NATÁLIA FARIA SIQUEIRA BRITO

Ativação do efeito inibitório da via eferente auditiva por estímulo
de fala

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo para obtenção do título de
Mestre em Ciências

Programa de Ciências da Reabilitação.

Orientadora: Prof^a Dra. Renata Mota Mamede Carvalho

São Paulo- SP
2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Brito, Natália Faria Siqueira

Ativação do efeito inibitório da via eferente auditiva por estímulo de fala / Natália Faria Siqueira Brito. -- São Paulo, 2015.

Dissertação(mestrado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.
Programa de Ciências da Reabilitação.

Orientadora: Renata Mota Mamede Carvalho.

Descritores: 1.Audição 2.Emissões otoacústicas 3.Testes auditivos 4.Vias auditivas

USP/FM/DBD-116/15

DEDICATÓRIA

Dedico minha dissertação a aqueles que sempre me apoiaram e me ensinaram tudo! À minha mãe por me ensinar a força que podemos ter e ao meu pai, que mesmo não estando mais presente, me acompanha e me guia com sua sabedoria e amor!

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha orientadora, que além de me guiar e me orientar durante toda minha vida acadêmica, me guia e cuida como se fosse uma segunda mãe. Por sempre me receber de braços abertos para conversas e por seus conselhos valiosos. Só tenho a agradecer por nunca desistir e me motivar a cada pedra que me atrapalhava o caminho.

À professora Eliane Schochat e as doutoras Gabriela Sanches e Ivone Neves pelas contribuições no exame de qualificação e por sempre estarem dispostas a me ajudar.

Às minhas queridas companheiras de pós-graduação Bruna Cibin, Nadia Vilela e Érika Matsumura por dividirem a sala de aula, o laboratório e minha ansiedade.

À fonoaudióloga e amiga Dra Jordana Soares por sempre ser tão solícita e por me ajudar e me acalmar nos momentos de tensão.

Um agradecimento aos meus amigos que sempre acreditaram na minha capacidade e potencial, Bruna Porto, Deborah Palma, Heloisa Fernandes, Laís Rehem, Marcely Vieira, Suelen Marques, Tainá Ferreira, Beatriz Prescott, Carolina Beija, Daniel Buoso, Emilia Faria, Fernanda Marchezini, Mariana Lauletta, Mariana Leme, Paola Melo, Raquel Fornazieiro, Priscilla Souza, Fernanda Santucci, Juliana Angi, Patricia Scartezzini, Simone Picolli e Vivian Inhasz.

Agradeço as minhas amigas e companheiras de futebol do Pelado Real, sem nosso bate bola semanal não conseguiria me manter focada. Em especial as amadas, Luiza Monteiro, Melina Arantes, Andrea Padovan, Gisele Bambace e Thaís Giacomini.

Um muito obrigada a aquela que sempre estará ao meu lado me incentivando e me dando força, minha mãe! Aos meus irmãos por acreditarem em mim.

À FAPESP, Fundação de Amparo a Pesquisa e Ensino de São Paulo, pelo apoio financeiro.

Muito obrigada!

Esta tese está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação:

Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver).

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Divisão de Biblioteca e Documentação. *Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias*. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 3a ed. São Paulo: Divisão de Biblioteca e Documentação; 2011.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE GRÁFICOS

LISTA DE TABELAS

RESUMO

ABSTRACT

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO.....	6
3. REVISÃO DA LITERATURA.....	8
3.1 - SISTEMA AUDITIVO EFERENTE.....	9
3.2 - ATIVAÇÃO DA VIA AUDITIVA EFERENTE.....	11
4. MÉTODO	16
4.1 – CASUÍSTICA.....	17
4.2 – EQUIPAMENTOS.....	18
4.3 – PROCEDIMENTOS.....	19
4.4 - ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	23
5. RESULTADOS	24
5.1 - ANÁLISE DAS RESPOSTAS DE EMISSÕES OTOACÚSTICAS TRANSIENTES COM A PRESENÇA DOS ESTÍMULOS SUPRESSORES CONTRALATERAIS: RUÍDO BRANCO, RUÍDO DE FALA E HISTÓRIA GRAVADA.....	25
5.2 - ANÁLISE DAS RESPOSTAS DE EMISSÕES OTOACÚSTICAS SEGUNDO O SEXO.....	29
5.3 - COMPARAÇÃO DO EFEITO INIBITÓRIO ENTRE OS TRÊS TIPOS DE ESTÍMULOS SUPRESSORES CONTRALATERAIS.....	32
6. DISCUSSÃO.....	36
7. CONCLUSÃO.....	43
8. ANEXOS.....	45
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

LISTA DE ABREVIATURAS

CCE – Células ciliadas externas

CCI – Células ciliadas internas

dB – Decibel

dBNA – Decibel Nível de Audição

dBNPS – Decibel Nível de Pressão Sonora

dBNS – Decibel Nível de Sensação

EOA – Emissões Otoacústicas

EOAE – Emissões Otoacústicas Espontâneas

EOAPD – Emissões Otoacústicas Produto de Distorção

EOAT – Emissões Otoacústicas Evocadas por Estimulo Transiente

RB- Ruído Branco

RF- Ruído de Fala

HG – Historia Gravada

EIVE – Efeito Inibitório da Via Eferente

YMT – Admitância compensada na altura da membrana timpânica

Hz – Hertz

ILO – *Institute of Laryngology and Otology*

kHz – Kilo Hertz

OD – Orelha Direita

OE – Orelha Esquerda

OI – Orelha Interna

OM – Orelha Média

s – Segundos

SOCM – Sistema olivo coclear medial

S/R – Relação Sinal/Ruído

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquematização do sistema auditivo referente.....11

Figura 2. Sequencia das seis provas de EOAT aplicadas a cada orelha.....22

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Comparação entre as orelhas direita e esquerda para as seis provas realizadas sem ruído 1 e 2 e com os ruídos supressores contralaterais e na ultima prova sem ruído.....32

Gráfico 2: Comparação dos valores do EIVE (em dB) para os ruídos supressores em relação a primeira etapa das EOAT sem ruído contralateral.....34

Gráfico 3: Comparação dos valores do EIVE (em dB) para os ruídos supressores em relação a segunda etapa das EOAT sem ruído contralateral.....34

Gráfico 4: Valores de EIVE (em dB) para os ruídos supressores: Ruído Branco, Ruído de Fala e História Gravada.....35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Comparação das respostas de EOAT para as orelhas direita e esquerda (em dB) em todas as provas realizadas.....	26
Tabela 2. Comparação das respostas de EOAT para a primeira (S/R1) e a segunda (S/R2) avaliação sem ruído contralateral para as orelhas direita e esquerda em dB.....	27
Tabela 3. Comparação das respostas de EOAT para a primeira (S/R1) e as avaliações com ruído contralateral para as orelhas direita e esquerda em dB.....	28
Tabela 4. Comparação das respostas de EOAT para a segunda (S/R2) e as avaliações com ruído contralateral para as orelhas direita e esquerda em dB.....	28
Tabela 5. Comparação das respostas de EOAT para a primeira (S/R1) entre os sexos em dB.....	29
Tabela 6. Comparação das respostas de EOAT para a segunda (S/R2) entre os sexos em dB.....	30
Tabela 7: Comparação das respostas de EOAT com o ruído contralateral do tipo Ruído Branco por orelhas entre os sexos em dB.	30
Tabela 8: Comparação das respostas de EOAT com o ruído contralateral do tipo Ruído de Fala por orelhas entre os sexos em dB.....	30
Tabela 9: Comparação das respostas de EOAT com o ruído contralateral do tipo Ruído de Fala por orelhas entre os sexos em dB.....	31
Tabela 10: Comparação das respostas de EOAT para a avaliação final sem ruído contralateral entre os sexos em dB.....	31
Tabela 11: Valores das variáveis para o EIVE na presença dos três ruídos para a primeira medida de EOAT sem ruído contralateral.	33
Tabela 12: Valores das variáveis para o EIVE na presença dos três ruídos para a segunda medida de EOAT sem ruído contralateral.	33

RESUMO

Brito, NFS. *Ativação do efeito inibitório da via eferente auditiva por estímulo de fala*. [Dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2015.

Introdução: O fenômeno das Emissões Otoacústicas (EOA) é considerado como uma das grandes descobertas científicas na área da Audiologia. Seu exame possibilita avaliar a atividade motora da cóclea e traz novos conhecimentos sobre a fisiologia coclear. No entanto, tais registros trazem informações somente sobre o sistema auditivo aferente. Os estudos sobre a supressão das EOA contribuíram para a avaliação do sistema auditivo eferente. Atualmente, não são conhecidos outros testes audiológicos que possam avaliar a atividade eferente deste sistema olivococlear. Quando as EOA são registradas com apresentação de ruído, seja ele ipsilateral, contralateral ou bilateral, as vias eferentes do sistema olivococlear medial são ativadas, de forma a afetar o processo coclear. Tal fato pode ser observado com a redução no nível de respostas das EOA e é denominado de Efeito de Supressão das Emissões Otoacústicas. Tal teste avalia o efeito inibitório da função auditiva eferente (EIVE) sobre as células ciliadas externas (CCE). **Objetivo:** Este trabalho tem o objetivo de verificar a ocorrência do efeito inibitório da via eferente auditiva nas respostas de emissões otoacústicas por transientes, com diferentes estímulos supressores apresentados de forma contralateral: Ruído Branco, Ruído de fala (*Talk Noise*) e História Gravada. **Método:** A bateria de testes foi realizada em 30 indivíduos com idades entre 18 e 35 anos, com limiares auditivos em nível de intensidade inferior a 20 decibéis nível de audição (dBNA) nas frequências de 250 a 8.000 Hz. Foram realizadas seis provas, duas medidas iniciais de EOA Transiente sem ruído contralateral, seguida de três medidas de EOAT com diferentes estímulos contralaterais, ruído branco, ruído de fala e com história gravada. A sexta prova foi uma medida final de EOAT sem ruído contralateral. O efeito inibitório da via eferente foi investigado com o registro de EOAT obtidas com cliques lineares, e nível de intensidade do estímulo de aproximadamente 60dB NPS, em janela de análise de 4-20ms. O efeito inibitório foi quantificado pela variação do nível de resposta entre a apresentação do clique linear sem estímulo contralateral e, a apresentação do mesmo clique linear com cada um dos três estímulos contralaterais. **Resultados:** Não existe diferença média estatisticamente significativa para as medidas de EOAT entre as orelhas em todas as variáveis. Houve uma média maior para os valores do EIVE na prova com o ruído contralateral do tipo Ruído Branco nas duas comparações, tanto com a primeira medida de EOAT sem ruído contralateral e na segunda medida de EOAT sem ruído contralateral. Existe diferença média estatisticamente significativa entre Ruído Branco, Ruído de Fala e História Gravada somente para a orelha direita. **Conclusão:** O efeito inibitório da via eferente foi obtido com os três estímulos contralaterais estudados. Pode-se concluir que houve uma média maior nos valores de EIVE para a prova com o estímulo contralateral do tipo Ruído Branco. Todas as orelhas testadas, após a apresentação dos três estímulos contralaterais, apresentaram um valor de EOAT final sem ruído por volta dos valores encontrados inicialmente, o que nos mostra que assim que o ruído contralateral deixa de ser apresentado, a ativação do efeito inibitório da via eferente cessa instantaneamente e todo o sistema olivo coclear volta ao seu estado inicial.

Descritores: Audição, Emissões otoacústicas espontâneas, Testes auditivos, Vias auditivas.

ABSTRACT

Brito, NFS. *Activation of the inhibitory effect of auditory efferent pathway by speech stimulus*. [dissertation]. São Paulo: "Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo"; 2015.

Introduction: The phenomenon of otoacoustic emissions (OAE) is considered as one of the greatest scientific discoveries in the field of Audiology. The exam provides the access to the motor activity of the cochlea and brings new knowledge about cochlear physiology. However, such records provide information only from the afferent auditory system. Studies on the suppression of the OAE contribute to the assessment of the efferent auditory system. Currently, there are known other audiologic tests that could evaluate the activity of the efferent olivocochlear system. When OAE are registered with noise presentation (whether ipsilateral, contralateral or bilateral), the efferent pathways of olivocochlear system are activated in order to affect the cochlear process. This fact can be observed with the reduction in the level of OAE responses and is called Effect Suppression of otoacoustic emissions. This test evaluates the inhibitory effect of efferent auditory function on the CCE. **Objective:** This study aims to establish the occurrence of the inhibitory effect of auditory efferent pathway in the responses of transient evoked otoacoustic emission, with different stimuli presented in contralateral suppressors: White Noise, Talk Noise and Recorded History. **Method:** The battery of tests was performed in 30 subjects aged between 18 and 35 years and auditory thresholds in intensity level less than 20 decibel hearing level (dB HL) at frequencies 250-8000 Hz. Were performed six tests, two initial measures OAE Transient without contralateral noise a measure of TOAE with white noise, a measure of TOAE with speech noise, a measure of TOAE with recorded history and finally a final measure of TOAE without contralateral noise. **Results:** There is no average difference statistically significant for measures of TOAE between the ears in all variables. The contralateral white noise showed the highest average in inhibitory effect of efferent auditory for the two situations without contralateral noise. There is a statistically significant difference between White Noise, Talk Noise and Recorded History only for the right ear. **Conclusion:** The inhibitory effect of the efferent pathway was observed in the three studied contralateral stimuli. It can be concluded that there was a greater mean values for inhibitory effect of efferent auditory in the condition with the contralateral white noise stimulus. All tested ears, after the presentation of the three contralateral stimuli, showed a value of TOAE end without noise around the values found initially, which shows us that once the contralateral noise is no longer displayed, the activation of the inhibitory effect of the efferent ceases instantly and all olivocochlear system back to its initial state.

Key words: Hearing, Otoacoustic emissions spontaneous, Hearing tests, Auditory pathways.

1.Introdução

A audição nos torna capaz de perceber os sons a nossa volta, nos permite acesso à linguagem e com isso estamos aptos a nos comunicar. A orelha é responsável pelo sentido da audição e, por meio de várias estruturas ela é capaz de detectar e ampliar os sons, provocando uma estimulação nos neurônios que levam estas informações sonoras ao cérebro.

A orelha é composta por três partes: A orelha externa, a orelha média e a orelha interna ou cóclea que tem a forma de uma concha de caracol e é composto por muitas secções membranosas cheias de líquido. Quando os ossículos, que se encontram na orelha média conduzem o som à janela oval, o líquido move-se estimulando as células nervosas do interior da cóclea. Estas células, por seu lado, enviam impulsos elétricos por meio dos nervos auditivos em direção ao cérebro, onde são interpretados como som.

A cóclea pode ser descrita como um analisador de frequências caracterizado por um conjunto de três canais justapostos em forma de espira (Dallos, 1992). Está ligada a orelha média pela janela oval, por onde a energia mecânica é transmitida aos líquidos da cóclea. Cada frequência característica irá promover um padrão de deslocamento, descrito como onda viajante, com capacidade de estimular uma determinada região da cóclea (Guinan, 2010).

Um método objetivo de avaliar a função auditiva coclear é a análise das emissões otoacústicas (EOA), sons de intensidade muito

pequena, resultantes de processos não lineares presentes na cóclea normal. Podem ser registradas no meato acústico externo (MAE) espontaneamente ou em resposta à estimulação acústica por meio da utilização de microfones muito sensíveis. Para a obtenção das EOA, pode-se utilizar estímulos do tipo clique ou *tone-burst* e a análise é realizada pelo tempo de latência, em milissegundos.

O fenômeno das Emissões Otoacústicas (EOA) é considerado como uma das grandes descobertas científicas na área da Audiologia pois é a primeira forma de avaliação objetiva da audição. O exame possibilita avaliar a atividade motora da cóclea, neste caso das células ciliadas externas (CCE) e traz novos conhecimentos sobre a fisiologia coclear. No entanto, tal registro traz informações somente sobre o sistema auditivo aferente.

Quando as EOA são registradas com apresentação de ruído, seja ele ipsilateral, contralateral ou bilateral, as vias eferentes do sistema olivococlear medial são ativadas, de forma a afetar a fisiologia coclear. Tal fato pode ser observado com a redução no nível de respostas das EOA e é denominado efeito inibitório da via eferente auditiva ou supressão das EOA (De Ceulaer et al., 2001 e James et al., 2002).

Os estudos sobre o efeito inibitório da via eferente (EIVE) contribuíram para a avaliação do sistema auditivo eferente. Morlet (2004), Viveiros (2004) e Durante e Carvallo (2006) contribuíram para a avaliação do sistema auditivo eferente em bebês com risco e sem risco para perda auditiva. Hood (2003) delineou um estudo sobre neuropatia auditiva e a

função do sistema auditivo eferente em adultos, já Gloritsa (2006) abordou a maturação cerebral do sistema eferente.

Atualmente, não são conhecidos outros testes audiológicos que possam avaliar a atividade eferente do sistema auditivo na altura da cóclea.

Há crescente interesse, portanto, nos estudos que apontem as aplicações clínicas do efeito de supressão das EOA para melhor esclarecimento das possibilidades de utilização do mesmo no diagnóstico audiológico (Guinan Jr, 2006, De Boer J et al., 2012, Liberman et al., 2014).

O que se sabe sobre o trato olivococlear medial é que é sua ação é sobre os movimentos das células ciliadas externas (CCE) provocando uma hiperpolarização através da liberação de acetilcolina na fenda sináptica. O ruído ativa a via eferente que na sinapse com as CCE libera um tipo de neurotransmissor, acetilcolina, que reduz a movimentação das células (Khalfa e Collet, 1996).

Tomando como base os estudos supracitados pode-se afirmar que a ação eferente regula comprimento, tensão e rigidez das CCE ao longo da cóclea. Essa ação ainda contribui para a detecção da diferença interaural para sinais de altas frequências, aumentando a diferença entre as informações que atingem os dois núcleos do complexo olivar superior.

A via eferente tem como papel auxiliar na habilidade de localização sonora de estímulos de alta frequência. Os sinais de fala são estímulos de frequências mais altas, principalmente as consoantes, o que se pode deduzir a necessidade da integridade do sistema auditivo como um todo

para que as informações verbais possam ser processadas adequadamente.

A hiperpolarização é evidenciada pela redução da amplitude das emissões otoacústicas (EOA) com o uso de uma estimulação acústica na orelha contralateral e sofre influência da lateralidade do sistema nervoso central seguindo os padrões de predominância hemisférica (Khalfa et al, 1997).

Garinis et al. (2011) sugerem que o efeito inibitório da via eferente possa variar com o tipo de estímulo e com as condições de escuta de uma forma complexa, tal como o estímulo de fala.

Conforme citado acima diversos estudos investigam o funcionamento da via eferente auditiva por meio de estímulo contralateral do tipo ruído branco. Entretanto, estamos expostos diariamente a estímulo de fala, visto que vivemos em convívio com nossos pares em ambiente escolar, de trabalho, social, familiar, estando assim expostos a estímulos auditivos verbais. Dessa forma, seria de extrema importância compreender melhor o funcionamento da via auditiva eferente mediante a apresentação de estímulos de fala, visto que há poucos estudos que relatam a utilização deste tipo de estímulo para esta investigação.

OBJETIVO

2.Objetivo

Este trabalho tem o objetivo de verificar a ocorrência do efeito inibitório da via eferente auditiva nas respostas de EOA transientes com diferentes estímulos supressores apresentados de forma contralateral: estímulo de fala, de ruído branco e de ruído de fala (Talk Noise).

Especificamente o estudo visa a:

- I. Quantificar o efeito inibitório para cada um dos três estímulos supressores contralaterais.
- II. Comparar o efeito inibitório entre os três tipos de estímulos supressores contralaterais.
- III. Analisar o efeito inibitório segundo o sexo.

3.Revisão da Literatura

Este capítulo aborda a função do sistema auditivo eferente e a ativação da via auditiva eferente, e mostra estudos sobre estes temas ao longo dos anos, não necessariamente seguindo uma ordem cronológica, mas sim seguindo uma ordem de ideias.

3.1.Sistema Auditivo Eferente

Como descrito por Sahley et al. (1997), Hill et al. (1997), Bruel et al. (2001), Hood e Berlin (2001) e Bonaldi et al. (2001), o sistema auditivo é constituído por duas vias auditivas, aferente e eferente, que atuam em conjunto. A via auditiva eferente é composta por conexões a partir do córtex até a periferia. Está organizada em uma cadeia neuronal que se dirige do córtex cerebral ou de outras estruturas que se localizam em regiões superiores à cóclea para o órgão espiral. Três sistemas de neurônios eferentes podem ser destacados: o trato olivococlear, neurônios motores dos músculos da orelha média e fibras simpáticas.

Guinan (2006) observou que o sistema eferente olivococlear divide-se em dois feixes: o lateral e o medial. O feixe lateral, composto por fibras não mielinizadas é ipsilateral e parte da região lateral do complexo olivar superior lateral até as células ciliadas internas. Esse trato apresenta velocidade e condução nervosa mais lenta se comparado ao medial. O

feixe medial (cerca de 40% do total de fibras) é composto por fibras mielinizadas (80% cruzadas e 20% ipsilaterais), se projeta ipsi e contralateralmente da região medial do complexo olivar superior até as células ciliadas externas. Seu principal neurotransmissor é a acetilcolina.

A modulação eferente medial, que altera as células ciliadas externas, pode também modificar as propriedades mecânicas da cóclea e, portanto atingir indiretamente as células ciliadas internas. Essa ação eferente regula comprimento, tensão e rigidez das células ciliadas externas pela cóclea.

Borg (1973), Spangler e Henkel (1982), Thompson e Igarashi (1985) e Counter et al (1993), afirmam que o núcleo olivar superior medial envia suas fibras para os núcleos cocleares e para a cóclea. Os ramos eferentes do núcleo facial enviam fibras para o músculo estapédio que atuam na proteção da orelha para sons intensos. Na formação do arco reflexo, a parte sensitiva é constituída pelo nervo coclear e a parte motora provém de neurônios do núcleo olivar superior. A Figura 1 ilustra o esquema da Via auditiva eferente.

Figura 1. Esquematização do sistema auditivo eferente.

3.2. Ativação da Via Auditiva Eferente

Segundo Liberman (1986) e Popelar (1999), é possível ativar as vias auditivas eferentes por meio de estímulos elétricos e acústicos. Esta ativação é possível por meio de dois métodos objetivos e não invasivos: a pesquisa dos reflexos acústicos e a supressão das EOA.

Para Berlin et al. (1994), a supressão das EOA permite observar o funcionamento do sistema auditivo eferente e auxilia na diferenciação entre perdas auditivas periféricas e centrais. Estudos mostram que a ausência da supressão das EOA pode ser observada em pacientes com perdas auditivas retrococleares e em neuropatias auditivas.

De acordo com Rajan (1990), Micheyl e Collet (1996), Giraud et al. (1997) e Hill et al. (2001), a ativação do sistema olivo coclear medial

influencia nas propriedades da eletromotilidade das CCE da cóclea, apresentando geralmente um efeito inibitório no sistema auditivo periférico. Desta forma, as funções do sistema auditivo eferente têm sido relacionadas com proteção coclear contra ruído de elevada intensidade, melhora da detecção do sinal na presença de ruído competitivo, melhorando a discriminação de fala, melhora da atenção auditiva e melhora na resolução de frequência.

Segundo Rabbitt e Brownell (2011), a pesquisa sobre os efeitos da atividade do sistema auditivo eferente sobre as células ciliadas tem proporcionado uma visão sobre a função dos mecanorreceptores da orelha interna. A ativação das fibras eferentes modula o ganho eletromecânico, tanto no sistema auditivo quanto no sistema vestibular. Novas descobertas sugerem que o sistema olivococlear pode desempenhar um papel na plasticidade sensorial, porém os papéis dos feixes lateral e medial do sistema eferente olivococlear, nestes processos, são ainda incertos. A Ativação acústica do sistema olivococlear é utilizada na prática clínica para testar a integridade das CCE.

Liang et al. (1997), realizaram um estudo em que verificaram a captação das EOAT e das emissões otoacústicas espontâneas (EOAE) sem e com ruído contralateral em 32 orelhas com audição normal, 24 orelhas com perda auditiva coclear e 16 orelhas com perda auditiva retrococlear, observando que a amplitude das EOAT, da supressão contralateral e das EOAE estavam significativamente reduzidas nas orelhas com perda coclear. Porém, nas orelhas com perdas

retrococleares, a amplitude das EOAT e das EOAE estavam significativamente maiores do que nas orelhas com perdas cocleares, e não houve supressão.

Muchnik et al. (2004) estudaram o efeito de supressão das EOAT com estímulo contralateral em um grupo de 15 crianças, entre 8 e 13 anos, com alteração do processamento auditivo associado a dificuldade de aprendizado, comparando com 15 crianças do grupo controle pareadas por gênero e idade. Foi observada uma redução significativa do efeito de supressão das EOAT no grupo de crianças com alteração do processamento auditivo, quando comparado ao grupo controle. Os autores acreditam que este resultado pode explicar a dificuldade destas crianças na habilidade de ouvir na presença de ruído competitivo.

No estudo de Van Zyl et al. (2009), foi avaliada a relação entre a duração da estimulação acústica contralateral e a supressão das EOA em 10 adultos com audição dentro dos limites de normalidade. O registro das EOA foi realizado 4 vezes com estimulação acústica contralateral durante 15 minutos e nas mesmas condições, porém, sem a presença de ruído. Os resultados revelaram redução significativa da amplitude das EOA enquanto aplicado o estímulo contralateral, acarretando no aumento da supressão. Os autores concluíram que o sistema olivococlear medial é capaz de sustentar a supressão ao longo de um período prolongado de estimulação contralateral, apoiando o seu papel como um modulador ativo das CCE durante estímulos em curso.

Schochat et al. (2012), verificaram os efeitos da estimulação contralateral por ruído branco nas medidas de EOA e potencial evocado

auditivo (PEA) de curta, média e longa latência. Participaram do estudo adultos com audição normal e idade entre 18 e 30 anos de ambos os sexos. Os resultados evidenciaram que houve diminuição significativa da amplitude das EOA, enquanto nos PEA as latências foram aumentadas e a amplitude foi diminuída quando houve estimulação acústica contralateral. As autoras concluíram que a maioria dos indivíduos apresentaram respostas diferentes entre as condições (com e sem ruído) em todos os testes, sugerindo que o sistema eferente age em diversas porções do sistema auditivo.

Liberman et al. (2014) fez um estudo em camundongos com lesão de vias eferentes no tronco cerebral (lesão esta feita cirurgicamente), os autores mostram que a via eferente é essencial para a manutenção a longo prazo da função coclear. Foram observados e avaliados camundongos com média de um ano de lesão e sem super exposição sonora. Como resultado pela perda do sistema eferente, houve uma aceleração na redução de amplitude relacionada a respostas cocleares e um aumento na perda de sinapses entre as células ciliadas e os terminais do nervo auditivo. Este tipo de neuropatia, também observada após a exposição moderada ao ruído, foi designada como "perda de audição oculta", uma vez que não afeta os limiares, mas pode ser visto nas amplitudes de respostas cocleares.

Garinis et al. (2011), testou a hipótese de que a escuta ativa de fala aumentaria a ativação do sistema olivococlear medial. Foi realizada pesquisa de EOA em 13 adultos com audição normal em 4 condições de teste para cada orelha: a) em silêncio, b) com ruído de banda larga

contralateral a 60 dB NPS com palavras incorporadas com 3dB SR em 60 dB NPS do ruído contralateral durante o qual os ouvintes dirigiam a atenção para as palavras, e d) para o mesmo SR da etapa anterior, com palavras sem atenção dirigida. Houve maior supressão durante a escuta ativa em comparação à escuta passiva. Diferenças de amplitude entre as orelhas foram observadas em todas as condições, com a orelha direita exibindo maiores valores do que os observados para a esquerda. A supressão foi maior para o ruído apresentado para a orelha direita e o efeito medido por uma sonda na orelha esquerda. O estudo sugere que o efeito de supressão possa variar com o tipo de estímulo e com as condições de escuta de uma forma complexa, tal como o estímulo de fala.

4. Material e Método

O presente estudo foi aprovado pela Comissão de Ética da FMUSP (Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo) na data de 28/08/2013 com o seguinte número de registro: 342/13 (Anexo I)

4.1. Casuística

Foram convidados a participar desta pesquisa universitários voluntários que frequentavam o Centro de Docência e Pesquisa em Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da FMUSP (FOFITO). Foram esclarecidos sobre os objetivos e as condições desta pesquisa. Ao concordarem em participar do estudo, assinaram também o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo III).

Foram incluídos no estudo 30 indivíduos com idades entre 20 e 35 anos, sem queixas auditivas, avaliados no decorrer do ano de 2014.

Visando a homogeneidade da amostra quanto à influência de lateralidade ou dominância cerebral, todos os indivíduos responderam ao Inventário de Edimburgo (Oldfield, 1971), que verifica a dominância lateral do indivíduo (Anexo II) .

Como critérios de inclusão para participação no estudo os voluntários deveriam apresentar:

- Limiares auditivos em nível de intensidade inferior a 20 decibel nível de audição (dBNA) nas frequências de 250 a 8.000 Hz.

- Presença de timpanograma do tipo A (Jerger, 1975) e presença de e limiares de reflexos em níveis de intensidade entre 70 -90 dBNS (decibel nível de sensação).
- Presença de EOAT por estímulo do tipo clique linear, com nível de intensidade do estímulo de 60dB NPS.
- Dominância lateral direita, determinada por 70% ou mais de respostas positivas para este lado.

Os critérios de exclusão para o estudo compreendem presença de:

- Desordem pigmentar do tipo vitiligo, queixa de zumbido e usuários de salicilatos e antibióticos ototóxicos.

4.2.Equipamento

- Otoscópio da marca Heine, modelo Mini 3000, utilizado para a inspeção do MAE.
- **Analizador de Emissões Cocleares** Para a avaliação do efeito inibitório das EOA foi utilizado o equipamento “ILO V6 / ECHOPORT PLUS Otodynamics Analyser – acoplado a um computador portátil, permitindo a captação de EOA e análise FFT (Fast Fourier Transformer).
- **Audiômetro GSI 61- Grason Stadler** - O equipamento permite a realização de audiogramas nas frequências de 250 a 20000 Hz, de acordo com os seguintes padrões : ANSI S3,6-1989; ANSI S3,43-

1992; IEC 645-1(1992); IEC 645 - 2 (1993); ISO 389; UL 544.

Foram utilizados os fones TDH 50P.

- **Analizador de Orelha Média Interacoustics Zodiac** - microprocessado e calibrado segundo os padrões ANSI 1987 para timpanometria e pesquisa de reflexos acústicos estapedianos.
- **CD Player Jensen** - Utilizado acoplado ao audiômetro via cabo auxiliar para emissão dos estímulos de Fala. Assim, a apresentação dos estímulos contralaterais ocorreu por meio do audiômetro.

4.3.Procedimentos

Os procedimentos foram aplicados em sessão única, compreendendo aproximadamente uma hora de duração.

O consentimento livre e esclarecido foi obtido antes da realização dos testes. A própria pesquisadora explicou o que seria feito, esclarecendo eventuais dúvidas, para o paciente que foi submetido aos testes.

Após esta primeira etapa, os sujeitos foram submetidos à inspeção do meato acústico externo (MAE) para a verificação de qualquer impedimento que pudesse interferir nos testes. Em seguida foi realizada a imitanciometria, sendo descartado qualquer tipo de comprometimento de orelha média que causasse interferência nos limiares tonais. Para tal, foi utilizada a frequência de sonda de 226Hz, sendo registrada a variação de admitância compensada na altura da membrana timpânica (Y_{mt}). A pesquisa de reflexos acústicos foi realizada nas modalidades ipsi e

contralateral, com estímulos nas frequências de 0,5, 1, 2 , 4kHz e Ruído Branco.

A próxima etapa consistiu de audiometria tonal nas frequências de 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 e 8000 Hz realizada em cabina acústica.

Os limiares audiométricos foram determinados por meio da técnica descendente-ascendente, na qual o nível sonoro de apresentação inicial do estímulo foi decrescido de 10 em 10 dB, progressivamente até que o participante da pesquisa não mais percebesse o estímulo. Imediatamente após a não resposta do participante, o estímulo sonoro foi acrescido, de 5 em 5 dB, até que o indivíduo respondesse novamente. Foi então realizada a confirmação do limiar.

Em seguida, para a investigação do efeito inibitório da via eferente foi realizado o registro de EOAT obtidas com cliques lineares, com nível de intensidade do estímulo de aproximadamente 60dB NPS, para minimizar a possibilidade de que o nível de estímulo ativasse também os reflexos acústicos estapedianos (Hood et al., 1996; Ryan e Kemp, 1996; Veuille et al., 1996; Garinis et al. 2011 e Schochat et al. 2012) .

O clique linear é uma combinação de quatro impulsos acústicos idênticos com 80 milissegundos de duração apresentados em ritmo de 50Hz e é registrado no canal A do equipamento. O nível de resposta é determinado pela medição do sinal/ruído com uma janela de análise de tempo de 4-20 milissegundos.

Foram realizadas duas medidas com 300 varreduras sem a presença de estímulo contralateral. A seguir foram realizadas três novas

medidas com estímulo contralateral, na seguinte ordem: uma com ruído branco (White Noise -WN) a 30 dB NS acima do SRT; uma com a gravação de história contada a 50 dB NS; e outra com ruído de fala (Talk Noise) a 50 dB NS. Os três estímulos supressores contralaterais foram apresentados por meio de fone de TDH 50P, acoplado ao audiômetro GSI 61.

O supressor por ruído branco foi gerado pelo audiômetro, e o supressor que consiste de uma história gravada contada foi gerado pelo *compact disc* (CD) (Pereira e Schochat, 2011), acoplado a um CD Player. Finalmente o 3º ruído supressor foi aplicado, consistindo do ruído de fala (*Talk Noise*) apresentado no nível de intensidade acima descrito, controlada via audiômetro. Ao final, foi obtido um novo registro de emissões otoacústicas sem apresentação de estímulo contralateral para ser comparado com o primeiro registro e assim, possibilitando investigar se há o retorno da resposta à sua linha de base.

A figura a seguir permite a visualização da sequência de provas em cada orelha. Foi mantida a ordem orelha direita primeira a ser testada, orelha esquerda, segunda a ser testada.

Figura 2. Sequencia das seis provas de EOAT aplicadas a cada orelha.

O efeito inibitório foi quantificado pela variação do nível de resposta entre a apresentação dos estímulos de clique linear sem estímulo contralateral e a apresentação do mesmo clique linear com cada um dos três estímulos contralaterais, ou seja:

$$\text{Efeito inibitório} = \text{EOAT (dBNPS) sem estímulo contralateral} - \text{EOAT (dBNPS) com estímulo contralateral.}$$

Adicionalmente, foi analisado o nível de resposta para uma última medida de EOAT sem ruído contralateral, afim de verificar o retorno da resposta aos níveis iniciais pré estimulação contralateral. Ao todo foram seis etapas (provas) aplicadas a cada orelha.

4.4. Análise estatística

Foram utilizados testes estatísticos paramétricos, pois os dados são quantitativos e contínuos. O teste T-Student Pareado e Anova.

Foi definido para este trabalho um nível de significância de 0,05 (5%). Todos os intervalos de confiança construídos ao longo do trabalho, foram construídos com 95% de confiança estatística. A amostragem conta com 30 sujeitos o que resulta em 60 orelhas, não houve a necessidade de testar a normalidade dos resíduos e foram utilizados diretamente os testes paramétricos, pois estes são testes mais poderosos que os testes não paramétricos.

5.Resultados

Para melhor apresentação destes resultados, o capítulo será dividido da seguinte forma:

5.1. Análise das respostas de emissões otoacústicas transientes com a presença dos estímulos supressores contralaterais: Ruído Branco, Ruído de Fala e Historia Gravada.

5.2. Análise das respostas de Emissões otoacústicas segundo o sexo

5.3. Comparação do efeito inibitório entre os três tipos de estímulos supressores contralaterais.

5.1. Análise das respostas de emissões otoacústicas transientes com a presença dos estímulos supressores contralaterais: Ruído Branco, Ruído de Fala e Historia Gravada.

Na primeira tabela foram comparadas a orelha direita com a esquerda para todas as variáveis. Utilizado o teste T-Student Pareado, pois o mesmo sujeito é pesquisa e controle dele mesmo.

Tabela 1: Comparação das respostas de EOAT para as orelhas direita e esquerda (em dB) em todas as provas realizadas.

Orelha		Média	Mediana	Desvio Padrão	CV	Min	Max	N	IC	P-valor
S/R 1	OD	16,97	16,10	4,40	26%	8,90	23,20	30	1,57	0,172
	OE	16,41	18,30	3,71	23%	9,80	21,40	30	1,33	
S/R 2	OD	16,94	16,55	4,22	25%	9,10	22,60	30	1,51	0,115
	OE	16,31	18,00	3,82	23%	9,10	20,90	30	1,37	
RB	OD	15,56	15,35	4,37	28%	8,10	21,80	30	1,56	0,111
	OE	14,66	14,40	3,41	23%	8,00	20,70	30	1,22	
RF	OD	16,41	15,75	4,42	27%	9,00	22,80	30	1,58	0,072
	OE	15,53	14,90	3,57	23%	9,00	21,60	30	1,28	
HG	OD	16,49	15,87	4,27	26%	9,40	23,20	30	1,53	0,074
	OE	15,58	15,20	3,41	22%	9,40	21,40	30	1,22	
S/R	OD	16,95	16,05	4,32	25%	9,40	22,80	30	1,54	0,191
Final	OE	16,41	17,80	3,54	22%	9,60	21,60	30	1,27	

Legenda: S/R1- Emissão otoacústica sem ruído contralateral 1; S/R2- Emissão otoacústica sem ruído contralateral 2; OD- Orelha direita; OE- Orelha esquerda; RB- Ruído Branco; RF- Ruído de Fala; HG- História Gravada; S/R final- Emissão otoacústica sem ruído contralateral final; CV- Coeficiente de Variação; N- Número de orelhas; IC- Intervalo de Confiança.

Nesta tabela pode-se verificar que não existe diferença média estatisticamente significativa para as medidas de EOAT entre as orelhas em todas as variáveis. Apenas para as EOAT captadas com os estímulos supressores ruído de fala e história gravada foi evidenciada uma tendência à diferença.

A seguir temos a comparação entre a medida de EOAT sem ruído contralateral 1 e a medida de EOAT sem ruído contralateral 2 (S/R1 e S/R2) utilizando o *Test T – Student*.

Tabela 2: Comparação das respostas de EOAT para a primeira (S/R1) e a segunda (S/R2) avaliação sem ruído contralateral para as orelhas direita e esquerda em dB.

Orelha	Orelha Direita		Orelha Esquerda	
	S/R 1	S/R 2	S/R 1	S/R 2
Média	16,97	16,94	16,41	16,31
Mediana	16,10	16,55	18,30	18,00
Desvio Padrão	4,40	4,22	3,71	3,82
CV	26%	25%	23%	23%
Min	8,90	9,10	9,80	9,10
Max	23,20	22,60	21,40	20,90
N	30	30	30	30
IC	1,57	1,51	1,33	1,37
P-valor	0,666		0,273	

Legenda: S/R1- Emissão otoacústica sem ruído contralateral 1; S/R2- Emissão otoacústica sem ruído contralateral 2; CV- Coeficiente de Variação; N- Número de orelhas; IC- Intervalo de Confiança.

Observa-se que as diferenças médias encontradas entre os ruídos não são estatisticamente significantes, ou seja, os valores de S/R 1 e S/R 2 são considerados iguais.

As Tabelas 3 e 4 apresentam as comparações por meio do mesmo *Test T – Student*, entre as respostas de EOAT coletadas nas duas condições sem ruído (S/R 1 e S/R2) com todos os ruídos contralaterais testados.

Tabela 3: Comparação das respostas de EOAT para a primeira (S/R1) e as avaliações com ruído contralateral para as orelhas direita e esquerda em dB.

S/R 1		Média	Mediana	Desvio Padrão	CV	Min	Max	N	IC	P-valor
Orelha Direita	S/R 1	16,97	16,10	4,40	26%	8,90	23,20	30	1,57	- x -
	RB	15,56	15,35	4,37	28%	8,10	21,80	30	1,56	<0,001
	RF	16,41	15,75	4,42	27%	9,00	22,80	30	1,58	0,050
	HG	16,49	15,87	4,27	26%	9,40	23,20	30	1,53	0,064
	S/R Final	16,95	16,05	4,32	25%	9,40	22,80	30	1,54	0,923
Orelha Esquerda	S/R 1	16,41	18,30	3,71	23%	9,80	21,40	30	1,33	- x -
	RB	14,66	14,40	3,41	23%	8,00	20,70	30	1,22	<0,001
	RF	15,53	14,90	3,57	23%	9,00	21,60	30	1,28	0,032
	HG	15,58	15,20	3,41	22%	9,40	21,40	30	1,22	0,079
	S/R Final	16,41	17,80	3,54	22%	9,60	21,60	30	1,27	0,992

Legenda: S/R1- Emissão otoacústica sem ruído contralateral 1; OD- Orelha direita; OE- Orelha esquerda; RB- Ruído Branco; RF- Ruído de Fala; HG- Historia Gravada; S/R final- Emissão otoacústica sem ruído contralateral final; CV- Coeficiente de Variação; N- Número de orelhas; IC- Intervalo de Confiança.

Tabela 4: Comparação das respostas de EOAT para a segunda (S/R2) e as avaliações com ruído contralateral para as orelhas direita e esquerda em dB.

S/R 2		Média	Mediana	Desvio Padrão	CV	Min	Max	N	IC	P-valor
Orelha Direita	S/R 2	16,94	16,55	4,22	25%	9,10	22,60	30	1,51	- x -
	RB	15,56	15,35	4,37	28%	8,10	21,80	30	1,56	<0,001
	RF	16,41	15,75	4,42	27%	9,00	22,80	30	1,58	0,055
	HG	16,49	15,87	4,27	26%	9,40	23,20	30	1,53	0,082
	S/R Final	16,95	16,05	4,32	25%	9,40	22,80	30	1,54	0,938
Orelha Esquerda	S/R 2	16,31	18,00	3,82	23%	9,10	20,90	30	1,37	- x -
	RB	14,66	14,40	3,41	23%	8,00	20,70	30	1,22	<0,001
	RF	15,53	14,90	3,57	23%	9,00	21,60	30	1,28	0,049
	HG	15,58	15,20	3,41	22%	9,40	21,40	30	1,22	0,131
	S/R Final	16,41	17,80	3,54	22%	9,60	21,60	30	1,27	0,794

Legenda: S/R2- Emissão otoacústica sem ruído contralateral 2; OD- Orelha direita; OE- Orelha esquerda; RB- Ruído Branco; RF- Ruído de Fala; HG- Historia Gravada; S/R final- Emissão otoacústica sem ruído contralateral final; CV- Coeficiente de Variação; N- Número de orelhas; IC- Intervalo de Confiança.

Observando a última coluna de cada das tabelas, estão os p-valores da comparação de cada variável sempre em relação às respostas

de EOAT nas duas medidas sem ruído (S/R 1 ou S/R 2). Assim, basicamente foi observada diferença estatística entre as respostas de EOAT S/R e as respostas de EOAT com RB e RF .

Foi realizada a comparação entre os sexos para cada variável em cada orelha. Nestas análises foi utilizado o teste de ANOVA.

5.2. Análise das respostas de Emissões otoacústicas segundo o sexo.

Tabela 5 - Comparação das respostas de EOAT para a primeira (S/R1) entre os sexos (em dB).

S/R 1	Orelha Direita		Orelha Esquerda	
	Feminino	Masculino	Feminino	Masculino
Média	17,81	16,13	17,69	15,13
Mediana	20,70	15,30	18,60	14,70
Desvio Padrão	4,51	4,27	2,60	4,27
CV	25%	26%	15%	28%
Min	8,90	10,90	13,50	9,80
Max	23,20	21,60	21,40	20,70
N	15	15	15	15
IC	2,28	2,16	1,32	2,16
P-valor	0,304		0,058	

Legenda: S/R1- Emissão otoacústica sem ruído contralateral 1; CV- Coeficiente de Variação; N- Número de orelhas; IC- Intervalo de Confiança.

Tabela 6 - Comparação das respostas de EOAT para a segunda (S/R2) entre os sexos (em dB).

S/R 2	Orelha Direita		Orelha Esquerda	
	Feminino	Masculino	Feminino	Masculino
Média	17,74	16,13	17,61	15,01
Mediana	20,10	15,40	18,00	14,70
Desvio Padrão	4,27	4,15	2,47	4,53
CV	24%	26%	14%	30%
Min	9,10	10,80	14,60	9,10
Max	22,60	21,50	20,90	20,50
N	15	15	15	15
IC	2,16	2,10	1,25	2,29
P-valor	0,305		0,062	

Legenda: S/R2- Emissão otoacústica sem ruído contralateral 2; CV- Coeficiente de Variação; N- Número de orelhas; IC- Intervalo de Confiança.

Tabela 7 - Comparação das respostas de EOAT com o ruído contralateral do tipo Ruído Branco por orelhas entre os sexos (em dB).

RB	Orelha Direita		Orelha Esquerda	
	Feminino	Masculino	Feminino	Masculino
Média	16,61	14,50	16,00	13,33
Mediana	17,30	14,50	15,50	13,30
Desvio Padrão	4,02	4,58	2,46	3,76
CV	24%	32%	15%	28%
Min	8,90	8,10	12,30	8,00
Max	21,80	21,80	20,70	18,60
N	15	15	15	15
IC	2,03	2,32	1,25	1,90
P-valor	0,190		0,029	

Legenda: RB- Ruído Branco; CV- Coeficiente de Variação; N- Número de orelhas; IC- Intervalo de Confiança.

Tabela 8 - Comparação das respostas de EOAT com o ruído contralateral do tipo Ruído de Fala por orelhas entre os sexos (em dB).

RF	Orelha Direita		Orelha Esquerda	
	Feminino	Masculino	Feminino	Masculino
Média	17,41	15,40	16,69	14,37
Mediana	18,40	15,50	16,20	13,90
Desvio Padrão	4,23	4,52	2,61	4,09
CV	24%	29%	16%	28%
Min	9,00	9,00	13,10	9,00
Max	22,80	22,80	21,60	21,60
N	15	15	15	15
IC	2,14	2,29	1,32	2,07
P-valor	0,218		0,074	

Legenda: RF- Ruído de Fala; CV- Coeficiente de Variação; N- Número de orelhas; IC- Intervalo de Confiança.

Tabela 9 - Comparação das respostas de EOAT com o ruído contralateral do tipo Ruído de Fala por orelhas entre os sexos (em dB).

HG	Orelha Direita		Orelha Esquerda	
	Feminino	Masculino	Feminino	Masculino
Média	17,62	15,37	16,37	14,79
Mediana	18,70	14,50	16,50	14,50
Desvio Padrão	4,17	4,19	2,48	4,07
CV	24%	27%	15%	28%
Min	9,40	9,40	13,10	9,40
Max	23,20	21,80	21,40	20,70
N	15	15	15	15
IC	2,11	2,12	1,25	2,06
P-valor	0,151		0,208	

Legenda: HG- Historia Gravada; CV- Coeficiente de Variação; N- Número de orelhas; IC- Intervalo de Confiança.

Tabela 10 - Comparação das respostas de EOAT para a avaliação final sem ruído contralateral entre os sexos em dB.

S/R Final	Orelha Direita		Orelha Esquerda	
	Feminino	Masculino	Feminino	Masculino
Média	17,99	15,91	17,37	15,44
Mediana	20,00	14,50	17,80	15,80
Desvio Padrão	4,25	4,27	2,63	4,14
CV	24%	27%	15%	27%
Min	9,40	10,20	13,90	9,60
Max	22,80	22,10	21,60	20,10
N	15	15	15	15
IC	2,15	2,16	1,33	2,09
P-valor	0,192		0,138	

Legenda: S/R final- Emissão otoacústica sem ruído contralateral final; CV- Coeficiente de Variação; N- Número de orelhas; IC- Intervalo de Confiança.

Pode-se verificar que somente existe diferença média estatisticamente significativa entre os sexos para RB na orelha esquerda (tabela 7), onde a média para o sexo feminino foi de 16,00 dB contra 13,33 dB do sexo masculino (p-valor = 0,029).

A seguir encontra-se um gráfico para ilustrar as comparações entre orelhas para as seis provas utilizadas.

Gráfico 1 - Comparação entre as orelhas direita e esquerda para as seis provas realizadas sem ruído 1 e 2 e com os ruídos supressores contralaterais e na última prova sem ruído.

5.3. Comparação do efeito inibitório entre os três tipos de estímulos supressores contralaterais.

A seguir os resultados referentes ao efeito inibitório da via eferente serão apresentados.

Podemos observar que houve uma média maior para os valores do EIVE na prova com o ruído contralateral do tipo Ruído Branco nas duas comparações, S/R1 e S/R2, como mostram as tabelas abaixo.

Tabela 11- Valores das variáveis para o EIVE na presença dos três ruídos para a primeira medida de EOAT sem ruído contralateral (S/R1).

EIVE		Média	Mediana	Desvio Padrão	CV	Min	Max	N	IC	P-valor
Orelha Direita	RB	1,417	1,45	1,887	133%	-3,60	6,70	30	0,675	0,049
	RF	0,567	0,60	1,521	268%	-4,60	2,50	30	0,544	
	HG	0,479	0,43	1,360	284%	-4,60	2,00	30	0,487	
Orelha Esquerda	RB	1,747	1,90	2,171	124%	-5,20	5,60	30	0,777	0,221
	RF	0,880	0,70	2,140	243%	-5,10	4,80	30	0,766	
	HG	0,830	0,65	2,501	301%	-8,90	5,20	30	0,895	

Legenda: RB: Ruído Branco; RF: Ruído de Fala; HG: Historia Gravada; S/R final: Emissão otoacústica sem ruído contralateral final.

Tabela 12- Valores das variáveis para o EIVE na presença dos três ruídos para a segunda medida de EOAT sem ruído contralateral (S/R2).

EIVE		Média	Mediana	Desvio Padrão	CV	Min	Max	N	IC	P-valor
Orelha Direita	WN2	1,380	1,50	1,887	137%	-3,70	8,00	30	0,675	0,044
	RF2	0,530	0,60	1,450	274%	-4,70	3,20	30	0,519	
	HG2	0,442	0,50	1,343	304%	-4,70	3,30	30	0,480	
Orelha Esquerda	WN2	1,647	1,90	2,020	123%	-4,00	5,50	30	0,723	0,209
	RF2	0,780	0,95	2,074	266%	-4,80	4,70	30	0,742	
	HG2	0,730	0,70	2,575	353%	-9,60	5,10	30	0,921	

RB: Ruído Branco; RF: Ruído de Fala; HG: Historia Gravada; S/R final: Emissão otoacústica sem ruído contralateral final.

Observa-se que existe diferença média estatisticamente significativa entre RB, RF e HG somente para a orelha direita.

Tais dados podem ser visualizados a seguir pelos Gráfico 2 e 3.

Gráfico 2. Comparação dos valores do EIVE (em dB) para os ruídos supressores em relação a primeira etapa das EOAT sem ruído contralateral

Gráfico 3. Comparação dos valores do EIVE (em dB) para os ruídos supressores em relação a segunda etapa das EOAT sem ruído contralateral

O gráfico abaixo ilustra que houve diferença estatisticamente significativa quando utilizado o ruído branco em comparação com os ruídos de fala e história gravada, mas que não houve esta diferença entre o ruído de fala e a história gravada. A comparação dos resultados do EIVE nas três situações foi realizada por meio do *Test T – Student*.

Gráfico 4 -Valores de EIVE (em dB) para os ruídos supressores: Ruído Branco, Ruído de Fala e História Gravada.

6. Discussão

As Emissões Otoacústicas (EOA) são consideradas uma grande descoberta científica para a Audiologia, pois foi a primeira forma de avaliação objetiva da audição. Há a partir de então a possibilidade de se avaliar a atividade motora da cóclea, neste caso das células ciliadas externas (CCE). No entanto, tal registro traz informações somente sobre o sistema auditivo aferente.

Quando as EOA são registradas com apresentação de ruído, seja ele ipsilateral, contralateral ou bilateral, as vias eferentes do sistema olivococlear medial são ativadas, tal fato pode ser observado com a redução no nível de respostas das EOA e é denominado efeito inibitório da via eferente auditiva ou supressão das EOA (De Ceulaer et al., 2001 e James et al., 2002).

Este estudo tem como objetivo verificar a ocorrência do efeito inibitório da via eferente auditiva nas respostas de EOA transientes com diferentes estímulos supressores apresentados de forma contralateral: ruído branco, ruído de fala (Talk Noise) e história gravada. Foram avaliados 30 indivíduos adultos, sem queixas auditivas.

Para a garantia e fidedignidade dos resultados sobre o efeito inibitório da via eferente, foram incluídos na casuística os sujeitos com integridade da via auditiva periférica, confirmada pela presença de resultados audiológicos dentro da normalidade, pois há relatos de que há influência na via eferente decorrente de alterações existentes na via

periférica, quando estudadas as mudanças de respostas das CCE (Collet et al. 1990, Berlin et al. 1994 e Durante e Carvallo, 2006).

Outro cuidado foi a observação, para cada participante do estudo, do critério de presença de emissões otoacústicas por estímulo transiente em intensidade de estímulo de 60 dB. Tal aspecto foi necessário para evitar a chance do nível do estímulo de EOAT entre 78-84 dB, deflagrar o efeito inibitório da via eferente agindo sobre os músculos estapedianos e gerando reflexos acústicos. Se tal reflexo fosse deflagrado pelo estímulo das EOAT poderia haver redução das EOAT, numa falsa ideia de redução da resposta.

Para assegurar que o efeito inibitório seria deflagrado pelo estímulo contralateral foi adotado o nível de estímulo de 60 dB NPS para o clique linear apresentado, bem como para os estímulos das três diferentes modalidades (ruído branco, ruído de fala e história gravada) assim como em outros estudos que investigam o efeito inibitório da via eferente (Garinis et al. 2011, Schochat et al. 2012).

Como o foco deste estudo foi a investigação da via eferente auditiva, não foram aplicadas provas para avaliação do processamento auditivo central, sendo pressuposto que os participantes não apresentavam Distúrbio de Processamento Auditivo por não apresentarem queixa alguma relacionada à audição.

Para afirmar que houve o efeito inibitório, o cálculo do efeito supressor das EOA foi feito pela subtração da razão sinal ruído obtida sem o ruído contralateral do valor da razão sinal ruído com o uso do ruído

contralateral. Valores positivos indicaram a presença de EIVE e valores negativos ou zero indicaram a ausência de EIVE.

Analisando todas as orelhas testadas e todos os estímulos utilizados, pode-se observar que houve o EIVE em todas as orelhas testadas, porém nem todas as orelhas apresentaram tais resultados com determinados tipos de estímulos.

Todas as medições realizadas com o estímulo ruído branco apresentaram níveis de EIVE mais elevados em todos os sujeitos testados, nos guiando assim para uma confirmação de que este deva ser o melhor estímulo contralateral para a verificação do EIVE.

Outra observação a ser feita é a de que todas as orelhas testadas, após a apresentação dos três estímulos contralaterais, apresentaram um valor de EOAT final sem ruído por volta dos valores encontrados inicialmente, evidenciando o retorno da resposta à linha de base (medida inicial). Tal fato nos leva a crer que assim que o ruído contralateral deixa de ser apresentado, todo o sistema olivo coclear volta ao seu estado inicial. Não foram encontrados outros estudos que buscassem investigar de alguma forma, o efeito pós estímulo contralateral. Ou seja, se há retorno aos níveis iniciais das respostas de emissões em uma avaliação pós estimulação. Embora neste estudo, a duração do efeito inibitório não tenha sido mensurada em unidade de tempo, o fato de haver ocorrido retorno aos níveis iniciais sugere que o sistema auditivo retorne a sua condição inicial, e que esta seja uma condição presente em indivíduos sem queixas auditivas.

Wei Z. e Sumitrajit D. (2011) fizeram um estudo no qual avaliaram os efeitos rápidos e lentos do efeito inibitório da via eferente, com o emprego de ruído contralateral em níveis moderados a elevados (68 e 83 dB SPL) e EOAE. A magnitude do efeito foi mínima com a estimulação para ativação lenta do efeito em comparação com a estimulação de efeito rápido. Observaram que o nível das EOAEs foi reduzida em ambos os efeitos rápidos e lentos. Concluíram que ruído contralateral até 83 dB SPL provocou mudanças significativas tanto nas EOAEs como na ativação do efeito inibitório da via eferente, porém essas mudanças foram mais visíveis com a estimulação mais elevada, ou seja, com resposta mais rápida.

O que se pode afirmar ao analisar os dados do presente estudo, é que o estímulo contralateral mais efetivo é o Ruído Branco, seguido pelo ruído de fala e por último a gravação da história contada.

Uma das possíveis razões para o estímulo da História gravada ter gerado menor valor de EIVE, pode ser devido às ocorrências de pausas durante o estímulo. Tais pausas não ocorrem no ruído de fala, pois este estímulo é constituído por um sinal contínuo composto por um conjunto de frequências sobrepostas.

Para avaliar o EIVE outros autores realizaram estudos parecidos como Liang et al. (1997), que realizaram um estudo em que verificaram a captação das EOAT e das emissões otoacústicas espontâneas (EOAE) sem e com ruído contralateral em 32 orelhas com audição normal, 24 orelhas com perda auditiva coclear e 16 orelhas com perda auditiva retrococlear, observando que a amplitude das EOAT, da supressão

contralateral e das EOAE estavam significativamente reduzidas nas orelhas com perda coclear. Porém, nas orelhas com perdas retrococleares, a amplitude das EOAT e das EOAE estavam significativamente maiores do que nas orelhas com perdas cocleares, e não houve supressão.

E como Garinis et al. (2011), que testou a hipótese de que a escuta ativa de fala aumentaria a ativação do sistema olivococlear medial. Foi realizada pesquisa de EOA em 13 adultos com audição normal em 4 condições de teste para cada orelha: a) em silêncio, b) com ruído de banda larga contralateral a 60 dB NPS com palavras incorporadas com 3dB SR em 60 dB NPS do ruído contralateral durante o qual os ouvintes dirigiam a atenção para as palavras, e d) para o mesmo SR da etapa anterior, com palavras sem atenção dirigida. Houve maior supressão durante a escuta ativa em comparação à escuta passiva. Diferenças de amplitude entre as orelhas foram observadas em todas as condições, com a orelha direita exibindo maiores valores do que os observados para a esquerda. A supressão foi maior para o ruído apresentado para a orelha direita e o efeito medido por uma sonda na orelha esquerda. O estudo sugere que o efeito de supressão possa variar com o tipo de estímulo e com as condições de escuta de uma forma complexa, tal como o estímulo de fala.

No presente estudo pode-se observar que houve uma média maior nos valores de EIVE para a prova com o ruído contralateral do tipo Ruído Branco comparado com as duas medidas de EOAT sem ruído contralateral.

Foi provado que houve diferença estatisticamente significativa quando utilizado o ruído branco em comparação com os ruídos de fala e historia gravada, mas que não houve esta diferença entre o ruído de fala e a historia gravada.

Mostrando assim, e corroborando com o estudo de Garinis et al. (2011), que há o efeito inibitório da via eferente quando este é testado com ruído de fala contralateral e sugere que o efeito de supressão possa variar com o tipo de estímulo e com as condições de escuta de uma forma complexa, tal como o estímulo de fala.

Neste estudo observou-se que a média dos valores obtidos nas avaliações das EOAT S/R1 e S/R2 foram melhores na orelha direita do que na orelha esquerda, mas o EIVE apresentou vantagem da orelha esquerda, ou seja, quando a sonda de captação estava alocada na orelha esquerda e o ruído contralateral apresentado à direita. Este resultado também foi observado pelo estudo supracitado.

O presente estudo apresenta a possibilidade de verificar o funcionamento da via eferente auditiva e o efeito inibitório da mesma com a presença de estímulo de fala na população adulta. Assim, temos mais uma ferramenta que pode ser utilizada na bateria de exames audiológicos, já que a influencia da via eferente segue por todo o sistema auditivo e usualmente não se realiza a avaliação de tal via na pratica clinica.

7. Conclusão

Os resultados encontrados permitem as seguintes conclusões:

Os três estímulos contralaterais geraram o efeito inibitório da via eferente.

Houve uma média maior nos valores de EIVE para a prova com o ruído contralateral do tipo Ruído Branco. Este tipo de estímulo se mostrou mais eficaz para a verificação do efeito inibitório da via eferente.

Uma vez cessado o ruído contralateral o nível das EOAT retorna aos valores encontrados nas duas primeiras etapas, o que nos mostra que assim que o ruído contralateral deixa de ser apresentado, todo o sistema olivo coclear volta ao seu estado inicial.

EXOS

APROVAÇÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em sessão de **28/08/2013**, **APROVOU** o Protocolo de Pesquisa nº **342/13** intitulado: “**ATIVAÇÃO DO EFEITO INIBITÓRIO DA VIA EFERENTE AUDITIVA POR ESTÍMULO DE FALA.**” apresentado pelo Departamento de FISIOTERAPIA, FONOAUDIOLOGIA E TERAPIA OCUPACIONAL

Cabe ao pesquisador elaborar e apresentar ao CEP-FMUSP, os relatórios parciais e final sobre a pesquisa (Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 196, de 10/10/1996, inciso IX.2, letra "c").

Pesquisador (a) Responsável: Renata Mota Mamede Carvalho

Pesquisador (a) Executante: Natália Faria Siqueira Brito

CEP-FMUSP, 02 de Setembro de 2013.

Prof. Dr. Roger Chammas
Coordenador
Comitê de Ética em Pesquisa

Inventário de Dominância Lateral de Edimburgo (Oldfield, 1971)

Por favor, indique sua preferência no uso das mãos nas seguintes atividades pela *colocação do sinal + na coluna apropriada*. Onde a preferência é tão forte que você nunca usaria a outra mão a menos que fosse forçado a usá-la, *coloque ++*. Se em algum caso a mão utilizada é realmente indiferente, *coloque + em ambas as colunas*.

Algumas das atividades requerem ambas as mãos. Nestes casos a parte da tarefa, ou objeto, para qual preferência manual é desejada é indicada entre parênteses.

Por favor, tente responder a todas as questões, e somente deixe em branco se você não tiver qualquer experiência com o objeto ou tarefa.

	Esquerda	Direita
1 Escrever		
2 Desenhar		
3 Arremessar		
4 Uso de tesouras		
5 Escovar os dentes		
6 Uso de faca (sem garfo)		
7 Uso de colher		
8 Uso de vassoura (mão superior)		
9 Acender um fósforo (mão do fósforo)		
10 Abrir uma caixa (mão da tampa).		

Oldfield, R.C. *The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory*. Neuropsychologia, 9, 97-113, 1971.

**HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO-HCFMUSP**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL

1. NOME: :.....
DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº : ..... SEXO : .M ☐ F ☐
DATA NASCIMENTO: ...../...../.....
ENDEREÇO ..... Nº.....APTO.....
BAIRRO: .....
CIDADE .....
CEP:..... TELEFONE: DDD (.....)

.....

2. RESPONSÁVEL LEGAL.....
NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador etc.) .....
DOCUMENTO DE IDENTIDADE :.....SEXO: M ☐ F ☐
DATA NASCIMENTO.: ...../...../.....
ENDEREÇO:.....Nº.....APTO:.....
BAIRRO: .....
CIDADE: .....
CEP: ..... TELEFONE:
DDD(.....).....

DADOS SOBRE A PESQUISA

1. TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA: “Ativação do efeito inibitório da via eferente auditiva
por estímulo de fala.”

PESQUISADOR : Dra. Renata Mota Mamede Carvalho.

CARGO/FUNÇÃO: Docente FMUSP

INSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL Nº 4027-5

UNIDADE DO HCFMUSP: .Faculdade de Medicina

3. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:

RISCO MÍNIMO ☒

RISCO MÉDIO ☐

RISCO BAIXO ☐

RISCO MAIOR ☐

4.DURAÇÃO DA PESQUISA : 24 meses

Rubrica do sujeito de pesquisa ou responsável.....

Rubrica do pesquisador.....

Essas informações estão sendo fornecidas para sua participação voluntária neste estudo, que visa obter maiores informações a respeito da audição em pessoas sem queixas auditivas. Sua participação consiste na realização de um teste rápido, que não causa desconforto e que vai avaliar como o som é transmitido pela sua orelha. Você vai ouvir sons, parecidos com apitos, através de um pequeno fone. Você não precisará dizer ou fazer nada, pois o aparelho mede automaticamente a resposta de sua orelha interna. Depois, vamos verificar as respostas da sua orelha novamente, pois repetiremos o exame com a apresentação de outro som (ruído) na outra orelha. Todos os sons que você vai ouvir são apresentados em baixa intensidade, não incomodam. Quando acabar, você vai aguardar mais alguns minutos para receber a cópia dos exames. Com isso, você terá maior conhecimento sobre a sua audição. Se você preferir que seus dados não sejam utilizados nesta pesquisa, mesmo após ter realizado os exames, sua vontade será respeitada. Como pesquisadora responsável pelo projeto, garanto que sua identidade não será revelada em qualquer etapa do estudo e seus dados serão utilizados apenas nesta pesquisa. Você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. O principal investigador é a Dra Renata Mota Mamede Carvalho que pode ser encontrado no endereço Rua Cipotânea, 51 Telefone: (11) 30918451. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) –Av. Dr. Arnaldo, 455 – Instituto Oscar Freire – 2º andar– tel: 3061-8004, FAX: 3061-8004– E-mail: cep.fm@usp.br. Você tem o direito de ser mantido atualizado sobre os resultados parciais das pesquisas. Não há despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo, incluindo exames e consultas. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo "Ativação do efeito inibitório da via eferente auditiva por estímulo de fala."

Eu discuti com a Dra. Renata Mota Mamede Carvalho sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso a tratamento hospitalar quando necessário. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no meu atendimento neste Serviço.

Rubrica do sujeito de pesquisa ou responsável.....

Rubrica do pesquisador.....

Assinatura do paciente/representante legal   Data   ____ / ____ / ____

Assinatura da testemunha _____ Data ____ / ____ / ____

para casos de pacientes analfabetos, semi-analfabetos ou portadores de deficiência auditiva ou visual.

(Somente para o responsável do projeto)

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste paciente ou representante legal para a participação neste estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Berlin CI, Hood LJ, Hurley A, Wen H .Contralateral suppression of otoacoustic emissions: an index of the function of the medial olivocochlear system. *Otolaryngol.Head Neck Surg.*1994;110(1):3-21

Bonaldi LV, De Angelis MA, Ribeiro EC, Smith RL; Bases anatômicas da audição e equilíbrio; Livraria Santos Editora; 2004; 1a Ed

Borg, E. On the neuronal organization of the acoustic middle ear reflex. A physiological and anatomical study. *Brain Research.* 1973;(1)49:101-123

Bruel MLF, Sanchez TG, Bento RF. Vias auditivas eferentes e seu papel no sistema auditivo. *Arq Otorrinolaringol* 2001;5(2):62-7.

Collet L, Kemp DT, Veuillet E, Duclaux R, Moulin A, Morgon A. Effect of contralateral auditory stimuli on active cochlear micro mechanical properties in human subjects. *Hear Res.* 1990; 43: 251-62.

Counter SA, Aldskogius H, Borg E. Cholera toxin B-HRP and wheat germ agglutinin-HRP tracing of tensor tympani muscle motoneurons and processes in rabbits. *Acta Otolaryngol.*1993;113:43–7.

Dallos P. The active cochlea. *J Neurosci* 1992; 12:4575–458.

De Boer J, Thornton AR, Krumbholz K. What is the role of the medial olivocochlear system in speech-in-noise processing? *J Neurophysiol.* 2012; Mar 107(5):1301-12.

De Ceulaer G, Yperman M, Daemers K, Van Driessche K, Somers T, Officierss FE, Govaerts PJ. Contralateral suppression of transient evoked otoacoustic emission: Normative data for a clinical test set-up. *Otol Neurotol* 2001; 22: 350-5.

Durante AS, Carvalho RMM. Mudanças das emissões otoacústicas por transientes na supressão contralateral em lactentes. *Pró-Fono R. Atual. Cient.* 2006; 18(1): 49-56.

Garinis A, Werner L, Abdala C. The relationship between MOC reflex and masked threshold. *Hearing Research* 2011; 282: 128-137.

Giraud AL, Garnier S, Micheyl C, Lina G, Chays A, Chery-Croze S. Auditory efferents involved in speech-in-noise intelligibility. *Neuroreport.* 1997; 8: 1779-83.

Gloritsa et al. Transient otoacoustic emission in the detection of olivocochlear bundle maturation *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2006; 70: 671-76.

Guinan JJ Jr. Olivocochlear efferents: anatomy, physiology, function, and the measurement of efferent effects in humans. *Ear Hear.* 2006; Dec 27(6):589-607.

Guinan JJ Jr. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.* 2010 Oct; 18(5): 447 - 53.

Hill JC, Prasher DK, Luxon LM. Evidence efferent effects on auditory afferent activity and their functional relevance. *Clin Otolaryngol* 1997; 22:394-402.

Hill JC, Prasher DK, Luxon LM. Evidence for efferent effects on auditory afferent activity, and their functional relevance. *Ear and Hearing.* 2001; 22 (30):173-81

Hood LJ, Berlin CI. Clinical applications of otoacoustic emissions. In: Berlin CI, Hood LJ, Ricci A. (Eds.) *Hair cells micromechanics and otoacoustic emissions: new developments.* San Diego: Singular Publishing - Thomsen Learning;2001. p. 121-37.

Hood LJ, Berlin CI, Bordelon J, Rose K. Patients with auditory neuropathy/dys-synchrony lack efferent suppression of transient evoked otocoustic emissions. *J Am Ac Audiol.* 2003; 14: 302-13.

James AL, Mount RJ, Harrison RV. Contralateral suppression of DPOAE measured in real time. *Clin Otolaryngol* 2002; 27: 106-12.

Khalfa S, Collet L. Functional asymmetry of medial olivocochlear system in humans. Towards a peripheral auditory lateralization. *NeuroReport* 1996; 7: 993-6.

Khalfa S, Morlet T, Micheyl C, Morgon A. Evidence of peripheral hearing asymmetry in humans: clinical implications. *Acta Otolaryngol* 1997; 117: 192-6.

Liang F, Liu C. & Liu B. Otoacoustic emission and auditory efferent function testing in patients with sensorio-neural hearing loss. *Chin Med J (engl)*. 1997., 110 (2), 139-41.

Liberman MC, Brown MC. Physiology and anatomy of single olivocochlear neurons in the cat. *Hear Res* 1986;24(1):17-36.

Liberman, M. C., Liberman, L. D., and Maison, S. F. Efferent feedback slows cochlear aging. *J. Neurosci.* 34, 4599–4607. doi: 10.1523/JNEUROSCI.4923-13.2014

Ludwig J, Oliver D, Frank G, Klöcker N, Gummer AW, Fakler B. Reciprocal electromechanical properties of rat prestin: The motor molecule from rat outer hair cells. *PNAS* 2001; 98: 4178-83.

Micheyl C, Collet L. Involvement of the olivocochlear bundle in the detection of tones in noise. *J Acoustic Soc Am*. 1996; 3: 1604-10.

Morlet T, Hamburger A, Kuint J, Ari-Even RD, Gartner M, Muchnik C et al. Assessment of medial olivocochlear system function in pre-term and full-term newborns using a rapid test of transient otoacoustic emissions. *Clin Otolaryngol*. 2004; 29: 183-90.

Muchnik C, Roth DA, Othman-Jebara R, Putter-Katz H, Shabtai EL, Hildesheimer M. Reduced Medial Olivocochlear Bundle system function in children with auditory processing disorders. *Audiol Neurotol*. 2004; 9: 107-14.

Oldfield, R.C. The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9, 97-113, 1971.

Popelar J, Valvoda J, Syka J. Acoustically and electrically evoked contralateral suppression of otoacoustic emissions in guinea pigs. *Hear Res* 1999;135(1-2):61-70.

Rajan R. Electrical stimulation of the inferior colliculus at low rates protects the cochlea from auditory desensitization. *Brain Res*. 1990; 506: 192-204.

Rabbitt, R. D., Brownell, W. E. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*.

2011 October ; 19(5): 376–381. doi:10.1097/MOO.

Sahley TL, Nodar RH, Musiek FE. Clinical Relevance. In: Eferent Auditory System. San Diego: Singular Publishing Group; 1997. p. 7

Schochat E, Matas CG, Samelli AG, Carvallo RMM. From otoacoustic emission to late auditory potentials P300: the inhibitory effect. *Acta Neurobiol Exp* 2012, 72: 1–12

Spangler KM, Henkel CK, Miller JrlJ. Localization of the motor neurons to the tensor tympani muscle. *Neurosci.Lett.* 1982; 20:23–7.

Thompson GC, Igarashi M, Stach BA. Identification of stapedius muscle motoneurons in Squirrel Monkey and Bush Baby. *J. Comp. Neurol.* 1985; 231:270–9

Van Zyl A, Swanepoel D, Hall J W. Effect of prolonged contralateral acoustic stimulation on transient evoked otoacoustic emissions. *Hearing Research.* 2009; 254(1–2): 77–81

Viveiros CM, Azevedo MF. Estudo do efeito de supressão das emissões otoacústicas evocadas transitórias em recém-nascidos a termo e pré-termo. *Fono Atual.* 2004; 29 7: 4-12.

Warren EH, Liberman MC. Effects of contralateral sound on auditory nerve response: contributions of cochlear efferents. *Hear Res.* 1989; 37: 89-104.

Wei Z, Sumitrajit D. Fast and Slow Effects of Medial Olivocochlear Efferent Activity in Humans. *PLoS One.* 2011; 6(4): e18725. Published online 2011 April 8. doi: 10.1371/journal.pone.0018725