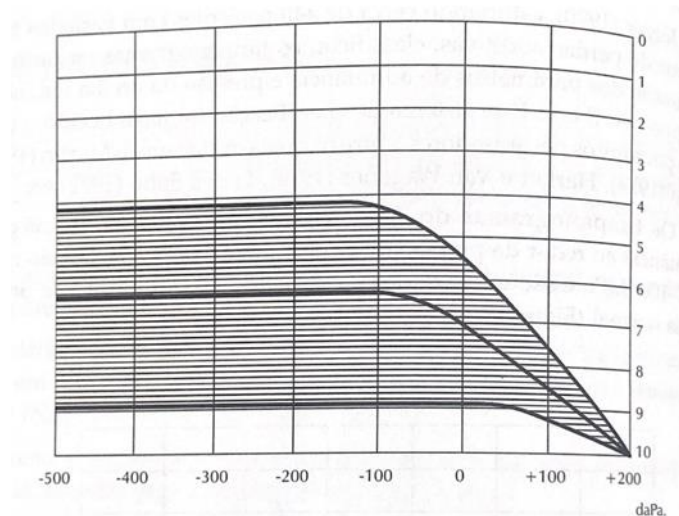
A primeira é a curva timpanométrica do tipo “A” (Figura 12), caracterizada por apresentar *compliance* tímpano-ossicular e cavidades do ouvido média normal (pico estreito centrado no 0, com uma variação de -100 a 100). Esta curva é comumente encontrada em indivíduos que apresentam mobilidade normal de cadeia tímpano-ossicular e em indivíduos com otosclerose.

Figura 12- Curva timpanométrica do tipo A



A segunda é a curva timpanométrica do tipo “B” (Figura 13). Nesta não há pico de máxima complacência e ela é apresentada sem alterações, mesmo que ocorram grandes variações de pressão no conduto auditivo, e corresponde a uma disjunção da cadeia ou a um tímpano flácido (excesso de mobilidade). Este tipo de curva foi encontrado, no estudo, em pacientes portadores de otites (com presença de líquido na OM).

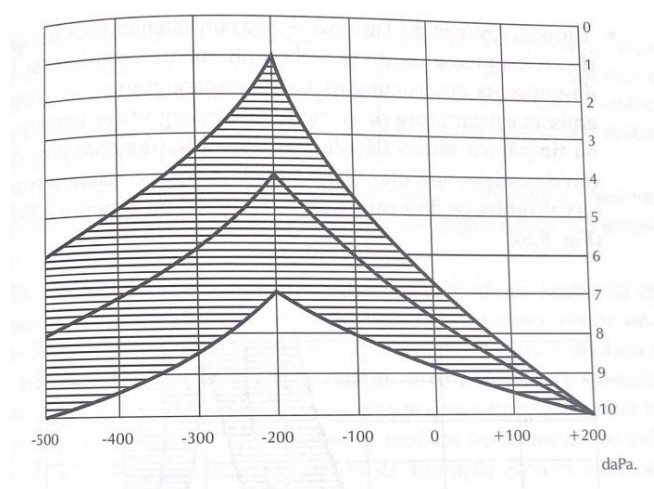
Figura 13- Curva timpanométrica do tipo B



Fonte: Jerger (1972)

A terceira é a curva timpanométrica do tipo “C” (Figura 14). Nesta, o pico (máxima complacência) apresenta-se deslocado para pressões muito negativas em torno de -100daPa. Ela curva foi encontrada em pacientes que apresentavam um funcionamento alterado na tuba auditiva.

Figura 14- Curva Timpanométrica do tipo C

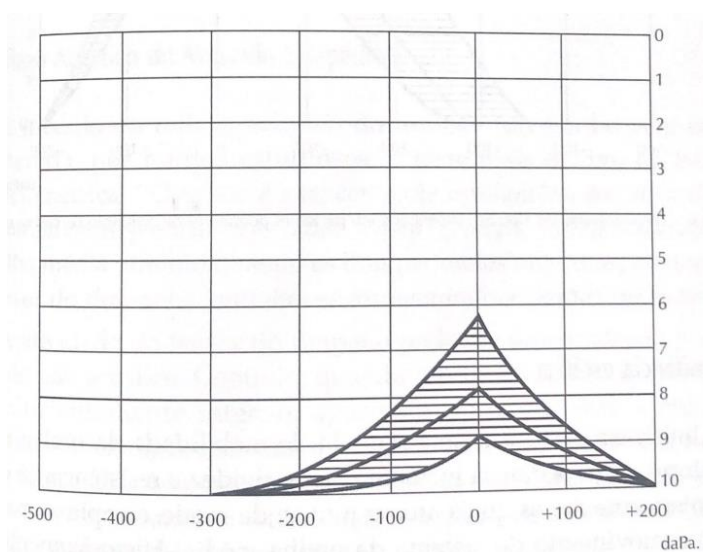


Fonte: Jerger (1972)

A quarta curva timpanométrica é a do tipo “As” (Figura 15). Caracteriza-se por ser rígida e achatada. Ela foi encontrada em pacientes portadores de otosclerose, timpanosclerose e em pacientes com membranas timpânicas espessas.

Fonte: Jerger (1972)

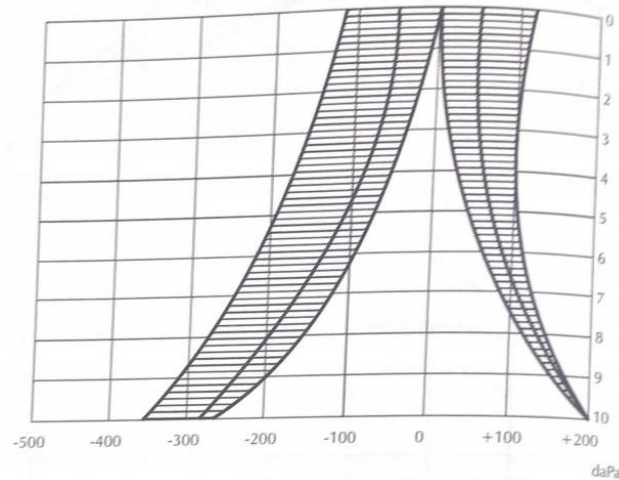
Figura 15- Curva Timpanométrica do tipo As



Fonte: Jerger (1972)

A quinta curva timpanográfica é a do tipo “Ad” (Figura 16). Ela apresenta grande complacência, podendo não apresentar ponto máximo. Esta curva foi encontrada em pacientes com flacidez de MT ou com interrupção de cadeia tímpano-ossicular.

Figura 16- Curva Timpanométrica do tipo Ad



Fonte: Jerger (1972)

4.2 Timpanometria de Banda Larga

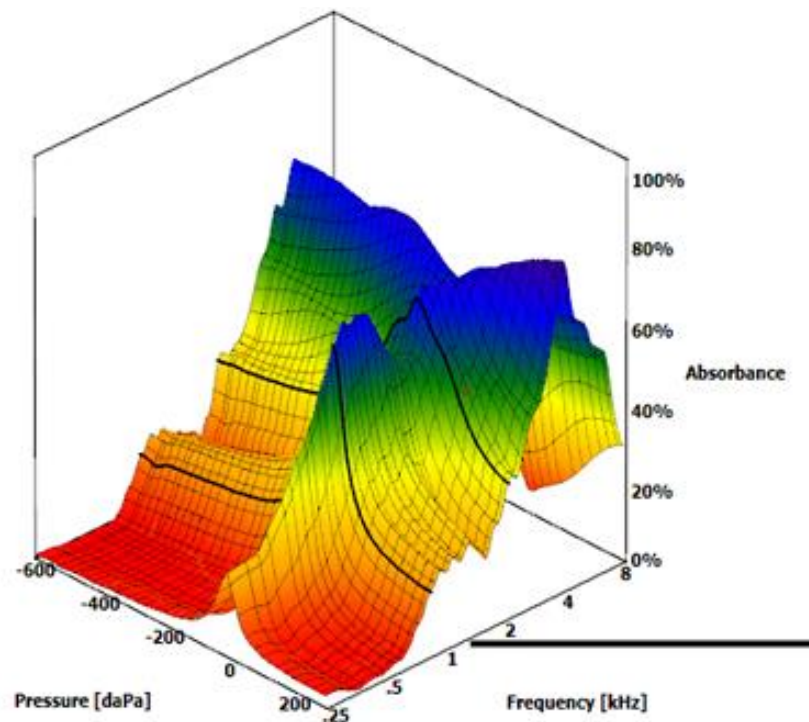
A timpanometria de banda larga (TBL) é um método recente para avaliar as condições da OM. Em comparação com a timpanometria convencional, a TBL pode obter resultados mais sensíveis em perda auditiva condutiva. Este método fornece avaliação baseada em imitância, em uma frequência que pode ser captada em até 10.000Hz em adultos e 20.000Hz em bebês. (ÖZGÜR et al., 2016).

A TBL com medidas de absorvância acústica é uma técnica que aumenta as possibilidades de estudo das variáveis condições anatômicas e fisiológicas da orelha média, em comparação com outras técnicas tradicionais utilizadas com público infantil. Holte et al., (1990); Keefe e Levi (19960) salientaram, em seus estudos, a facilidade de interpretação das respostas da TBL, mesmo considerando-se as mudanças significativas da estrutura anatômica das orelhas externas e média que ocorrem nos primeiros seis meses de vida. Na

literatura, diferentes termos são utilizados para nomear a medida complementar da TBL como absorvância de banda larga ou absorvância de banda larga (FEENEY et al.,2013)15

Além de oferecer uma medida dinâmica da imitância acústica tradicional, a TBL também mensura todos os timpanogramas, desde 226Hz até 8000Hz, em um único e rápido estímulo, o que facilita a medida em crianças muito pequenas, pois é realizado em curto espaço de tempo, adotando o mesmo procedimento da timpanometria clássica. Os resultados da TBL, como medidas de absorvância acústica, são revelados em um gráfico tridimensional (3D), ou seja, com eixo X graduado pela frequência (Hz), com eixo Y graduado pela porcentagem (%) da absorvância, com o eixo Z graduado pela pressão sonora em daPa, como ilustrado na Figura 17 (HUNTER et al., 2008).

Figura 17- Timpanograma 3D



Fonte: Interacustics (2013)

Timpanometria de banda larga com medidas de absorvância acústica

Descrevem-se, na sequência, algumas pesquisas sobre a TBL, com medidas de absorvância acústica, que facilitam a identificação e a caracterização de alterações condutivas, causadas por otites, nas diferentes faixas etárias.

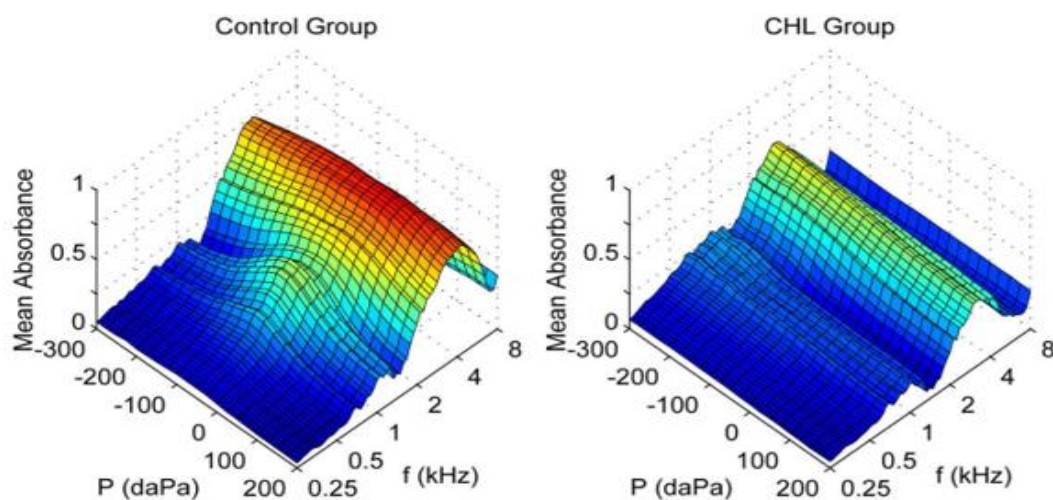
Keefe et al. (2012) consideraram a hipótese de que a absorvância de banda larga identifica a perda auditiva condutiva em crianças clinicamente classificadas com diagnóstico de otite média com efusão (OME). Para obtenção das medidas de absorvância acústica, foi utilizado o equipamento GSI *Tympstar Pro*. Participaram do estudo crianças com idade de média de 5,1

anos com perda auditiva condutiva, de ambos os gêneros, com *gap* aéreo-ósseo ≥ 20 dB e presença de otite média, que poderia ser a causa provável da perda. Porém, alguns dados audiométricos não foram concluídos em algumas crianças do grupo com perda auditiva condutiva.

Foram extraídas dos grupos as medidas de absorvância de banda larga, tanto pressurizada quanto em pressão ambiental, e de timpanometria de 226Hz. Os resultados obtidos evidenciam que a absorvância de banda larga realizada tanto de forma pressurizada como em pressão ambiente demonstrou equivalência ao diagnosticar alterações da OM. Não houve praticamente nenhuma diferença nas medidas de absorvância de banda larga entre os grupos em frequências menores no que 6 Hz, indicando que, nessas frequências, não se obtiveram resultados mais precisos do que os da timpanometria convencional. A absorvância timpanométrica foi maior no grupo controle (com absorção de 87%) do que no grupo com perda auditiva condutiva (com absorção de 61%), em frequências superiores a 0,7kHz. A absorvância de banda larga foi inversamente proporcional ao *gap* aéreo ósseo no grupo com perda auditiva condutiva, conforme ilustra a Figura 18.

Em consequência desses resultados, os autores concluíram que a absorvância de banda larga acima de 0,7kHz é um preditor importante na triagem auditiva para um diagnóstico fidedigno no público com perda auditiva condutiva, apresentando, nessas condições, melhor desempenho do que a timpanometria de 226Hz.

Figura 18- Timpanograma 3D grupo estudo e controle



Fonte: Keefe (2012)

Elison et al. (2012) compararam as medidas de transferência acústica de banda larga, realizada em pressão ambiente, ao método tradicional, com a pneumotoscopia, no que se refere à precisão em prever a otite média com efusão. Os dados foram coletados em crianças com idades entre 6 meses e 7 anos. O grupo experimental foi constituído de 44 crianças com idade média de (1,9 anos), sendo 53 orelhas com efusão de OM; o grupo controle também foi composto de 44 crianças com média de idade (1,8 anos), sendo 59 orelhas com achados de otoscopia pneumática normal e sem histórico de alteração ou cirurgia de OM.

Os resultados mostraram que a absorvância de banda larga identificou rigidez e efusão da OM com a mesma exatidão dos métodos tradicionais recomendados. Nas frequências de 1500Hz a 3000Hz, houve maiores diferenças na absorvância acústica entre os grupos. Por conseguinte, o

melhor método para avaliação identificado pelos autores foi a interação entre absorvância de banda larga e outro método tradicional para diferenciar as condições de OM analisadas, com diferenças significantes entre os grupos. Nesse caso, a TBL com medidas de absorvância acústica configura-se como uma técnica complementar na avaliação adequada das condições da OM, resultando em um tratamento eficiente.

5 JUSTIFICATIVA

Conforme os estudos apresentados, a presente investigação justifica-se pelo fato de o Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA) possuir um ambulatório de otite média, que atende pacientes com patologias de orelha média, o qual é referência no Brasil. O uso de TBL pode se constituir em um diferencial, permitindo avanços no diagnóstico precoce, porém são necessárias pesquisas sobre este exame, por ser ele ainda novo. A obtenção de medidas de absorvância acústica em crianças de diferentes faixas etárias, com e sem patologias, torna possível avaliar a eficácia técnica na identificação de alterações de OM.

6 OBJETIVOS

6.1 Objetivo geral

Identificar a existência de relação entre achados audiométricos, timpanometria e absorvância acústica na otite média com efusão.

6.2 Objetivos específicos

- Analisar perda auditiva condutiva com achados de absorvância acústica.
- Verificar sensibilidade e especificidade do exame em pacientes com otite média com efusão.
- Comparar a timpanometria convencional e a timpanometria de banda larga na efetividade do diagnóstico da otite média com efusão.

7 METODOLOGIA

7.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO

Este é um estudo transversal, observacional, prospectivo.

7.2 POPULAÇÃO EM ESTUDO

A população-alvo foi composta de crianças e adolescentes com diagnóstico de otite média com efusão, avaliados no ambulatório do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA).

7.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Foram incluídos na amostra:

- Crianças e adolescentes de 6 a 18 anos que realizaram avaliação otorrinolaringológica e com diagnóstico de otite média com efusão;
- Sujeitos com otite média com efusão confirmada por meio de ferramentas de avaliação (otoscopia, timpanometria e audiometria), conforme o proposto por (FENEET et al., 2013; MARGOLIS et al., 2011; TERZI et al., 2015);
- Sujeitos que não realizaram cirurgia otológica prévia.

7.4 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Foram excluídos da amostra:

- Sujeitos com diagnósticos de otites distintas;
- Sujeitos que não concluíram o protocolo completo de avaliação proposta pelo estudo.

7.5 LOGÍSTICA

Os pacientes diagnosticados, no ambulatório de otorrinolaringologia, com otite média foram convidados para integrarem este estudo. Por serem todos menores de idade, os responsáveis receberam orientações sobre a participação na pesquisa e, quando concordaram, ele e os pacientes assinaram, em conjunto, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Anexo A). Os exames foram realizados no dia da consulta médica no HCPA, com os procedimentos de rotina para os indivíduos atendidos no Ambulatório de Otite Média. Os pacientes que concordaram em fazer parte da pesquisa passaram pelo procedimento adicional proposto neste estudo (timpanometria de banda larga).

7.6 AVALIAÇÕES

Foram efetuados os seguintes procedimentos: timpanometria convencional, timpanometria de banda larga e audiometria tonal liminar. A timpanometria convencional foi realizada com uma sonda testando as frequências de 226Hz. A timpanometria de banda larga foi realizada com uma sonda testando as frequências de 226 a 8.000 Hz, com estímulo *chirp*. A audiometria tonal foi realizada por via aérea (frequências de 250Hz a 8000Hz) e via óssea (frequências de 500Hz a 4000Hz)

7.7 PROCEDIMENTOS

Dentro do protocolo de pesquisa, realizava-se inicialmente a avaliação por médico otorrinolaringologista, incluindo anamnese e otoscopia, conforme o

protocolo de atendimento no Serviço de Otorrinolaringologia. Na sequência o paciente era encaminhado para avaliação audiológica.

A avaliação audiológica iniciava pela medida de timpanometria convencional e de banda larga, seguida do exame de audiometria. Para a realização das timpanometrias, sempre o mesmo equipamento foi utilizado: o modelo *Titan*, marca *Interacoustics*. Inicialmente, o paciente era orientado a permanecer em silêncio e sem movimentar-se. Para a realização da timpanometria convencional introduzia-se uma oliva no meato acústico externo do paciente, por meio da qual aplicava-se a pressão. Na timpanometria convencional, a frequência testada variou de 226Hz com estímulo de tom puro. A escolha da orelha para o início do teste era determinada de maneira aleatória.

A análise dos achados foi desenvolvida de acordo com os parâmetros descritos por Jerger (1972): a curva timpanométrica do tipo "A" foi adotada para achados com volume entre 0,3 e 1,6 ml e pressão entre -100 a +100 daPa; a de tipo "B" foi adotada para descrever pacientes que apresentaram timpanograma plano, ou seja, sem a presença de pico; a de tipo "C" foi adotada para classificar os achados em pacientes com pico de máxima compliância em pressão inferior a -100daPa e volume variável.

Para o registro das medidas de timpanometria de banda larga utilizou-se o módulo IMP440 clinical, com os opcionais teste de banda larga em 3D, e o módulo *Wide Band Timpanometry (WBT) Research*. Esse módulo extrai de forma rápida e automática os valores das medidas feitas e os transforma em dados colocados em planilhas. Para cada indivíduo, foram realizadas duas

medidas, utilizando-se o estímulo *chirp*. Os dados foram coletados com estímulo *chirp* em 248 frequências de 211 a 6000 Hz, com intervalos de 23 Hz, na intensidade de 60 dB NPS, com duração de 0,1 a 10 segundos por ponto. Para o estímulo tom puro, foi testada a reflectância com o estímulo apresentado a 60 dB NPS, pontualmente, nas seguintes frequências: 250Hz, 500Hz, 1000Hz, 2000Hz, 3000Hz, 4000Hz, 6000Hz e 8000Hz. As medidas de absorvância acústica foram dadas de maneira automática pelo equipamento, aparecendo em uma escala de 0% a 100%. Para a efetivação do exame a orientação ao paciente ocorreu da mesma maneira que na timpanometria convencional.

Previamente, foi feita a inspeção do meato acústico externo, com intuito de verificar as condições da orelha externa e da membrana timpânica. Na sequência, o paciente foi avaliado por meio de audiometria tonal liminar. O exame foi realizado dentro de cabina audiológica (tratada acusticamente). Procedeu-se à pesquisa de limiars auditivos por via aérea e via óssea. Para a avaliação da via aérea, foram apresentados sons gerados no audiômetro modelo AC-40 (marca *Interacustics*), transmitidos ao paciente por meio de fones auriculares modelo TDH-39, adotando-se o método ascendente/descendente e o tom puro modulado (*warble*). Utilizou-se o vibrador modelo B-71 para a avaliação da via óssea, também pelo método ascendente/descendente e com tom puro modulado. A análise dos limiars por via aérea e via óssea permite definir se os avaliados apresentam limiars auditivos normais ou perda auditiva, bem como o tipo e o grau de alteração auditiva presente. Na via aérea, foram avaliadas as seguintes frequências: 250Hz 500Hz; 1000Hz; 2000Hz; 3000Hz; 4000Hz; 6000Hz e 8000Hz. Na via

óssea, as frequências avaliadas foram: 500Hz; 1000Hz; 2000Hz; 3000Hz e 4000Hz.

Para a classificação do grau de perda auditiva, utilizou-se a classificação da Organização Mundial da Saúde (OMS, 2014), com o cálculo da média dos limiares de 500Hz a 4000Hz. Médias até 25dBNA indicam limiares auditivos normais; entre 26dBNA e 40dBNA, perda auditiva de grau leve; entre 41dBNA e 70 dBNA, perda auditiva moderada; entre 71dBNA e 80dBNA, perda auditiva severa; médias superiores a 81dBNA, perda auditiva profunda. Salienta-se que foi empregada a classificação da OMS de 2014, porque no momento da coleta e análise dos dados ainda não estava disponível a nova classificação da OMS.

Para a definição do tipo de perda auditiva, foi feita a comparação entre os limiares de via aérea e de via óssea. Limiares de até 25dBNA com via aérea e via óssea iguais ou com diferença de até 10dBNA indicam limiares auditivos normais. Limiares de via aérea maiores do que 25dBNA e limiares de via óssea de até 15dBNA, com diferencial aéreo ósseo maior do que 10dBNA indicam perda auditiva condutiva. Nas perdas auditivas neurosensoriais, os limiares de via aérea e de via óssea são maiores do que 25dBNA, mas o diferencial aéreo-ósseo é de até 10dBNA. Quando o diferencial for maior do que 10dBNA, considera-se perda auditiva de tipo misto (BEVILACQUA et al., 2011).

7.8 CONSIDERAÇÕES ESTATÍSTICAS

Esta seção evidencia o cálculo amostral aplicado para verificar o número de sujeitos necessários para alcançar uma amostra representativa no presente estudo.

7.9 CÁLCULO DO TAMANHO DA AMOSTRA

O cálculo do tamanho da amostra foi efetuado no programa WinPEPI (Programs for Epidemiologists for Windows) versão 11.43 e baseado no estudo de Park et al. (2019). Considerando nível de significância de 5%, poder de 80%, diferença nos resultados da absorvância entre orelhas normais e com perda auditiva condutiva estimada em 15%, com desvio padrão de 20%, obteve-se um total mínimo de 42 orelhas

7.10 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As variáveis quantitativas foram descritas por mediana e amplitude interquartílica devido à assimetria da distribuição. As variáveis categóricas foram descritas por frequências absolutas e relativas.

Para comparar as absorvância entre as orelhas com limiares normais e as com perda condutiva, recorreu-se ao teste de Mann-Whitney. Na comparação das orelhas com perda condutiva e sua orelha contralateral, o teste de Wilcoxon foi aplicado.

Para avaliar a associação entre *gap* e via aérea com a absorvância, o teste da correlação de Spearman foi utilizado.

Para determinar o melhor ponto de corte para as absorvâncias de acordo com a perda condutiva, a curva *Receiver Operating Characteristic* (ROC) foi aplicada. A predição foi avaliada pela área sob a curva (AUC) e pelas propriedades diagnósticas de sensibilidade e especificidade.

Para avaliar a associação entre as classificações das absorvâncias pelos pontos de corte com a ocorrência de perda condutiva, o teste qui-quadrado de Pearson foi utilizado em conjunto com a razão de prevalência e seu respectivo intervalo de confiança.

O nível de significância adotado foi de 5% ($p < 0,05$), sendo as análises realizadas no programa SPSS versão 21.0.

7.11 ASPECTOS ÉTICOS

O presente estudo obedeceu ao que determina o Conselho Nacional da Saúde na resolução 466/12, que versa sobre as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. Ele foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (instituição proponente), sob o número CAAE 13098719.9.0000.5327. Os participantes da pesquisa e/ou seus responsáveis passaram pelo processo de consentimento livre e esclarecido, o qual inclui a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). O termo era lido em voz alta para paciente e responsável, havendo a concordância, ambos assinavam o documento, conforme orientação recebida em consultoria no GPPG HCPA (Anexo A) Todos os aspectos éticos foram respeitados de acordo com as recomendações descritas na Resolução 466/12. 85. Previamente à elaboração desse estudo, foram analisados os riscos e os benefícios propiciados aos participantes. Salienta-se que os procedimentos propostos não foram invasivos nem provocaram danos ao participante. Os possíveis desconfortos gerados foram a permanência em cabina acústica com fones auriculares e o tempo dispensado para a participação na pesquisa, cujos procedimentos duraram

aproximadamente 40 minutos, em uma ou duas sessões. Os benefícios pela participação no estudo incluem a oportunidade de investigação de aspectos referentes à saúde auditiva.

8 REFERÊNCIAS

ALLEN J.B., JENG P.S., LEVITT H. Evaluation of human middle ear function via acoustic power assessment. *J Rehabil Res Dev*. V.42, n. 4, p. 63-78, 2005.

ALMEIDA, M. G. et al . Potencial evocado auditivo de tronco encefálico automático com o estímulo CE-Chirp® em diferentes intensidades. *Audiol., Commun. Res.*, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 117-123, 2014.

AMARAL I.E.B.R., CARVALLO R.M.M. Limiar e latência do reflexo acústico sob efeito de estimulação contralateral. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. 2008;13(1):1-6.

ANTTONI, T. M.; MOTA, H. B. Study and analysis of contra lateral acoustic reflex in children with phonological disorder *Braz J Otorhinolaryngol*. V.76, n.2, pag. 231-7, 2010

BARRETT, K.E. G., BOITANO, S. BROOKS, H.L. *Fisiologia Médica*. Porto Alegre: AMGH, 2013.

BAYLEY, B.J. et al; *Chronic Otitis media - Head and Neck Surgery Otolaryngology*, Lippincott. 2001;

BEERS, A. N., SHAHNAZ, N., WESTEBERG, B. D., KOZAK, F. K. Wideband Reflectance in Normal Caucasian and Chinese School-Aged Children and in Children with Otitis Media with Effusion. *Ear and Hearing*, v. 31, n. 2, p. 221–233, 2010.

BEAR, M. F., CONNORS, B. W., Paradiso, M. A. *Neurociencia. La exploración del cerebro*. Philadelphia: Wolters Kluwer, 2016

BEVILACQUA, M.C. et al. *Tratado de Audiologia*. São Paulo: Santos, 2011.

BREUEL, M. L. F.; SANCHEZ, T. G.; BENTO, R. F. Vias auditivas eferentes e seu papel no sistema auditivo. *Arq Int Otorrinolaringol*, v. 5, n. 2, p. 149, 2001.

BLUESTONE, C.D. Epidemiology and pathogenesis of chronic suppurative otitis media: implications for prevention and treatment. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1998; 42: 2017-23

COSTA, S.S; D'ÁVILA, C; CRUZ, O.L. Otite média com efusão. In: Cruz OI e Costa SS, editores. *Otologia clínica e cirúrgica*. Rio de Janeiro: Revinter; 2000ª. P. 163-70.

COSTA, S.S. et al. Aspectos gerais das otites médias. In: COSTA, S.S. et al. (org). Otorrinolaringologia: princípios e prática. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 254-273.

COSTA, S.S; SOUZA L.C.A. Otite média crônica não-colesteatomatosa. In: Campos CA e Costa HO, editores. Tratado de otorrinolaringologia. São Paulo: Roca; 2002. P. 72-92

DI FRANCESCO, R. C.; BARROS, V. B.; RAMOS, R. Otitis media with effusion in children younger than 1 year. Rev. paul. pediatri., São Paulo, v. 34, n. 2, p. 148-153, 2016.

ELISSONE, J. C. et al. Wideband acoustic transfer function predict middle-ear effusion. The Laryngoscope, v.122, n.4, p. 887–894, 2012.

FARIA A.O.P.; VIEIRA A.A.; SIMENR C.M; Miterhof M.E.V.C.R. Comparison of the results of the otoacoustic emission tests and tympanometry tests: should we revise the neonatal hearing screening protocol?. RevPed SOPERJ. v.18 n.2, pag.11-17, 2018.

FEENEY M.P., GRANT I.L., MARRYOTT L.P. Wide band energy reflectance measurements in adults with middle-ear disorders. J Speech Lang Hear Res. V.46 n.4, pag. 901-11, 2003.

FILHO, O. C. L. Anatomofisiologia Clínica dos Órgãos da Audição. In: FILHO, O. C. L. Tratado de Otorrinolaringologia, Rocca, 8ª ed. São Paulo 1994.

FONSECA, A.O.C. et al. Validation of a Portuguese version of the health related quality of life measure for active chronic otitis media (COMQ-12). Brazilian Journal of Otorhinolaryngology. n.84, pag.708-12, 2018.

GATES GA, KLEIN JO, LIM DJ, MOGI G, OGRA PL, PAPARELLA MM, PARADISE JL, TOS M. Recent advances in otitis media. 1. Definitions, terminology, and classification of otitis media. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2002 (Suppl): 188:8-18.

GUIA, A.C.O.M; ESCARE, A.G.; LEMOS, S.M.A. Autopercepção de saúde de usuários da Rede de Atenção à Saúde Auditiva. Cad. saúde colet. Rio de Janeiro, v. 26, n. 4, p. 410-417, 2018.

GUYTON, A.C. Fisiologia Humana. 5ª ed., Rio de Janeiro, Ed. Interamericana, 1981.

HAAPALA S. et al. Effects of recurrent acute otitis media on cortical speech-sound processing in 2-year old children. *Ear Hear.* v.35, n.3, pag.75-83, 2014.

HUNTER, L. L., et al. . Wideband acoustic immittance in children with Down syndrome: prediction of middle-ear dysfunction, conductive hearing loss and patent PE tubes. *International Journal of Audiology*, v.56, n.9, pag. 622–634, 2017.

HUNGRIA H. *Otorrinolaringologia*. Oitava edição, 2000, 299-318.

KHAVARGHAZALANI, B.; et al. Auditory processing abilities in children with chronic otitis media with effusion. *Acta Otolaryngol.* V. 136, n.5, p. 456-459, 2016.

KAWANO, H. HARUTA, A; TSUBOI, Y; KIM, Y; SCHACHERN, P.A; PAPARELLA, M.M; et al. Induction of mucous cell metaplasia by tumor necrosis fator alpha in rat Middle ear: the pathological basis for mucin hyperproduction in mucoid otitis media. *Ann otol Rhinol Laryngol.* 2002; 111:415-22.

KIM, S. H., et al. Malformação arteriovenosa da orelha externa: avaliação clínica com revisão abrangente da literatura. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, v.83, n.6, pag. 683-690, 2017.

KUHL, P.K. Brain Mechanisms in Early Language Acquisition. *Neuron.* V. 67, n. 5, pag. 713-727, 2010.

LAVINSKY, L; CAMPAGNOLO, A.M; RAUPP, A.P.G; JOHN, A.B; ESTRELLA, C.H.G; COMARAN, C.C; FELIX, T.M. O papel dos fatores genéticos na otite média. *Medicina*, Ribeirão Preto, 32: 57-64, jan./mar. 1999

LFLLY, D.J. - Acoustic impedance at the tympanic membrane. In: KATZ, J. *Handbook of clinical audiology*. Williams & Wilkins Co, 1972

LYSAKOWSKI, A et al. Anatomy of Vestibular End Organs and Neural Pathways. *In: Otolaryngology Head & Neck Surgery*. Cummings, 1998.

MACHADO, M.S.; TEIXEIRA, A.R.; COSTA S.S. Central auditory processing in teenagers with non cholesteatomatous chronic otitis media. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology.* V. 86, n. 5, p.568-578, 2020.

MACHADO, A. et al. Eficácia da miringotomia nas queixas auditivas em adultos com otite média com efusão crônica. *Revista Portuguesa De Otorrinolaringologia E Cirurgia De Cabeça E Pescoço*, v.58, n.4, pag. 241-245, 2020

MARGOLIS, R. H.; SALY, G. L.; HUNTER, L. L. High-Frequency Hearing Loss and Wideband Middle Ear Impedance in Children with Otitis Media Histories. *Ear and Hearing*, v.21, n.3, pag. 206–211, 2020.

MARTINI, F.H.; TIMMONS, M.J.; TALLITSCH, R.B. *Anatomia humana*. 6ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

MERCHANT, G.R. et al. Effect of Cochlear Implantation on Vestibular Evoked Myogenic Potentials and Wideband Acoustic Immittance, *Ear and Hearing*, v.41, n.5, pag. 1111-1124, 2020.

MINITI, A.; BENTO R.F.; BUTUGAN, O. *Otorrinolaringologia Clínica e Cirúrgica*. 2 ed, pag. 77-100, 2000.

MITRE, E. I. Otite Média Serosa/Secretora In: MITRE, E. I. *Otorrinolaringologia e Fonoaudiologia*. Pulso, Sao Paulo, 2003.

MOORE D.R.; HARTLEY D.E.; HOGAN S.C. Effects of otitis media with effusion (OME) on central auditory function. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. V.67, pag. 63-67, 2003.

MOORE J. Comparison of risk of conductive hearing loss among three ethnic groups of Atctic audiology patients. *Journal os Speech, Language and Hearing Research*, 42. pag. 1069-79, 1999.

NORTHERN, J. L.; GABBARD, A. S.; KINDER D.L. O Reflexo Acústico. In: KATZ, J. *Tratado de audiologia clínica*. 3. Ed. Manole; pag.483-503, 1989.

ORTOLAN, D.S; SANTOS M.F.C. Auditory development of infants with risk indicators for hearing loss. *Distúrb Comun, São Paulo*, v.32, n.1, pag 87-95, 2020.

PAN J.; YANG J. The clinical application value of broad band acoustic immittance in the diagnosis of secretory otitis media. *Journal of Clinical Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery*, v.32, n.17, pag 1309-1315, 2018.

PAPARELLA MM, SHUMRICK DA MEYERHOFF WL, GLUCKMAN JL. *Otolaryngology* 3 ed. Philadelphia, PA: Saunders, 1991.

PARK, H. et al. Post operative change in wideband absorbance after tympanoplasty in chronic suppurative otitis media. *Auris Nasus Larynx*. 2019

PENIDO N. O. et al. Complication of otitis media — a potentially lethal problem still present. *Braz J Otorhinolaryngol* v.82, n.3, pag. 253-262, 2016

QUREISHI, A. et al. Update on otitis media - prevention and treatment. *Infect Drug Resist* v.2, 2014.

RAVICZ, M.E.; ROSOWSKI J.J.; MERCHANT S.N. Mechanisms of hearing loss resulting from middle-ear fluid. *Hear Res* v.195, n.1, pag. 103-130, 2004.

RODRIGUES, G. R. I.; LEWIS, D. R. Comparação dos estímulos clique e CE-chirp® no registro do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico. *Rev. soc. bras. fonoaudiol.*, São Paulo, v. 17, n. 4, pag. 412-416, 2012 .

ROSENFELD, R. et al. Diretriz de prática clínica: otite média com efusão. *Otolaryngol Head Neck Surg*. v.130, n. 5, pag. 95-118, 2004.

RUSSO, I. C. P.; SANTOS, T. M. M. Anatomia e fisiologia do órgão da audição e do equilíbrio. In: RUSSO, I. C. P.; SANTOS, T. M. M. A prática da audiologia clínica, Cortez Editora, 8ª ed. São Paulo, 2011.

SAFFER, M.; MIURA, M. S. Otite Média Crônica com Efusão In: PILTCHER, O. B. et al. Rotinas em otorrinolaringologia, Artmed, 1ª ed. Porto Alegre, 2015

SAKANO, E et al. Atualização em tratamento da otite média aguda na infância, baseada em evidências e centrada no paciente. *Rev. Assoc. Med. Bras.*, São Paulo, v. 52, n. 4, p. 201, Aug. 2006.

SCHEIBE, Ana Bárbara et al . Estudo da orelha contralateral na otite média crônica: "Efeito Orloff ®". *Rev. Bras. Otorrinolaringol.*, São Paulo , v. 68, n. 2, p. 245-249, 2002 .

SHAHNAZ, N. et al. Energy reflectance and tympanometry in normal and otosclerotic ears. *Ear Hear*. V.30, n.2, pag. 219-33, 2009.

SHIRLEY, W. L. P. Tratado de Otorrinolaringologia. 3ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

SIMON, F. et al. International consensus (ICON) on management of otitis media with effusion in children. *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Dis* .Volume 135, Issue 1, Supplement pag. 33-39, 2018.

TAMANINI, D. et al. Triagem auditiva escolar: identificação de alterações auditivas em crianças do primeiro ano do ensino fundamental. *Rev. CEFAC*, São Paulo, v. 17, n. 5, p. 1403-1414, 2015.

TERZI S. et al. Diagnostic value of the wideband acoustic absorbance test in middle-ear effusion. *The Journal of Laryngology&Otology*. V.129, pag. 1078-1084, 2015

TOMLIN, D.; RANCE G. Long-term hearing deficit safter child hood middle ear disease. *Ear Hear*. V.35, n.6, pag. 233-242, 2014.

UCLÉS, P.; ALONSO, M.F.; AZNAR E.; LAPRESTA C. The importance of right otitis media in child hood language disorders. *Int J Otolaryngol*. 2012.

VANPUTTE, S.C.L.; REGAN, J.L.; RUSSO, A.F. *Anatomia e Fisiologia*. 10ª Ed. Porto Alegre: AMGH, 2016

WERTZNER H.F., AMARO L., GALEA D.E.S. Phonological performance measuredby speech severity indices compared with correlated factors. *São Paulo Med J*. v.125, n.6, pag.309-314, 2007

WHITTON, J.P., POLLEY D.B. Evaluating the Perceptual and Pathophysiological Consequences of Auditory Deprivation in Early Post natal Life: A Comparison of Basic and Clinical Studies. *J Assoc Res Otolaryngol*. v.12, n.5, pag. 535-547, 2011.

WON, J., et al. Assessing the Effectof Middle Ear Effusion son Wideband Acoustic Immittance Using Optical Coherence Tomography. *Ear and Hearing*, V.41 n. 4 - p 811 – 824, 2019.

ZUMACH, A, GERRITS, E.; CHENAULT, M.N.; ANTEUNIS, L.J. Otitis media and speech-in-noise recognition in school-aged children. *Audio Neurotol*. v. 14, n. 2, p. 121-9, 2009