

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

**OTITE MÉDIA CRÔNICA: IMPACTO NO
PROCESSAMENTO AUDITIVO E ASPECTOS
NEUROPSICOLÓGICOS DE ADOLESCENTES**

TESE DE DOUTORADO

MÁRCIA SALGADO MACHADO

Porto Alegre, Brasil, 2017.

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

**OTITE MÉDIA CRÔNICA: IMPACTO NO
PROCESSAMENTO AUDITIVO E ASPECTOS
NEUROPSICOLÓGICOS DE ADOLESCENTES**

MÁRCIA SALGADO MACHADO

A apresentação desta tese é exigência
do Programa de Pós-Graduação em
Saúde da Criança e do Adolescente, da
Universidade Federal do Rio Grande do
Sul, para obtenção do título de Doutor.

Orientador: Sady Selaimen da Costa

Co-Orientadora: Adriane Ribeiro Teixeira

Porto Alegre, Brasil, 2017.

CIP - Catalogação na Publicação

MACHADO, MÁRCIA SALGADO
OTITE MÉDIA CRÔNICA: IMPACTO NO PROCESSAMENTO
AUDITIVO E ASPECTOS NEUROPSICOLÓGICOS DE ADOLESCENTES
/ MÁRCIA SALGADO MACHADO. -- 2017.
228 f.

Orientador: SADY SELAIMEN DA COSTA.
Coorientadora: ADRIANE RIBEIRO TEIXEIRA.

Tese (Doutorado) -- 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, 2017.

1. OTITE MÉDIA. 2. PERCEPÇÃO AUDITIVA. 3.
NEUROPSICOLOGIA. 4. ADOLESCENTE. 5. AUDIÇÃO. I.
COSTA, SADY SELAIMEN DA , orient. II. TEIXEIRA,
ADRIANE RIBEIRO, coorient. III. Título. |

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

ESTA TESE FOI DEFENDIDA PUBLICAMENTE EM:

22/08/2017

E, FOI AVALIADA PELA BANCA EXAMINADORA COMPOSTA POR:

Profa. Dra. Maria Madalena Canina Pinheiro
Departamento de Fonoaudiologia
Universidade Federal de Santa Catarina

Dra. Letícia Petersen Schmidt Rosito
Serviço de Otorrinolaringologia
Hospital de Clínicas de Porto Alegre

Profa. Dra. Têmis Maria Félix
Programa de Pós Graduação Saúde da Criança e do Adolescente
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Nilson e Caciquiara,
ao meu amor Gustavo e aos meus filhos
Rafael e Gabriela, os quais são minha
inspiração e motivação diária. Sem vocês,
nada faria sentido e nada seria possível. A
vocês, dedico minha vida e este trabalho.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Sady Selaimen da Costa, pelo respeito e interesse com que acompanhou este trabalho, pelos ensinamentos compartilhados e pelo exemplo de seriedade e competência profissional com que me orientou durante este curso.

À Professora Dra. Adriane Ribeiro Teixeira, pelo incentivo em todas as etapas deste processo de doutoramento, pela disponibilidade com a qual me orientou ao longo deste trabalho e pelo modelo de ética, competência e dedicação à audiologia.

A todos os adolescentes que participaram deste estudo, causa maior deste trabalho, meu agradecimento pela disponibilidade, pelo interesse demonstrado e pela contribuição incalculável que prestaram à audiologia por meio da participação nesta pesquisa.

À Fonoaudióloga Adriana Laybauer, por permitir que a coleta de dados deste estudo fosse de fato concretizada por meio da generosidade em compartilhar espaços e possibilitar a realização dos exames no Serviço de Fonoaudiologia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre.

Aos médicos otorrinolaringologistas e residentes do Serviço de Otorrinolaringologia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre pelo auxílio no atendimento e nos encaminhamentos dos pacientes do Ambulatório de Otite Média Crônica, especialmente à Dra. Letícia Petersen Schmidt Rosito e ao Dr. Fábio Selaimen.

À Professora Dra. Sílvia Dornelles, chefe do Serviço de Fonoaudiologia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, pelo apoio e disponibilidade durante todas as dificuldades encontradas na logística da realização deste estudo.

Às Fonoaudiólogas do Serviço de Fonoaudiologia do HCPA, pela disponibilidade em compartilhar o espaço de trabalho para realização da coleta de dados deste estudo, em especial às queridas Denise Kochhann e Liese Weigert pela generosidade com que me acolheram nas sextas-feiras à tarde.

Ao Professor Dr. Alexandre Hundertmarck Lessa, pelo incentivo e amizade durante a coleta de dados, em especial pelo grande auxílio na autorização do local para realização da coleta de dados do grupo controle deste estudo.

À estatística Ceres Oliveira pelos serviços estatísticos prestados em todas as etapas deste estudo, desde o desenvolvimento do seu projeto até a conclusão desta tese.

À Professora Lúcia Soldera pela competência, agilidade e dedicação na revisão do português desta tese.

À Coordenação e ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente pela competência e dedicação com as quais mantém este programa com alto nível de qualidade.

À secretária do Programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente, Rosane Blanger, pelo auxílio e agilidade especialmente no processo final de encaminhamento à defesa desta tese.

Ao meu companheiro, Luiz Gustavo Silveira Flores, por todo amor, compreensão, carinho, cuidado, auxílio, paciência e respeito com que se dedica diariamente aos meus projetos e sonhos. Meu amor e minha gratidão extrapolam qualquer agradecimento.

Aos meus pais, Nilson e Caciquiara Machado, pela dedicação, pelo auxílio no cuidado com meus filhos, pelo incentivo e desdobramento em todos os momentos deste curso e, principalmente, por terem me proporcionado uma educação cercada de valores pessoais indispensáveis para minha formação.

Aos meus amados filhos, Rafael e Gabriela, pela compreensão em todos os momentos de abdicção do lazer em família para que este curso e este trabalho pudessem ser concluídos, pelo incentivo com que surpreendentemente me deram em todos os momentos, pelo amor infindo que compartilham comigo diariamente e que movem os meus dias. Desejo que essa

experiência compartilhada os acompanhe ao longo das suas vidas como exemplo de dedicação e determinação.

À minha querida amiga e colega Cristina Loureiro Chaves Soldera pela amizade intensa e verdadeira com que me presenteia no trabalho e na vida. Sem o teu apoio e carinho, seria tudo muito mais difícil. Muito obrigada por compartilhar este sonho comigo de forma tão intensa.

Às minhas colegas e amigas Fabiana de Oliveira, Letícia Pacheco Ribas, Lisiane Barbosa e Maria Cristina Cardoso pela amizade, incentivo, encorajamento, compreensão e paciência com que me acompanharam durante este processo.

Ao Departamento do Curso de Fonoaudiologia da UFCSPA pela flexibilização de horários nas atividades docentes que permitiram a realização das atividades vinculadas a este curso.

Às colegas fonoaudiólogas Andressa Colares da Costa Otavio e Bruna Macangnin Seimetz pela amizade, auxílio e incentivo durante o período deste curso de doutorado.

Aos bolsistas de extensão do Curso de Fonoaudiologia da UFRGS que acompanharam este estudo, por tornarem cada dia de atividades mais leve e descontraído.

Aos alunos e ex-alunos Karoline Quaresma, Kariny Zencke da Silva, Luíza Vernier, Mateus Belmonte, Laura Burkhard, Bruna Santanna e Marcelo Henrique Ferreira pelo relevante auxílio no recrutamento dos sujeitos que compuseram o grupo controle deste estudo.

EPÍGRAFE

“[...] Sê inteiro.

Nada teu exagera ou exclui.

Sê todo em cada coisa.

Põe quanto és no mínimo que fazes [...]”.

(Fernando Pessoa)

RESUMO

Introdução: A otite média com efusão recorrente nos primeiros cinco anos de vida é considerada um indicador de risco para alterações no processamento auditivo central (PAC). No entanto, não foram encontrados estudos que avaliassem o PAC em sujeitos com otite média crônica. Em virtude da gravidade e cronicidade da doença, destaca-se a relevância deste estudo. **Objetivo:** Investigar e analisar o impacto da otite média crônica não colesteatomatosa (OMCNC) no processamento auditivo central e em alguns aspectos neuropsicológicos de adolescentes. **Métodos:** Trata-se de um estudo observacional, transversal controlado, no qual foram recrutados 34 adolescentes de 12 a 18 anos com diagnóstico de otite média crônica não colesteatomatosa oriundos de um ambulatório de atendimento a indivíduos com otite média crônica de um hospital do sul do país. Um grupo controle de 34 adolescentes pareados por idade, sexo, renda familiar e escolaridade materna foi estabelecido para o estudo. A avaliação dos indivíduos da amostra foi realizada por meio dos seguintes procedimentos: anamnese, audiometria tonal liminar, logaudiometria, bateria de avaliação comportamental do processamento auditivo central (*Masking Level Difference- MLD*, *Synthetic Sentence Identification* com mensagem competitiva ipsilateral- *SSIMCI*, *Random Gap Detection Test- RGDT*, *Duration Pattern Sequence- DPS* e Teste Dicótico de Dígitos- *DD*) e alguns subtestes do Instrumento de Avaliação Neuropsicológica Breve Neupsilin (tarefas de atenção, memória de trabalho e função executiva). **Resultados:** Em relação ao PAC, verificou-se diferença estatisticamente significativa entre as médias observadas entre os grupos estudo e controle em todos os testes realizados: *MLD* ($p=0,001$), *SSI* em relação sinal/ruído de 0 dB ($p<0,001$) em ambas as orelhas, *SSI* em relação sinal-ruído de -15dB ($p<0,001$) em ambas as orelhas, *RGDT* ($p<0,001$), *DPS* ($p=0,002$), *DD* na orelha direita ($p=0,001$) e *DD* na orelha esquerda ($p=0,003$). Nos sub testes do Neupsilin, observou-se diferença significativa entre os grupos nas seguintes tarefas: repetição de sequência de dígitos ($p=0,011$), ordem ascendente de dígitos ($p=0,025$), *span* auditivo de sentenças ($p=0,002$) e fluência verbal fonêmica ($p=0,001$). **Conclusões:** Foi constatado impacto no PAC e nos subtestes de atenção, memória e função executiva em adolescentes com otite média crônica não colesteatomatosa. Desta forma, ressalta-se a necessidade de encaminhamento de sujeitos com a doença para avaliação e intervenção terapêutica.

Palavras-chave: percepção auditiva; otite média; transtornos da percepção auditiva; doenças auditivas centrais; adolescente.

ABSTRACT

Introduction: Otitis media with recurrent effusion in the first five years of life is considered an indicator of risk for alterations in central auditory processing (CAP). However, no studies were found evaluating CAP in subjects with chronic otitis media. Due to the severity and chronicity of the disease, the relevance of this study stands out. **Objective:** To investigate and analyze the impact of chronic non-cholesteatomatous otitis media on central auditory processing and on neuropsychological aspects in adolescents. **Methods:** This was a cross-sectional, observational study in which 34 adolescents aged 12 to 18 years with a diagnosis of chronic non-cholesteatomatous otitis media from an outpatient clinic for individuals with chronic otitis media were recruited from a hospital in southern Brazil. A control group of 34 adolescents matched by age, sex, family income and maternal schooling was established for study. The evaluation of the subjects was performed through the following procedures: anamnesis, tonal threshold audiometry, logaudiometry, behavioral evaluation of central auditory processing battery (Masking Level Difference- MLD, Synthetic Sentence Identification with ipsilateral competitive message- SSI / MCI, Random Gap Detection Test- RGDT, Duration Pattern Sequence- DPS and Digit Dichotic Test- DD) and some subtests of the Neupsilin Brief Neuropsychological Assessment Instrument (attention, working memory and executive function). **Results:** In relation to CAP, a statistically significant difference was observed between the means observed between the study and control groups in all the tests performed: MLD ($p = 0.001$), SSI in 0 dB signal-to-noise ratio in both ears ($p < 0.001$), SSI in -15dB signal-to-noise ratio in both ears ($p = 0.001$), RGDT ($p < 0,001$), DPS ($p=0,002$), DD in the right ear ($p = 0.001$) and DD in the left ear ($p= 0.003$). In the Neupsilin sub-tests, a significant difference was observed between groups in the following sub-tests: digit sequence repetition ($p = 0.011$), digit ascending order ($p = 0.025$), auditory sentence span ($p = 0.002$), and Phonemic verbal fluency ($p = 0.001$). **Conclusions:** Impact on PAC and on subtests of attention, memory and executive function were observed in adolescents with chronic non-cholesteatomatous otitis media. Thus, the need to refer subjects with the disease for evaluation and therapeutic intervention is emphasized.

Keywords: auditory perception; otitis media; auditory perceptual disorders; auditory diseases, central; adolescent.

LISTA DE FIGURAS

Revisão de literatura

Figura 1 Esquema da via auditiva central.....	33
Figura 2 <i>Masking Level Difference</i>	40
Figura 3 Frases utilizadas no teste SSI.....	42
Figura 4 <i>Synthetic Sentence Identification</i>	43
Figura 5 <i>Random Gap Detection Test</i>	44
Figura 6 <i>Duration Pattern Sequence</i>	46
Figura 7 Teste Dicótico de Dígitos.....	48

Artigo 1 em português

Figura 1 Diagrama da estratégia de busca.....	106
Figura 2 Características dos estudos incluídos nesta revisão.....	107

Artigo 2 em português

Figura 1 Percentual de alterações entre os testes de PAC no grupo estudo.....	139
Figura 2 Gráfico demonstrativo dos resultados comparativos entre os testes do GC e os subgrupos do GE de acordo com o tipo de alteração condutiva.....	140

Artigo 1 em inglês

Figure 1 Diagram of the search strategy.....171

Figure 2 Characteristics of the studies included in this review.....172

Artigo 2 em inglês

Figure 1 Percentage changes between CAP tests in the study group.....203

Figure 2 Graph showing the comparative results between the means CG tests and SG subgroups according to the type of conductive change.....204

LISTA DE TABELAS

Artigo 2 em português

Tabela 1 Caracterização da amostra.....	135
Tabela 2 Resultados comparativos dos testes de PAC entre os grupos estudo e controle.....	136
Tabela 3 Resultados comparativos dos testes de PAC entre os indivíduos do GC e os subgrupos do GE com alteração condutiva unilateral e bilateral.....	137
Tabela 4 Resultados comparativos dos testes de PAC entre os GC e GE de acordo com a classificação de renda familiar.....	138

Artigo 3 em português

Tabela 1 Caracterização da amostra.....	156
Tabela 2 Resultados dos testes neuropsicológicos.....	157
Tabela 3 Associação entre os testes de PAC e os testes neuropsicológicos por meio do coeficiente de correlação de <i>Spearman</i>	158

Artigo 2 em inglês

Table 1 Characterization of the sample.....	199
Table 2 Comparative results of CAP tests between the study and control groups.....	200

Table 3 Comparative results of CAP tests among CG subjects and the SG subgroups with unilateral and bilateral conductive change.....	201
Table 4 Comparative results of CAP tests between GC and SG according to the family income classification.....	202

Artigo 3 em inglês

Table 1 Characterization of the sample.....	220
Table 2 Neuropsychological test results.....	221
Table 3 Association between CAP tests and neuropsychological tests using the <i>Spearman</i> correlation coefficient.....	222

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CD- *Compact Disc*

dB- Decibel

dBNA- Decibel nível de audição

dBNS- Decibel nível de sensação

DD- Teste Dicótico de Dígitos

DPS- *Duration Pattern Sequence*

GC- Grupo Controle

GE- Grupo Estudo

GPPG- Grupo de Pesquisa e Pós-Graduação

HCPA- Hospital de Clínicas de Porto Alegre

HZ- Hertz

IPRF- Índice percentual de reconhecimento de fala

LRF- Limiar de reconhecimento de fala

MCI- Mensagem competitiva ipsilateral

MLD- *Masking Level Difference*

ms- milissegundos

OMA- Otite média aguda

OMAN- Otite média aguda necrotizante

OMAR- Otite média aguda recorrente

OMC- Otite média crônica

OMCC- Otite média crônica colesteatomatosa

OMCNC- Otite média crônica não colesteatomatosa

OMCS- Otite média crônica silenciosa

OME- Otite média com efusão

PAC- Processamento auditivo central

RGDT- *Random Gap Detection Test*

RS- Rio Grande do Sul

SNAC- Sistema nervoso auditivo central

SNC- Sistema nervoso central

SSI- *Synthetic Sentence Identification*

TCLE- Termo de consentimento livre e esclarecido

TPAC- Transtorno do Processamento Auditivo Central

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	20
2 REVISÃO DA LITERATURA	23
2.1 ANATOMOFISIOLOGIA DO SISTEMA NERVOSO AUDITIVO CENTRAL.....	23
2.1.1 Anatomia do sistema nervoso auditivo central.....	23
2.1.2 Fisiologia sistema nervoso auditivo central.....	29
2.2 PROCESSAMENTO AUDITIVO CENTRAL E ASPECTOS NEUROPSICOLÓGICOS.....	34
2.2.1 Processamento auditivo central.....	34
2.2.1.1 Conceito.....	34
2.2.1.2 Mecanismos e habilidades auditivas.....	35
2.2.1.3 Bateria de avaliação comportamental do processamento auditivo central.....	38
2.2.1.4 Transtorno do processamento auditivo central.....	50
2.2.2 Aspectos neuropsicológicos envolvidos no processamento auditivo central.....	51
2.2.2.1 Atenção.....	53
2.2.2.2 Memória de trabalho.....	53
2.2.2.3 Funções executivas.....	54
2.2.2.4 Neupsilin.....	55
2.3 OTITE MÉDIA.....	57
2.3.1 Conceito.....	57
2.3.2 Classificação.....	58
2.3.3 Otite média crônica.....	60
2.4 OTITE MÉDIA E PRIVAÇÃO AUDITIVA.....	65
2.5 OTITE MÉDIA E PROCESSAMENTO AUDITIVO CENTRAL.....	66
2.6 OTITE MÉDIA E ASPECTOS NEUROPSICOLÓGICOS.....	70
3 JUSTIFICATIVA	74
4 OBJETIVOS	75
4.1 OBJETIVO GERAL.....	75
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	75
5 METODOLOGIA	76
5.1 DELINEAMENTO.....	76
5.2 POPULAÇÃO EM ESTUDO.....	76
5.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO.....	77
5.4 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO.....	77
5.5 LOCAL.....	77
5.6 LOGÍSTICA.....	78
5.7 AVALIAÇÕES.....	79
6 CONSIDERAÇÕES ESTATÍSTICAS	82
6.1 CÁLCULO AMOSTRAL.....	83
6.2 ANÁLISE DOS DADOS.....	83
7 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS	84
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86
9 ARTIGO 1 EM PORTUGUÊS	96
10 ARTIGO 2 EM PORTUGUÊS	109
11 ARTIGO 3 EM PORTUGUÊS	141
12 CONCLUSÕES	159
APÊNDICES	160

APÊNCIDE A- Artigo 1 em inglês.....	161
APÊNCIDE B- Artigo 2 em inglês.....	174
APÊNCIDE C- Artigo 3 em inglês.....	205
ANEXOS	223
ANEXO A- Termo de assentimento.....	224
ANEXO B- Termo de consentimento livre e esclarecido para menores de 18 anos.....	225
ANEXO C- Termo de consentimento para indivíduos com 18 anos.....	227

1. INTRODUÇÃO

O ser humano se define como tal ao se aproximar de uma cultura, a qual tem como base a comunicação (MENEGOTTO e SOARES, 2006). A necessidade da comunicação oral é essencial para a sociabilização (ROSLYNG-JENSEN, 1999), o que torna a audição um sentido fundamental para o desenvolvimento pleno do indivíduo (BENTO, 2017) e essencial à vida humana (ZORZETTO, 2011).

Para que se compreendam todos os estímulos auditivos escutados, são necessárias a ação e a integração de todo sistema nervoso auditivo central (SNAC), 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).

Todo este mecanismo, denominado ‘processamento auditivo central’ (PAC), envolve uma gama complexa de estruturas e funções que exigem integridade do sistema auditivo periférico e maturação do SNAC para que ele funcione de forma adequada (BELLIS, 2003). Quando esta integração é interrompida por qualquer alteração ou disfunção em alguma (s) estrutura (s) auditiva (s), diversas dificuldades podem ser observadas (AMERICAN ACADEMY OF AUDIOLOGY, 2010), afetando a comunicação de alguma forma específica.

As causas para alterações no PAC incluem lesões cerebrais, distúrbios neurológicos ou atraso na maturação das vias auditivas centrais (PEREIRA, 2013). A privação auditiva provocada por otite média com efusão nos primeiros cinco anos de vida, denominada ‘precoce’ (HOGAN e MOORE, 2003; HARTLEY e MOORE, 2005), parece ocasionar alterações na maturação das vias auditivas centrais devido à flutuação na audição provocada por episódios recorrentes da doença (GRAVEL e WALLACE, 1992; SCHILDER *et al.*, 1994; ZUMACH *et al.*, 2009; GRAVEL *et al.*, 2006).

Apesar de existirem evidências afirmando tais efeitos, há estudos demonstrando que esta alteração é temporária, a qual, portanto, não persistiria após a normalização da audição (WEBSTER *et al.*, 1989; HOGAN *et al.*, 1996; HARTLEY e MOORE, 2005; GRAVEL *et al.*, 2006). Ainda não há consenso, na literatura, a respeito da existência e/ou permanência de alterações no PAC, após a normalização da flutuação auditiva associada à otite média com efusão precoce (NICLASSEN *et al.*, 2016; KHAVARGHAZALANI *et al.*, 2016).

A relação do impacto da otite média com efusão recorrente precoce continua instigando os audiologistas, apesar de estar estabelecida a recomendação de encaminhamento das crianças com histórico de privação auditiva associada à otite média precoce para avaliação do PAC (AMERICAN ACADEMY OF AUDIOLOGY, 2010). A ausência de clareza em relação aos verdadeiros efeitos da doença no desenvolvimento do PAC dificulta a rotina dos clínicos em relação ao encaminhamento para avaliação e intervenção.

As evidências de prováveis efeitos da otite média com efusão precoce no PAC ressaltam a necessidade de se considerar tais efeitos também em sujeitos com otite média crônica (OMC), tendo em vista a gravidade da doença e a longa duração das alterações auditivas que os acompanham.

Não foram encontrados, na literatura consultada, estudos que evidenciassem as condições do PAC em sujeitos com OMC. Acredita-se que a escassez de estudos relacionados a este público ocorra em função de ser uma doença de baixa prevalência (especialmente em crianças e adolescentes) e, portanto, mais difícil de ser estudada.

O Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), localizado no município de Porto Alegre (RS, Brasil), abriga o Ambulatório de Otite Média Crônica, reconhecido internacionalmente, o qual é referência no Estado e atende pacientes com otite média crônica sem intervenção prévia. Neste ambulatório, a queixa de dificuldades comunicativas destes

sujeitos (semelhantes às encontradas em alterações do PAC) vem sendo observada, há muitos anos, de maneira empírica, pela equipe médica responsável por este mesmo ambulatório.

A possibilidade de ter uma amostra representativa em um centro único de atendimento, somada à necessidade de esclarecimentos a respeito dos efeitos da OMC no processamento auditivo central, viabilizou a realização do presente estudo.

Tendo em vista os aspectos descritos, formulou-se o objetivo geral desta tese: investigar e analisar o impacto da otite média crônica não colesteatomatosa (OMCNC) no processamento auditivo central e em alguns aspectos neuropsicológicos de adolescentes, provenientes de um ambulatório de referência.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo, apresenta-se a revisão de literatura referente ao tema desta tese. Para melhor compreensão, os assuntos foram subdivididos em seis grupos.

Inicia-se pela anatomofisiologia do sistema auditivo nervoso central. Os mecanismos anatomofisiológicos do sistema auditivo periférico não são abordados por já estarem bem esclarecidos entre os profissionais que atuam na área, bem como para objetivar a leitura em relação ao foco do tema proposto.

Na continuação, apresenta-se vasta revisão a respeito do processamento auditivo central, seguida dos mais relevantes aspectos neuropsicológicos envolvidos (atenção, memória e função executiva). Na sequência, descrevem-se, em âmbito geral, os aspectos inerentes à otite média, os quais, logo após, são vistos com foco na otite média crônica, a qual centraliza o presente estudo.

Por fim, um capítulo aborda os efeitos da privação auditiva associada à otite média e dois capítulos apresentam uma compilação de estudos que inter-relacionam o processamento auditivo central e alguns aspectos neuropsicológicos com a otite média.

2.1 ANATOMO-FISIOLOGIA DO SISTEMA NERVOSO AUDITIVO CENTRAL

2.1.1 Anatomia do sistema nervoso auditivo central

A audição é um dos sentidos mais importantes (NORTHERN e DOWNS, 2005; ZORZETTO, 2011), pois, através dele, se apreende o mundo físico das vibrações sonoras, o que torna possível as representações internas ou imagens mentais das experiências (PEREIRA e SCHOCHAT, 2011).

O sistema auditivo é formado por estruturas sensoriais e conexões centrais que permitem seu funcionamento pleno (BONALDI, 2013). Este sistema consiste em uma rede sensorial extremamente complexa que se encontra totalmente ‘escondida’ no crânio (NORTHERN e DOWNS, 2005). Para abordar o processamento auditivo e seus distúrbios, é preciso, portanto, considerar todo o sistema auditivo, da orelha ao cérebro (BELLIS, 2003).

A função auditiva é mediada pela ação do SNAC, cujo funcionamento é decisivo para os processos perceptuais auditivos (SANCHEZ e ALVAREZ, 2006). Todo este processo inicia quando as fibras nervosas saem da cóclea em direção ao tronco encefálico (TEIXEIRA e GRIZ, 2013). Começa-se a apresentação da anatomia do SNAC pela orelha interna, uma vez que a sinapse entre suas células ciliadas e as fibras nervosas auditivas marca o início da transmissão neural dos sinais auditivos (BELLIS, 2003).

A orelha interna está situada na porção petrosa do osso temporal e inclui o labirinto ósseo (preenchido por perilinfa) e o labirinto membranoso (preenchido por endolinfa) (NETO, 1999a; BONALDI, 2013). Em sua parte anterior, encontra-se a cóclea, uma estrutura helicoidal que contém células sensoriais (denominadas células ciliadas), as quais enviam impulsos para os nervos auditivos e, destes, para o cérebro (NORTHERN e DOWNS, 2005). Esta estrutura apresenta a forma de um tubo fechado em uma de suas extremidades (o canal coclear), enrolado em espiral, o qual realiza dois giros e meio no interior da cápsula ótica. Todas as estruturas anatômicas da cóclea seguem este formato espiralar. Dentro dela, encontra-se o órgão de Corti, constituído por células de sustentação e ciliadas (sensoriais), dispostas em uma fileira mais central (células ciliadas internas) e três fileiras mais periféricas (células ciliadas externas), as quais têm seus cílios interligados a uma estrutura gelatinosa denominada membrana tectória (NETO, 1999a).

As células ciliadas externas representam o amplificador coclear que permite, por meio da inclinação de seus cílios, a amplificação necessária para determinar a deflexão das células

ciliadas internas. Estas consistem em unidades receptoras e codificadoras responsáveis pela transmissão da informação sonora codificada da cóclea para os núcleos cocleares e, ao longo da via auditiva, para o córtex auditivo (BONALDI, 2013).

Consiste, pois, em um aparelho de percepção que transforma vibrações sonoras em impulsos elétricos codificados, os quais são encaminhados ao sistema nervoso auditivo central para sua interpretação (NETO, 1999a).

Ao longo das vias auditivas, estão dispostos diversos centros de integração, nos quais ocorre o processamento das informações sonoras. Para que este processamento ocorra, os impulsos nervosos devem ser transmitidos pelas fibras do nervo auditivo para os núcleos cocleares, o tronco encefálico, o tálamo e, por fim, o córtex auditivo (TEIXEIRA e GRIZ, 2013).

O núcleo coclear é o primeiro nível no SNAC (BELLIS, 2003), sendo constituído por vários tipos de células que podem modificar os impulsos neurais para dar início à codificação sonora. As características destas células parecem ter relação sobre o processamento temporal, o qual é necessário para localização por meio da identificação de diferenças temporais interaurais (TEIXEIRA e GRIZ, 2013).

O núcleo coclear consiste na única estrutura, a nível de tronco encefálico, com informações exclusivamente ipsilaterais, provenientes da cóclea e do nervo auditivo (TEIXEIRA e GRIZ, 2013). Uma disfunção abaixo deste nível resultará em anormalidades ipsilaterais e uma alteração acima deste núcleo provavelmente resultará em anormalidades bilaterais ou contralaterais (BELLIS, 2003).

O complexo olivar superior constitui um conjunto de núcleos situados na ponte (TEIXEIRA e GRIZ, 2013). É considerado a primeira estação binaural pelo fato de receber informações ipsi e contralaterais (BELLIS, 2003; TEIXEIRA e GRIZ, 2013). Por este motivo, consiste em uma estação complexa de transmissão da informação sonora (TEIXEIRA e GRIZ,

2013). Trata-se de uma estrutura fundamental para o processamento da entrada binaural, importante para a localização dos estímulos auditivos e essencial para a audição na presença de ruído de fundo (BELLIS, 2003).

O lemnisco lateral é constituído de fibras ascendentes e descendentes, estendendo-se do complexo olivar superior ao colículo inferior (mesencéfalo). Contém corpos celulares (núcleos) ao longo de seu comprimento, os quais recebem projeções cruzadas e não cruzadas de estruturas auditivas mais caudais, continuando assim a representação bilateral de estímulos auditivos (BELLIS, 2003). Da mesma forma que o núcleo coclear e o complexo olivar superior, o lemnisco lateral também apresenta uma organização tonotópica (TEIXEIRA e GRIZ, 2013).

O colículo inferior está localizado na superfície posterior do tronco encefálico, sendo facilmente visualizado após a remoção do cerebelo (BELLIS, 2003). É uma estrutura que faz sinapse com a maioria das fibras do lemnisco lateral e dos centros auditivos baixos, sendo constituído principalmente de fibras somatossensitivas e auditivas (TEIXEIRA e GRIZ, 2013). Ele apresenta profundas implicações relativas à capacidade de localizar fontes sonoras e a outras funções binaurais (BELLIS, 2003).

O corpo geniculado medial compreende o núcleo auditivo do tálamo, o qual está localizado entre o tronco encefálico e o córtex auditivo (BELLIS, 2003). Recebe impulsos principalmente ipsilaterais, provenientes do colículo inferior. Seus neurônios irradiam-se para as áreas auditivas do cérebro (TEIXEIRA e GRIZ, 2013). Há evidências de que alguns sinais de fala, tais como vogais e consoantes, podem ser codificados suficientemente bem no nível do tálamo, de modo a demonstrar a preservação mesmo em casos de dano cortical (BELLIS, 2003).

O córtex auditivo pode ser classificado de diferentes formas (anatômica, filogenética, estrutural e funcional). Adota-se aqui a classificação funcional devido à sua relevância para a

compreensão do funcionamento cerebral, bem como para o diagnóstico de diversas lesões que o acometem. Destaca-se que as localizações funcionais devem ser consideradas como especializações funcionais de áreas específicas e não como compartimentos isolados. De forma geral, as áreas funcionais do córtex são classificadas em áreas de projeção ou áreas primárias (recebem ou dão origem a fibras relacionadas com sensibilidade e motricidade) e áreas de associação ou áreas secundárias e terciárias (relacionadas a funções psíquicas complexas) (MACHADO, 1993).

As áreas cerebrais funcionais do córtex auditivo correlacionadas com a percepção dos sons da fala são exclusivas do cérebro humano (BONALDI *et al.*, 2004). Constituem estruturas heterogêneas (MACHADO, 1993; TEIXEIRA e GRIZ, 2013), pois abrigam neurônios que respondem aos estímulos auditivos em praticamente todas as regiões do cérebro (BELLIS, 2003). As regiões auditivas relacionadas às estruturas corticais podem ser divididas em duas principais áreas auditivas do lobo temporal: o córtex auditivo primário e o córtex auditivo secundário (BELLIS, 2003; ZORZETTO, 2011).

O córtex auditivo primário (ou giro de Heschel) está localizado aproximadamente em dois terços da parte posterior, na superfície superior do lobo temporal (BELLIS, 2003). Compreende as áreas 41 e 42 de Brodmann (giros temporais transversos), as quais recebem fibras nervosas do corpo geniculado medial (BONALDI *et al.*, 2004). Esta área também retém a organização tonotópica da cóclea, assim como todos os níveis do SNAC. Ela demonstra excelente codificação temporal dos estímulos de ataque e outros eventos transitórios rápidos (BELLIS, 2003).

O córtex auditivo secundário corresponde à área 22 de Brodmann (ZORZETTO, 2011), a qual inclui o centro da fala (área de Wernicke) (BONALDI *et al.*, 2004), sendo responsável pela integração das informações auditivas, visuais e somatossensitivas, as quais são essenciais para a linguagem (TEIXEIRA e GRIZ, 2013). É uma área que envolve grande

quantidade de multimodalidade, bem como integração multifuncional, estando conectado ao córtex auditivo primário por um feixe axonal extenso. Especificamente, a área de Wernicke, a qual se estende até o lobo parietal inferior, é fundamental no reconhecimento de palavras e outros estímulos de linguagem (BELLIS, 2003).

O córtex auditivo primário pode ser considerado uma área receptiva primária de curta latência e o córtex auditivo secundário, uma área interpretativa de longa latência (ZORZETTO, 2011). Existe diferenciação funcional do córtex auditivo entre os hemisférios cerebrais direito e esquerdo, correspondente às funções de música e fala, respectivamente (BONALDI *et al.*, 2004).

As áreas auditivas corticais em ambos os hemisférios estão conectadas entre si através do corpo caloso, o maior feixe de fibras comissurais, que conecta os dois hemisférios cerebrais. Esta conectividade inter-hemisférica do corpo caloso é extremamente complexa, com uma quantidade significativa de sobreposição de fibras de diferentes regiões corticais existentes em muitas porções da estrutura (BELLIS, 2003).

O hemisfério direito é dominante para habilidades visuo-espaciais, sequenciamento, cálculo de matemática, arte, música, processamento de aspectos não linguísticos da comunicação, raciocínio abstrato e tipos semelhantes de tarefas. O hemisfério esquerdo tem maior enfoque fonológico e linguístico, demonstrando maior capacidade para os processos de pensamento concreto (BELLIS, 2003).

Cada hemisfério cerebral é constituído por quatro lobos primários com o nome dos ossos do crânio que os cobrem: o frontal, o parietal, o temporal e occipital. Embora funções gerais possam ser atribuídas a cada lobo no cérebro típico, uma grande quantidade de integração e interação ocorre em todas as áreas. Desta forma, apesar de se considerar que o lobo temporal 'aloja' as porções auditivas do cérebro, regiões auditivas sensíveis são encontradas em todo o cérebro e nas estruturas subcorticais (BELLIS, 2003).

O número de fibras nervosas aumenta, de forma relevante, ao longo da via auditiva (da periferia ao córtex) (ALBERNAZ, 2011). Torna-se fácil, portanto, compreender que, quanto mais elevado o número destas fibras, maior será a complexidade de ativação dos estímulos sonoros, tais como a fala (BONALDI *et al.*, 2004).

2.1.2 Fisiologia do sistema nervoso auditivo central

O homem é dotado de um notório sistema de captação, magnificação, percepção, discriminação e interpretação do som, o qual permite todo o processamento da energia sonora, desde o momento em que ela chega ao pavilhão auricular até sua projeção no córtex cerebral (NETO, 1999a). No entanto, todos os mistérios pelos quais o ser humano percebe e compreende sons complexos ainda não foram completamente elucidados (NORTHERN e DOWNS, 2005).

Todo processo envolvendo a audição inicia no pavilhão auricular por meio da captação das ondas sonoras que são conduzidas para o meato acústico externo. Este fluxo de energia atinge a membrana timpânica, permitindo que ela vibre com o mesmo padrão de vibração do estímulo sonoro recebido (MOMENSOHN-SANTOS e RUSSO, 2007).

Parte desta energia é refletida, fazendo com que a intensidade do estímulo seja reduzida (MOMENSOHN-SANTOS e RUSSO, 2007). Para recuperar a energia perdida, dois mecanismos de amplificação mecânica são acionados, um pelo sistema de energia por alavanca (cadeia ossicular) e outro devido ao mecanismo hidráulico (diferença de área entre membrana timpânica e janela oval) (OLIVEIRA, 2006).

Cabe à orelha média transformar a energia vibratória aérea em energia vibratória no meio líquido sem perda de suas características (MOMENSOHN-SANTOS e RUSSO, 2007), o que permite o movimento do estribo para dentro e para fora, provocando a condução da

vibração pela perilinfa (NORTHERN e DOWNS, 2005). Ocorrem então deslocamentos das ondas mecânicas, permitindo a movimentação do ducto coclear e das membranas vestibular e tectória (MOMENSOHN-SANTOS e RUSSO, 2007).

Inicia-se uma onda de oscilação na base da membrana basilar que se propaga em direção ao helicotrema até seu ponto de deflexão máxima. Assim, um som agudo percorre uma distância menor na membrana basilar e um som grave, uma distância maior. Neste momento, o mecanismo de cóclea ativa é acionado (MOMENSOHN-SANTOS e RUSSO, 2007). Tal sistema baseia-se nas diferenças morfológicas entre as células ciliadas externas e internas, as quais marcam as diferenças fisiológicas entre essas estruturas (OLIVEIRA, 2006).

Didaticamente, divide-se a ação do mecanismo da cóclea ativa em três etapas: transdução mecanoelétrica das células ciliadas externas; transdução eletromecânica nas células ciliadas externas; transdução mecanoelétrica nas células ciliadas internas. A primeira etapa envolve a voltagem alternante provocada pela vibração sonora da membrana basilar, a qual se sobrepõe ao potencial endococlear de repouso, sendo, desta forma, constituídos os potenciais microfônicos cocleares. Na segunda etapa, ocorre a contração em fase com a frequência do som que originou o estímulo (contrações rápidas), permitindo o contato da membrana tectorial com a membrana basilar (OLIVEIRA, 2006). O acoplamento entre essas estruturas desencadeia a amplificação da vibração desta membrana (MOMENSOHN-SANTOS e RUSSO, 2007), fato que permite a ocorrência da terceira etapa. Assim, torna-se possível o contato e a inclinação dos cílios mais longos das células ciliadas internas, possibilitando a abertura dos canais de K^+ e a subsequente liberação de neurotransmissor. Com isso, o sistema de inervação aferente transmite a mensagem sonora codificada pela célula ciliada interna às áreas auditivas centrais por meio de impulsos elétricos (OLIVEIRA, 2006).

Quando a cóclea realiza a decomposição espectral das vibrações de entrada, de modo que diferentes regiões da membrana basilar são forçadas a entrar em oscilação por sons de diferentes frequências, esta decomposição faz com que células ciliadas internas e, conseqüentemente, diferentes fibras nervosas auditivas realizem a transdução de sons de diferentes frequências, levando essas informações ao SNAC (PHILLIPS e DINGLE, 2015). A organização tonotópica é, portanto, a especificidade de frequência que ocorre por consequência das propriedades mecânicas da membrana basilar na cóclea, sendo esta organização repetida ao longo das vias auditivas do tronco encefálico até o córtex auditivo primário (COSTA-FERREIRA, 2015).

A partir do momento em que as fibras nervosas no nervo auditivo são acionadas por meio da despolarização das células ciliadas internas, as demais fibras nervosas, dispostas no SNAC, são ativadas por meio de impulsos nervosos que são mediados por neurotransmissores – substâncias químicas liberadas na sinapse (BELLIS, 2003). Neste momento, os neurônios I, que constituem a porção coclear no nervo auditivo (originados no gânglio espiral da cóclea), fazem sinapse com os neurônios II. Estes, situados nos núcleos cocleares dorsal e ventral, cruzam para o lado oposto, formando o lemnisco lateral contralateral, e fazem sinapse com os neurônios III (localizados no colículo inferior). Os axônios destes neurônios dirigem-se ao corpo geniculado medial e fazem sinapse com os neurônios IV (localizados no corpo geniculado medial). Os axônios dos neurônios IV constituem a radiação auditiva que chega à área auditiva do córtex situada no giro temporal transversal anterior (MACHADO, 1993). O processamento dos estímulos acústicos representa pois, uma série de conexões neuroanatômicas que emergem nos neurônios da cóclea e são concluídas no córtex cerebral auditivo (TEIXEIRA e GRIZ, 2013).

A Figura 1 apresenta uma imagem contendo as principais estruturas envolvidas no sistema nervoso auditivo central.

Embora o sistema auditivo do recém-nascido possa estar estruturalmente intacto nas perspectivas anatômica e fisiológica, a eficiência deste sistema continua a se desenvolver e a melhorar durante vários anos após o nascimento (BELLIS, 2003). O aumento na eficiência sináptica e o desenvolvimento de novas sinapses continua até a vida adulta (SANCHEZ e ALVAREZ, 2006), graças a uma variedade de alterações morfológicas que ocorrem no cérebro e influenciam o comportamento auditivo (BELLIS, 2003).

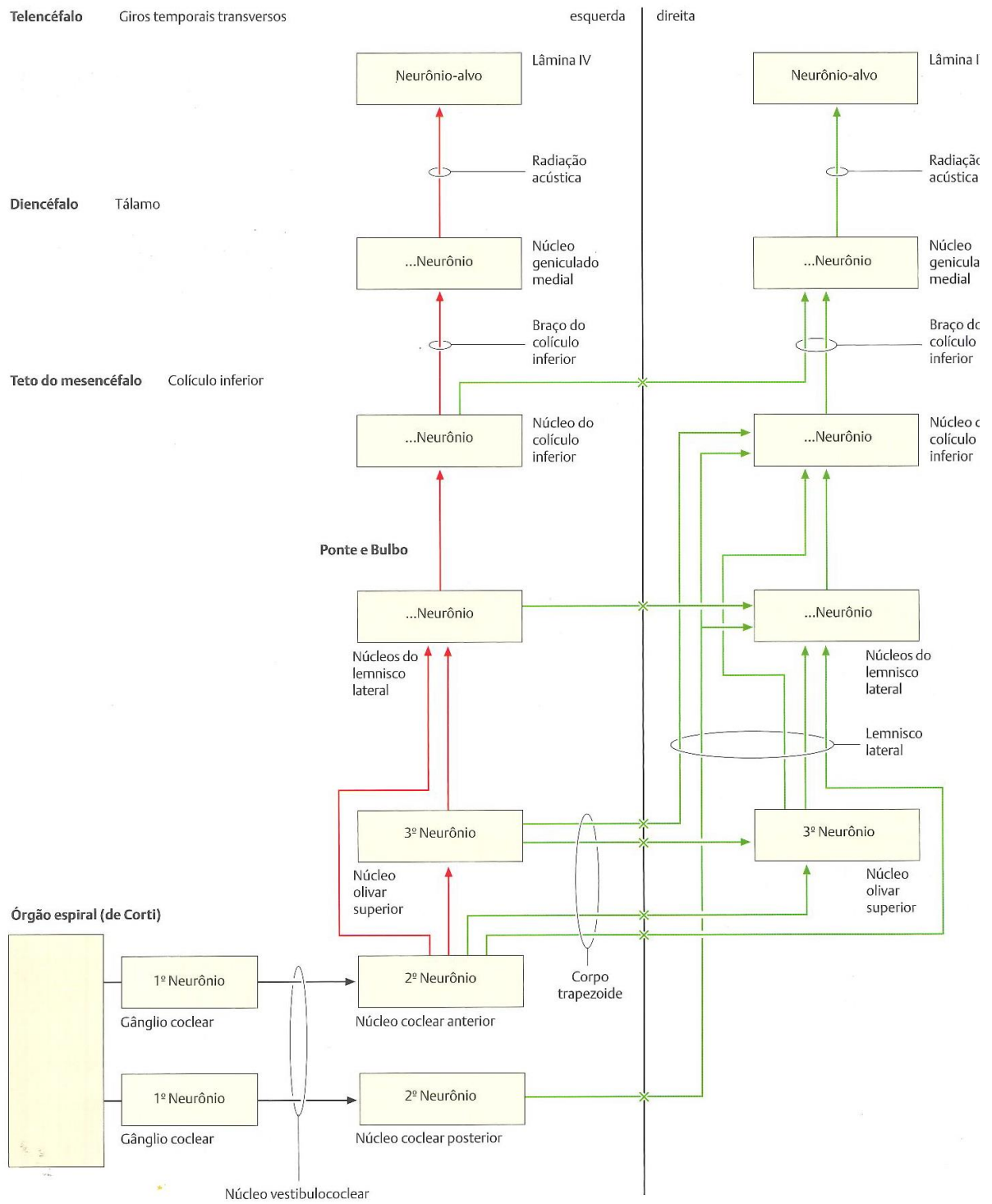


Figura 1- Esquema da via auditiva central.

Fonte: Schünke *et al.* (2013, p. 470).

2.2 PROCESSAMENTO AUDITIVO CENTRAL E ASPECTOS NEUROPSICOLÓGICOS

Nesse capítulo, apresentam-se aspectos relevantes do processamento auditivo central (conceito, mecanismos e habilidades auditivas, bateria de avaliação do PAC e transtorno do PAC), bem como uma breve explanação referente aos aspectos neuropsicológicos envolvidos no PAC (atenção, memória, função executiva) e o teste Neupsilin.

2.2.1 Processamento auditivo central

Para melhor elucidação do PAC, esta seção aborda conceito, mecanismos e habilidades auditivas, bateria de avaliação comportamental do PAC e transtorno do processamento auditivo central (TPAC).

O PAC envolve inúmeros processos, bem como uma extensa variedade de procedimentos, que diferem quanto à sua aplicação em âmbito nacional e internacional. Por isso, o texto, a seguir, direciona-se aos conceitos e procedimentos de avaliação relacionados ao tema desta tese.

2.2.1.1 Conceito

Existem inúmeras formas de conceituar o PAC. De acordo com a *American Speech-Language-Hearing Association* (2005), o PAC refere-se à eficiência e à eficácia através das quais o sistema nervoso central (SNC) utiliza informações auditivas, referindo-se ao processamento perceptivo da informação auditiva no SNC.

Ele também pode ser definido como um conjunto de habilidades específicas das quais o indivíduo depende para compreender o que ouve (SANCHEZ e ALVAREZ, 2006; RAMOS

et al., 2014) ou como uma área distinta que se relaciona com habilidades complexas, incluindo fala, leitura e outras funções (TILLERY, 2015).

O processamento auditivo central diz respeito, portanto, aos processos realizados ou aos mecanismos impulsionados pelo sistema nervoso central ao lidar com as informações recebidas por meio do órgão sensorial da audição (MACHADO *et al.*, 2006). Além disso, ele ganha relevância ao ser considerado parte do processo de comunicação, que representa uma das funções mais complexas do cérebro humano (PEREIRA, 2013).

Independentemente do conceito adotado, considera-se que o PAC consiste em uma atividade mental, isto é, em uma função cerebral e, portanto, não pode ser estudado como um fenômeno unitário, mas como uma resposta multidimensional aos estímulos recebidos por meio do sentido da audição (SANCHEZ e ALVAREZ, 2006).

2.2.1.2 Mecanismos e habilidades auditivas

O PAC envolve diversos mecanismos auditivos subjacentes às seguintes habilidades: localização sonora e lateralização, discriminação auditiva, reconhecimento de padrões auditivos, aspectos temporais da audição (incluindo integração temporal, discriminação temporal, ordenação temporal e mascaramento temporal), desempenho auditivo em sinais acústicos concorrentes (incluindo a escuta dicótica) e desempenho auditivo com sinais acústicos degradados (BELLIS, 2003; AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION, 2005).

O uso dessas habilidades é extremamente importante. Por exemplo, em uma sala de aula, o aluno deve focar a atenção no que é dito pelo professor e ignorar qualquer outro estímulo que possa interferir na escuta, como: ruído do ventilador, passos no corredor, fala de colegas, barulho de buzinas ou de correria na rua. Conforme este exemplo, a criança que

apresenta bom funcionamento do SNAC entende o professor com facilidade, porém a que tem alteração no PAC talvez mostre dificuldade em compreender o que está sendo dito, podendo sofrer prejuízos em sua aprendizagem (RAMOS *et al.*, 2014).

Apesar da existência de diversos mecanismos da audição e suas respectivas habilidades auditivas, adotaram-se, neste estudo, os mecanismos propostos pela Academia Brasileira de Audiologia (2016): interação binaural, escuta monoaural de baixa redundância, processamento temporal e escuta dicótica.

O mecanismo de interação binaural envolve a apresentação de informações auditivas sequenciais e/ou complementares, apresentadas à direita e à esquerda simultaneamente, tendo por base o conceito de que ouvintes normais são capazes de processar informações utilizando as duas orelhas (BELLIS, 2003; RAMOS *et al.*, 2014). Este mecanismo envolve a habilidade de interação binaural, que se refere à maneira pela qual as duas orelhas trabalham juntas (BELLIS, 2003).

É uma habilidade responsável por localização e lateralização de estímulos auditivos, mudanças de limiar determinadas por meio de mascaramento, detecção de sinais acústicos em ambientes ruidosos e fusão binaural (BELLIS, 2003; RAMOS *et al.*, 2014). É sensível a disfunções/lesões de tronco encefálico baixo (BELLIS, 2003), sendo o teste *Masking Level Difference* (MLD) o mais utilizado para sua avaliação (RAMOS *et al.*, 2014).

Outro mecanismo auditivo é a escuta monoaural de baixa redundância, a qual se baseia no conceito de que o ouvinte normal é capaz de entender a fala, mesmo quando incompleta ou distorcida (RAMOS *et al.*, 2014). É um mecanismo que envolve tarefas de apresentação de palavras com redução da redundância extrínseca do sinal (SANCHEZ e ALVAREZ, 2006).

O objetivo dos testes monoaurais de baixa redundância é avaliar as habilidades de figura fundo e fechamento auditivo do ouvinte quando o sinal não é claro. Eles são sensíveis a disfunções/lesões de tronco encefálico e córtex auditivo primário, sendo que indivíduos com

baixas habilidades de atenção seletiva (SANCHEZ e ALVAREZ, 2006) ou com queixas de ouvir em ambiente ruidoso (FROTA, 2013) podem, através destes testes, evidenciar alterações. Tais testes avaliam uma via de cada vez (aferência direita e aferência esquerda), estando o *Synthetic Sentence Identification* (SSI) incluído nesta categoria (RAMOS *et al.*, 2014).

O processamento temporal é outro mecanismo auditivo, baseado em dois princípios, relacionados a duas habilidades envolvidas neste processo: a ordenação e a resolução temporal. O termo temporal refere-se a aspectos relacionados com o tempo do sinal acústico. O processamento temporal é fundamental para a ampla variedade de tarefas diárias de audição, incluindo a percepção da fala e a percepção da música (BELLIS, 2003).

A habilidade de ordenação temporal está inserida no princípio de que ouvintes normais são capazes de perceber, associar e interpretar os padrões não verbais da mensagem recebida, tais como ritmo, entonação e ênfase (RAMOS *et al.*, 2014). Um dos testes destinados à avaliação da ordenação temporal envolve a apresentação de tríades de sons não verbais que diferem entre si por frequência ou duração (SANCHEZ e ALVAREZ, 2006). Estes testes avaliam a percepção, a reprodução e a nomeação de padrões temporais e são sensíveis a disfunções/lesões intra e inter-hemisféricas (RAMOS *et al.*, 2014). A análise da ordenação temporal de dois estímulos ocorre principalmente no hemisfério dominante, especificamente no lobo temporal, estendendo-se posteriormente à área de *Wernicke* e ao giro angular (BELLIS, 2003). O *Duration Pattern Sequence* (DPS) está incluso nesta tarefa (RAMOS *et al.*, 2014).

A resolução temporal do sistema auditivo auxilia o indivíduo a discriminar pequenas variações acústicas que ocorrem no sinal. A habilidade de resolução temporal pode ser avaliada por meio de testes não verbais que medem a capacidade de detectar pequenos intervalos de tempo (milissegundos) entre os estímulos, podendo ser tons puros ou ruído

branco. É considerada uma tarefa relacionada à discriminação auditiva. O *Random Gap Detection Test* (RGDT) é um dos testes para avaliar essa habilidade (RAMOS *et al.*, 2014).

O mecanismo de escuta dicótica envolve as habilidades de integração e separação binaural, as quais incluem tarefas de apresentação de estímulos diferentes a ambas as orelhas simultaneamente. Baseiam-se nos princípios de que ouvintes normais são capazes de compreender duas pessoas falando ao mesmo tempo (integração binaural) e de ignorar um dos falantes e dirigir a atenção para o outro (separação binaural) (SANCHEZ e ALVAREZ, 2006).

As tarefas de escuta dicótica requerem atenção e são utilizadas para estudar o nível de funcionamento e integridade dos lobos temporais e do corpo caloso (SANCHEZ e ALVAREZ, 2006). São sensíveis a disfunções/lesões de conexões inter-hemisféricas e intra-hemisféricas de hemisfério direito e esquerdo (RAMOS *et al.*, 2014; SANCHEZ e ALVAREZ, 2006). O Teste Dicótico de Dígitos (DD) está incluído nestas tarefas (RAMOS *et al.*, 2014).

2.2.1.3 Bateria de avaliação comportamental do PAC

A bateria de avaliação comportamental do PAC visa investigar a maneira pela qual o indivíduo presta atenção, organiza, memoriza e percebe detalhes da informação auditiva verbal e não verbal em ambiente com e sem competição (RAMOS *et al.*, 2014). Em outras palavras, tem a finalidade de identificar pontos fortes e fracos no sistema auditivo e diferenciar o desempenho normal do anormal (TILLERY, 2015).

Esta avaliação é indicada para crianças a partir de sete anos de idade, pois quase todos os testes apresentam valores de referência para esta faixa etária por avaliarem diversas

habilidades que exigem certo grau de maturidade e maior controle atencional (COSTA-FERREIRA, 2015).

No Brasil, o uso de procedimentos de avaliação por diferentes profissionais da área clínica e de pesquisa só se tornou possível depois da publicação do Manual de Avaliação do Processamento Auditivo em 1997, organizado pelas fonoaudiólogas Liliane Desgualdo Pereira e Eliane Schochat (PEREIRA e SCHOCHAT, 2011).

Para a realização da avaliação do PAC, existem, atualmente, inúmeros testes comportamentais disponíveis e comercializados (BELLIS, 2003). Há necessidade de utilizar, de forma conjunta, testes diferentes, para que o funcionamento do SNAC possa ser avaliado (FROTA, 2013). No entanto, o audiologista deve ser cauteloso nesta escolha, pois quanto mais testes forem usados, maior o risco de erros devido à falta de atenção e à fadiga (TILLERY, 2015). É relevante considerar que esses testes empregam estímulos diferentes (verbais e não verbais) e formas distintas de apresentação dos estímulos nas orelhas (binaural ou monoaural) (FROTA, 2013).

Durante o Fórum de Diagnóstico Audiológico, realizado no 31º Encontro Internacional de Audiologia, a Academia Brasileira de Audiologia (2016) definiu o protocolo mínimo de testes para avaliação dos Transtornos de Processamento Auditivo Central. Na ocasião, ficou estabelecida a necessidade de, no mínimo, um teste para cada mecanismo de representação mental do som (interação binaural, escuta monótica de baixa redundância, processamento temporal e escuta dicótica) (ACADEMIA BRASILEIRA DE AUDIOLOGIA, 2016; RAMOS *et al.*, 2014).

Para cada uma destas tarefas, existem diversos testes disponíveis. No entanto, apresentam-se, a seguir, apenas os testes adotados no presente estudo, os quais contemplam todas as tarefas recomendadas. São eles: MLD (interação binaural), SSI (escuta monótica de

baixa redundância), RGDT (processamento temporal- resolução temporal), DPS (processamento temporal-ordenação temporal) e DD (escuta dicótica-integração binaural).

Masking Level Difference (MLD)

O MLD é um teste constituído por 33 apresentações de ruído de banda estreita junto de uma série de cinco tons puros (500 Hz) que podem ou não estar presentes. São utilizadas duas variáveis durante o teste: os níveis dos tons (apresentados em diferentes relações sinal/ruído) e a fase dos tons (em fase ou fora de fase) (WILSON *et al.*, 2003). O teste é constituído por duas formas distintas de apresentação: uma com ruído e tom puro, apresentados em fase para ambas as orelhas, e outra no qual o tom puro é apresentado em fase nas duas orelhas, com ruído em fase invertida em uma das orelhas (BARTZ *et al.*, 2015), como ilustra a Figura 2.



Figura 2 - Masking Level Difference

Fonte: Fonseca (2017, p. 159)

A inversão da fase permite que o tom pulsátil seja identificado pelo sujeito com maior facilidade, mesmo quando a intensidade do ruído é maior que a do tom pulsátil (relação sinal/ruído desfavorável) (COSTA-FERREIRA, 2015).

O teste deve ser realizado com apresentação binaural em intensidade fixa de 70 dBNA. O paciente é informado que escutará uma série de tons pulsáteis no meio de um ruído, sendo-lhe solicitado que avise quando escutar tais estímulos. Deve ser esclarecido ao paciente que nem sempre estes tons são fáceis de ouvir e que eventualmente eles podem não aparecer (WILSON *et al.*, 2003).

O formulário para registro dos resultados do teste apresenta três colunas para anotações de presença ou ausência de respostas (coluna '*No Tone*', coluna '*SoNo*' e coluna '*SπNo*'). Se for observado um excesso de respostas na coluna '*No Tone*', o teste deve ser considerado inválido, pois o sujeito pode não ter entendido a instrução ou não ser capaz de executar a tarefa (WILSON *et al.*, 2003).

Para analisar o resultado do teste, deve ser anotado o número de acertos das colunas '*SoNo*' e '*SπNo*'. Logo após, é fundamental verificar, na tabela específica do manual do teste, qual o limiar correspondente ao número de acertos de cada coluna. Na sequência, deve-se subtrair os dois valores verificados na tabela, sendo o MLD a subtração dos mesmos. Ressalta-se que os acertos da coluna '*No Tone*' devem ser ignorados para a elaboração da pontuação do teste. De acordo com o manual do teste, o MLD normal corresponde a um valor de, no mínimo, 14 dB (WILSON *et al.*, 2003). No entanto, no Brasil, utiliza-se o critério de resultado ≥ 9 dB para indivíduos com 12 anos ou mais (RAMOS *et al.*, 2014). Considera-se o MLD um teste rápido e de fácil aplicação para crianças mais jovens, permitindo a avaliação da habilidade de interação binaural, a qual é mediada pelo tronco encefálico baixo (COSTA-FERREIRA, 2015).

Synthetic Sentence Identification (SSI) com mensagem competitiva ipsilateral (MCI)

O SSI-MCI é um teste que foi adaptado para o português brasileiro (PEREIRA e SCHOCHAT, 1997). Ele avalia figura fundo auditiva e fechamento auditivo, sendo sensível a lesões de tronco encefálico baixo (BELLIS, 2003; FROTA, 2013). Consiste em um teste de escuta monótica, pois os estímulos sonoros degradados são apresentados em uma orelha por vez (PEREIRA, 1999).

O teste é proposto a crianças já alfabetizadas, pois exige a leitura de 10 frases (Figura 3) em meio a um fragmento da história do Brasil (COSTA-FERREIRA, 2015).

1. Que ignora o fim principal é ganhar.
2. A porta larga para ser mais rápido.
3. Gosta muito crer te dá muito para.
4. Quarto golpe de estado e o campo.
5. Sempre e corre muito mais bonito que.
6. Confiança em minha alma cai dentro de.
7. Ação humilde é bem claro o céu.
8. Sobre minha cabeça está a de Deus pai.
9. Grande general chega já e não creias.
10. Assista a aula de papel branco na.

Figura 3 - Frases utilizadas no teste SSI.

O paciente deve ser instruído a mostrar as frases que escutou na cartela, ressaltando-se que, simultaneamente, ele estará ouvindo, na mesma orelha, uma história, a qual ele precisa ignorar para prestar atenção nas frases (Figura 4).

Este teste deve ser aplicado em uma intensidade de 40dBNS na mensagem principal, sendo que a intensidade da mensagem competitiva varia de acordo com a relação que deseja testar (0, -10 ou -15 dB para aplicação da mensagem competitiva ipsilateral) (PEREIRA e SCHOCHAT, 2011).

O cálculo para o escore é realizado pela soma do número de acertos, seguido do cálculo do percentual de acertos. Os critérios de normalidade propostos pelas autoras para o SSI-MCI incluem um percentual $\geq 80\%$ de acertos para uma relação sinal/ruído de 0 dB, enquanto, para a relação de -15dB, o percentual esperado é $\geq 60\%$ (PEREIRA e SCHOCHAT, 2011).



Figura 4 - Synthetic Sentence Identification

Fonte: Fonseca (2017, p. 161)

Random Gap Detection Test (RGDT)

O RGDT, em português, ‘teste de detecção de intervalo aleatório’, foi projetado para avaliar a habilidade de resolução temporal por meio da determinação do menor intervalo de tempo entre dois estímulos aproximados que podem ser detectados, o qual é denominado ‘limiar de detecção de intervalo’ ou ‘limiar de detecção de *gap*’ (KEITH, 2000). Ele avalia a capacidade de perceber pequenos intervalos de tempo em milissegundos (que variam de 2 a 40ms) entre dois tons puros (FONSECA, 2017).

Esse limiar é medido em milissegundos (ms) e pode ser obtido por um ouvinte ao atender a uma série de estímulos apresentados em pares. O intervalo de silêncio entre esses pares de estímulos (intervalo interpulso) aumenta e diminui em duração, durante o teste (Figura 5). À medida que o intervalo muda, o sujeito deve informar se os pares de estímulos são ouvidos como um ou dois tons.

O limiar de detecção de *gap* consiste no intervalo de estímulo no qual os estímulos são ouvidos como dois em vez de um (KEITH, 2000).

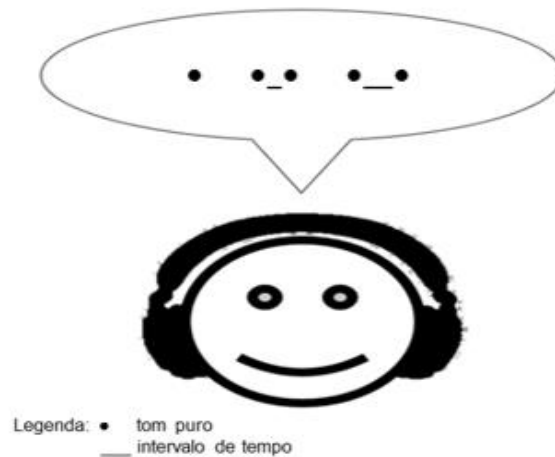


Figura 5 - *Random Gap Detection Test*

Fonte: Fonseca (2017, p. 162)

O teste consiste em quatro subtestes, sendo que o teste padrão corresponde ao ‘subteste 2’. A gravação do RGDT consiste em um tom de calibração de 1000 Hz, acompanhado dos pares de tons, os quais são apresentados com intervalos entre estímulos de 0 a 40 ms com os seguintes intervalos específicos: 0, 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30 e 40 ms. Esses pares de estímulos são gravados com intervalos de 4,5 segundos para permitir que os indivíduos respondam (KEITH, 2000).

O subteste padrão contém intervalos de silêncio que variam de 0 a 40 ms, sendo a ordem dos intervalos alocada aleatoriamente dentro de cada frequência a ser testada (500 Hz,

1000 Hz, 2000 Hz e 4000 Hz). Em consequência, o indivíduo não pode adivinhar a sequência do intervalo seguinte (KEITH, 2000).

O RGDT deve ser realizado a um nível de audição confortável (cerca de 55 dB) com apresentação binaural (KEITH, 2000), ou seja, o paciente deve escutar a mesma informação em ambas as orelhas (COSTA-FERREIRA, 2015). Este é considerado um teste de integridade temporal ao nível do córtex. No entanto, embora seja uma medida cortical, o teste tem baixa carga linguística e cognitiva, pois o sujeito deve apenas referir se ouviu um ou dois tons. Por este motivo, é aplicável a pessoas com perda auditiva, independentemente de sua origem linguística (KEITH, 2000).

De acordo com o autor do teste, o critério de normalidade é um limiar entre 2 e 20 ms (KEITH, 2000), ou seja, o score é a média do limiar de detecção do *gap* para todos os estímulos e, quando > 20 ms, é considerado anormal (BELLIS, 2003). Portanto, o limiar de detecção de *gap* maior que 20 ms deve ser tomado como evidência de um transtorno de processamento temporal (BELLIS, 2003).

No entanto, estudos realizados no Brasil, demonstram médias próximas a 10 ms como parâmetro de normalidade, tais como: $9,25 \text{ ms} \pm 3,67$ (crianças de 8 a 10 anos) (AMARAL *et al.*, 2013), $10,50 \text{ ms} \pm 5,28$ (crianças de seis a 14 anos) (BALEN *et al.*, 2009) e $10,09 \text{ ms} \pm 4,18$ (adultos jovens de 18 a 29 anos) (ZAIDAN *et al.*, 2008).

Duration Pattern Sequence (DPS)

O DPS, em português, Teste de Padrão de Duração (TPD), foi proposto por Musiek *et al.* (1990). É constituído por tons puros longos (L), de 500ms de duração, e por tons curtos (C), com 250ms de duração. O intervalo entre os tons é de 300 ms, sendo a frequência

mantida constante em 1000Hz (PEREIRA e SCHOCHAT, 2011). O CD contém 60 padrões de duração, ou seja, seis padrões por 10 randomizações (MUSIEK, 1994).

Para realização do teste, são apresentadas trinta sequências de três tons em seis possibilidades (LLC, LCL, LCC, CLL, CLC e CCL). Os sujeitos devem responder de acordo com a duração dos estímulos (por exemplo, curto-curto-longo, longo-curto-longo (Figura 6).

Sessenta padrões de tríades de tons que diferem em duração são apresentados a 50 dB NS (ou seja, 50dB acima da média tritonal dos limiares audiométricos da via aérea), sendo o escore dado em % de acertos (BELLIS, 2003).



Figura 6 - Duration Pattern Sequence

Fonte: Fonseca (2017, p. 163)

Este teste pode ser aplicado a pacientes a partir de 12 anos de idade devido à maturação do corpo caloso (COSTA-FERREIRA, 2015), bem como em virtude da grande variabilidade

de respostas encontrada em estudos para todas as idade inferiores a 11 anos (PEREIRA e SCHOCHAT, 2011).

De acordo com a padronização do teste, o critério de normalidade é de, no mínimo, 73% de acertos (MUSIEK, 1994). No Brasil, Corazza (1998) estudou adultos jovens, audiologicamente normais, utilizando os testes tonais do padrão de frequência e duração e estabeleceu o critério de referência (percentual de acertos > 76%). Schochat *et al.* (2000) estudaram o DPS em sujeitos de sete a 16 anos e encontraram valores próximos à padronização americana, quando considerados os desvios-padrão. Verificaram, ainda, que o percentual de acertos no DPS melhora à medida que a idade aumenta.

Teste Dicótico de Dígitos (DD)

O DD, como todo teste dicótico, envolve estímulos auditivos diferentes que são apresentados a ambas as orelhas simultaneamente (BELLIS, 2003).

O teste é constituído por quatro listas de vinte itens. Cada item é formado por quatro dígitos selecionados entre os números de um a nove que representam dissílabos da Língua Portuguesa (quatro, cinco, sete, oito e nove). Os estímulos devem ser apresentados em intensidade de 50dB NS em cada orelha (PEREIRA e SCHOCHAT, 2011).

O teste prevê a apresentação de dois dígitos em cada orelha simultaneamente (FROTA, 2013) e pode ser aplicado em duas etapas, denominadas integração e separação binaural (PEREIRA e SCHOCHAT, 2011).

Na etapa de integração binaural, o indivíduo deve repetir oralmente os quatro números apresentados em ambas as orelhas, independentemente da sua ordem de apresentação (Figura 7).



Figura 7 - Teste Dicótico de Dígitos

Fonte: Fonseca (2017, p. 164)

Na etapa de escuta direcionada, o indivíduo deve repetir oralmente apenas os dígitos da orelha solicitada (direita ou esquerda). No entanto, na rotina clínica, utiliza-se apenas a etapa de integração binaural, o que torna o exame mais rápido (PEREIRA e SCHOCHAT, 2011; FROTA, 2013).

Cada dígito identificado incorretamente em uma lista de oitenta palavras equivale a 1,25% de erro. Deve-se, portanto, somar o número de erros cometidos pelo paciente para cada orelha testada e calcular a porcentagem. O valor percentual de erros obtidos deve ser subtraído do valor total (100%). Os critérios de normalidade para sujeitos com 11 anos ou mais são de 95% de acertos em ambas as orelhas (PEREIRA e SCHOCHAT, 2011). Trata-se de um teste com vocabulário de fácil acesso (numerais em conjunto fechado) e com baixa carga linguística, o que facilita sua aplicação (GUEDES, 2016). Os resultados do DD demonstram que o processamento correto dos estímulos na orelha indica uma comunicação inter-hemisférica adequada (a nível de corpo caloso), assim como resultados alterados em ambas as orelhas sugerem alterações no hemisfério esquerdo (PEREIRA e SCHOCHAT, 2011).

Isso ocorre porque a emissão correta dos dígitos apresentados na orelha direita requer a integridade do tronco encefálico, bem como do córtex auditivo primário do hemisfério esquerdo (COSTA-FERREIRA, 2015). Os dígitos apresentados à orelha esquerda exigem a integridade das vias auditivas que chegam ao hemisfério direito além da eficiência do corpo caloso para que a informação chegue ao hemisfério esquerdo, caracterizando um percurso mais longo (COSTA-FERREIRA, 2015).

Tendo em vista as variações de resultados entre os parâmetros de normalidade aceitos na literatura internacional e alguns estudos realizados no Brasil, Ramos *et al.* (2014) elaboraram uma tabela utilizando parâmetros de normalidade nacionais, organizados por faixa etária. O padrão de normalidade dos testes de processamento auditivo, utilizado no Brasil para indivíduos com 12 anos ou mais, foi sugerido da seguinte forma:

- SSI/MCI: $\geq 80\%$ (relação sinal/ruído 0 dB) e $\geq 60\%$ (relação sinal/ruído -15 dB), em ambas as orelhas;
- DD: $\geq 95\%$ em ambas as orelhas (tarefa de integração binaural);
- DPS (Musiek): $\geq 83\%$ (nomeação);
- MLD: ≥ 9 dB;
- RGDT: ≤ 10 ms.

Como todos os testes audiológicos propostos são supraliminares, é necessário que o indivíduo a ser avaliado apresente limiares auditivos dentro do padrão de normalidade ou perda auditiva leve (SANCHEZ e ALVAREZ, 2006). Deve-se analisar cada teste, segundo os valores obtidos, os classificando em normal ou alterado (PEREIRA e SCHOCHAT, 2011).

Quando o indivíduo apresentar alteração em pelo menos um dos mecanismos fisiológicos avaliados, considera-se que ele possui alteração do processamento auditivo (PEREIRA e SCHOCHAT, 2011).

2.2.1.4 Transtorno do processamento auditivo central

De acordo com a *American Academy of Audiology* (2010), o Transtorno do Processamento Auditivo Central (TPAC) consiste em um distúrbio do SNAC que está associado a uma série de manifestações comportamentais e a uma variedade de sintomas, alguns dos quais podem ser bastante sutis.

A *American Speech-Language-Hearing Association* (2005) refere o Transtorno de Processamento Auditivo Central como dificuldades no processamento perceptivo da informação auditiva no SNC, demonstrado pelo mau desempenho em uma ou mais habilidades auditivas. Trata-se de um déficit no processamento neural de estímulos auditivos que não é devido à linguagem, à cognição ou a fatores de ordem superior relacionados. No entanto, pode provocar a dificuldades comunicativas de alta ordem ou ser a elas associado, com possibilidade de coexistir com outros distúrbios (sem ser o resultado destes).

Trata-se de um transtorno presente em cerca de 2 a 3 % dos escolares como transtorno primário, ou seja, isolado e independente de outras dificuldades ou transtornos, mostrando-se mais frequente em meninos do que meninas (RAMOS *et al.*, 2014).

Os indivíduos com audição normal e vias auditivas normais podem compreender mensagens de falas distorcidas, porém os sujeitos com TPAC demonstram prejuízos na inteligibilidade da fala sob circunstâncias difíceis (PEREIRA, 1999).

As manifestações comportamentais comuns e os sintomas que são relatados e/ ou observados em sujeitos com TPAC incluem, mas não estão a eles limitados, aos seguintes tópicos:

- dificuldade de compreensão da fala na presença de ruído de fundo concorrente ou em ambientes acústicos reverberantes;
- problemas com a capacidade de localizar a fonte de um sinal;

- dificuldade de audição no telefone;
- respostas incoerentes ou inadequadas a pedidos de informação;
- dificuldade em seguir o discurso rápido;
- pedido frequente de repetição e / ou reformulação de informações;
- dificuldade em seguir instruções;
- dificuldade ou incapacidade de detectar as sutis mudanças na prosódia que subjazem humor e sarcasmo;
- dificuldade de aprendizagem de uma língua estrangeira ou de novos materiais de fala, especialmente linguagem técnica;
- dificuldade em manter a atenção;
- uma tendência a ser facilmente distraído;
- canto fraco, habilidade musical e / ou apreciação de música;
- dificuldades acadêmicas, incluindo problemas de leitura, ortografia e / ou aprendizagem (AMERICAN ACADEMY OF AUDIOLOGY, 2010).

As causas para os TPAC podem envolver lesões cerebrais, distúrbios neurológicos ou atraso na maturação das vias auditivas centrais. No entanto, não existem trabalhos epidemiológicos no Brasil que indiquem a prevalência das causas dessas alterações. Acredita-se que outras causas (genéticas e adquiridas) possam existir, mas ainda precisam ser estudadas (PEREIRA, 2013).

2.2.2 Aspectos neuropsicológicos envolvidos no processamento auditivo central

O ato de ouvir começa com a detecção de um estímulo acústico, uma atividade periférica (SANCHEZ e ALVAREZ, 2006). No entanto, mesmo o evento auditivo mais simples é influenciado por fatores cognitivos de nível superior, como memória, atenção e

aprendizado (BELLIS, 2003). Torna-se, pois, evidente a necessidade do envolvimento de processos cognitivos e neurofisiológicos para que ocorra o processamento acurado da informação auditiva (SANCHEZ e ALVAREZ, 2006).

A *American Academy of Audiology* (2010) ressalta que o processamento da informação auditiva dentro do sistema nervoso central é bastante complexo, envolvendo estruturas especificamente auditivas. Este processamento é também compartilhado com outras estruturas e sistemas cerebrais sensoriais e/ou de ordem superior. Torna-se importante considerar que o cérebro não é modular e, portanto, muitas funções cognitivas, comportamentos e sintomas de indivíduos com TPAC podem se sobrepor a outras desordens.

A cognição humana é multidimensional, formada por diversas funções cognitivas, tais como atenção, memória, linguagem, percepção, funções executivas, entre outras (ZIMMERMANN *et al.*, 2016). Por conseguinte é necessário estudar e incluir a neurociência na compreensão das interfaces entre processamento auditivo central e funções cognitivas (JORGE, 2016).

O estado cognitivo do indivíduo pode influenciar sua habilidade em relação a medidas comportamentais da função auditiva, tornando difícil a interpretação precisa dos resultados e, em alguns casos, tornando os resultados do teste inválidos. Por isso, é necessário utilizar medidas de avaliação neuropsicológicas no contexto da avaliação e interpretação dos testes de PAC (AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION, 2005).

Em 2010, foi realizado um estudo (PRANDO *et al.*, 2010) para avaliar a existência entre o desempenho em testes de processamento e em tarefas cognitivas, utilizando uma bateria de testes comportamentais de PAC e o Instrumento de Avaliação Neuropsicológica Breve Neupsilin (FONSECA *et al.*, 2008; PAWLOWSKI *et al.*, 2008). As autoras constataram correlações entre os testes de PAC e os neuropsicológicos, demonstrando que ambos parecem avaliar algumas habilidades cognitivas incomuns. Foram também

identificadas dissociações entre os testes, sugerindo que os processamentos auditivo e neuropsicológico são de certa forma independentes e, portanto, devem ser interpretados de maneira complementar (PRANDO *et al.*, 2010).

São comentados, na continuidade, aspectos gerais das funções de atenção, memória e função executiva, tendo em vista as inter-relações destas tarefas com o PAC.

2.2.2.1 Atenção

O sistema atencional é supramodal, ou seja, não se restringe a uma modalidade de sentido único. Os verdadeiros distúrbios de atenção são evidenciados por meio de modalidades sensoriais, ao contrário das dificuldades auditivas de ‘atenção’ que surgem dos casos de TPAC, as quais tendem a estar especificamente relacionadas com a capacidade de ouvir no ruído e similares, estando diretamente relacionadas com queixas especificamente auditivas (BELLIS, 2003).

Não há dúvida de que as dificuldades na atenção afetam a capacidade de processar a informação auditiva (BELLIS, 2003; PRANDO *et al.*, 2010), havendo evidências de prejuízo atencional em indivíduos com histórico de otite média (KLAUSEN *et al.*, 2000; ASBJORNSEN *et al.*, 2000). Entretanto, estes aspectos ainda precisam ser melhor esclarecidos.

2.2.2.2 Memória de trabalho

Memória de trabalho é um sistema que realiza a retenção temporária e a manipulação de informações na mente (ZIMMERMANN *et al.*, 2016), o qual tem papel essencial na realização de atividades complexas (BRANNSTRON *et al.*, 2012).

No contexto do TPAC, a memória é melhor conceitualizada como uma habilidade cognitiva supramodal, de ordem superior que interage com a entrada sensorial para efetuar a retenção de informações. Quando existe déficit no processamento da entrada auditiva, tamanho esforço é investido na compreensão da informação auditiva que resta pouca energia para que ela seja lembrada (BELLIS, 2003).

Bellis (2003) refere que um indivíduo com TPAC apresenta uma entrada auditiva com processamento lento, assim a informação apresentada no início da comunicação não pode ser mantida na memória de trabalho no momento em que a última parte da mensagem é processada. Desta forma, toda a mensagem pode ser 'esquecida' ou não completamente entendida.

Há relatos entre prováveis associações entre memória de trabalho e escuta no ruído (KATZ e TILLERY, 1997; BRANNSTROM *et al.*, 2012; YATHIRAJ e MAGGU, 2013).

Katz e Tillery (1997) observaram que sujeitos com memória de trabalho fraca também apresentavam dificuldade de escuta no ruído. Tais autores destacam que esta relação não é tão óbvia, eles acreditam que isto ocorra devido ao fato de essas funções (memória de trabalho e escuta no ruído) serem desempenhadas em regiões cerebrais próximas.

Se algum tipo de alteração de memória ocorre em uma região específica, as funções relacionadas à escuta no ruído provavelmente estarão comprometidas. Um exemplo disso é o hipocampo (um dos principais centros de memória no cérebro) em sua porção mesial inferior do lobo temporal anterior, sendo que déficits de fala no ruído também estão associados ao lobo temporal anterior (KATZ e SMITH, 1991). Por uma questão anatômica, quando uma alteração é descoberta, não é surpresa que outra geralmente também seja encontrada (KATZ e TILLERY, 1997).

2.2.2.3 Funções executivas

O termo função executiva é usado, de forma geral, para denotar um conjunto de processos de controle cognitivo global que serve para coordenar respostas comportamentais adaptativas ao ambiente (BELLIS, 2003). Elas são essenciais para que os indivíduos possam apresentar comportamentos complexos e encadeados, tanto em relação a contextos de interação social/comunicativa quanto em situações cognitivas complexas, que exijam maior controle mental e raciocínio (ZIMMERMANN *et al.*, 2016).

Em seu estudo, Prando *et al.* (2010) verificaram que a tarefa de função executiva foi uma das que menos se dissociou das tarefas do PAC, demonstrando que esta função compartilha mecanismos cognitivos subjacentes com as habilidades auditivas.

2.2.2.4 Neupsilin

O Instrumento de Avaliação Neuropsicológica Breve (Neupsilin) é uma ferramenta clínica, validada e lançada no Brasil, que se propõe a descrever, de forma compreensiva, o desenvolvimento neuropsicológico durante o ciclo vital (da adolescência ao envelhecimento), quer em indivíduos neurologicamente saudáveis, quer em portadores de quadros neurológicos adquiridos ou de desenvolvimento (JORGE, 2016).

O Neupsilin foi desenvolvido devido à necessidade de um instrumento com padronização para a população brasileira. Ele contempla a necessidade de um instrumento de avaliação neuropsicológica breve que possa ser utilizado no âmbito clínico, hospitalar e de pesquisa (FONSECA *et al.*, 2008).

O objetivo do teste é fornecer um perfil neuropsicológico breve, por meio da avaliação das funções: orientação temporoespacial, atenção, percepção, memória, habilidades aritméticas, linguagem, praxias e função executiva (resolução de problemas e fluência verbal) (PAWLOWSKI *et al.*, 2008). O instrumento possibilita a realização de tarefas curtas de

aplicação viável, uma vez que exige tempo reduzido (cerca de 30 a 50 minutos) para sua realização, fato que permite sua classificação como um instrumento de avaliação neuropsicológica breve (FONSECA *et al.*, 2008).

Ele possibilita delimitar, em uma sessão, as funções preservadas e as com algum prejuízo, embasando a seleção de testes neuropsicológicos específicos a serem empregados em uma investigação mais aprofundada (PAWLOWSKI *et al.*, 2008). A bateria pode ser utilizada por qualquer profissional da área da saúde conhecedor de neuropsicologia (JORGE, 2016).

O teste avalia oito funções neuropsicológicas por meio de 32 subtestes, os quais apresentam uma descrição de sua aplicação, bem como os parâmetros de normalidade para sujeitos com 12 anos ou mais (FONSECA *et al.*, 2008). Para este estudo, foram adotados os subtestes de atenção, memória de trabalho e função executiva (fluência verbal), os quais são descritos a seguir.

O subteste de atenção (sustentada) é realizado por meio de duas tarefas. A primeira refere-se à contagem inversa de 50 a 30, a qual é cronometrada pelo examinador. O escore máximo da tarefa corresponde a 20 pontos, cada ponto representando um acerto. A segunda tarefa consiste na repetição de sequência de dígitos, devendo o sujeito avaliado repetir uma sequência de sete dígitos apresentada pelo examinador (escore máximo de sete pontos) (FONSECA *et al.*, 2008).

Para avaliação da memória de trabalho, o Neupsilin apresenta duas tarefas: uma de ordenação ascendente de dígitos e outra referente ao *span* auditivo de sentenças. A primeira consiste na repetição de 10 conjuntos de dígitos que variam de dois a seis dígitos, apresentados em ordem ascendente (escore máximo de 10 pontos). O *span* auditivo de sentenças refere-se à repetição de sentenças: o participante memoriza a palavra final de cada sentença e deve lembrar dela na ordem de apresentação do conjunto de sentenças (conjuntos

de 2, 3, 4 e 5 sentenças). Nesta tarefa, o escore máximo é de 28 pontos (FONSECA *et al.*, 2008).

Já para a testagem das funções executivas, o Neupsilin inclui o subteste de fluência verbal, no qual é solicitado a verbalização de palavras que iniciem com a letra 'F' durante um minuto. O escore desta tarefa é definido pelo número de itens emitidos durante o período estabelecido para o teste (FONSECA *et al.*, 2008).

2.3 OTITE MÉDIA

Neste capítulo apresentam-se as características pertinentes à otite média e sua classificação, bem como o detalhamento da otite média crônica.

2.3.1 Conceito

A otite média é definida por Bluestone (1981) como um processo inflamatório, infeccioso ou não, localizado de modo focal ou generalizado na fenda auditiva.

O termo 'fenda auditiva' (*middle ear cleft*) refere-se a um novo conceito inerente à otite média, o qual inclui, além da orelha média, a porção óssea da tuba auditiva, bem como seu orifício de abertura junto ao protímpano. Este termo foi adotado por vários pesquisadores com base no ponto de vista anatômico, pois todas estas estruturas reagem em bloco, quando o sujeito é acometido pela doença (COSTA *et al.*, 2006).

A otite média é uma doença altamente prevalente com morbidade elevada e baixa mortalidade (SIH, 2011), constituindo-se em um problema de saúde pública no Brasil e no mundo (SILVA e SELAIMEN, 2015). Devido à sua elevada prevalência e à multiplicidade de apresentações clínicas, gera um custo social relevante (COSTA *et al.*, 2011).

Trata-se de uma doença dinâmica, multifatorial (RAMOS *et al.*, 2006), a qual, ao ser diagnosticada, deve ser considerada como um evento que faz parte de um processo contínuo de doença (PEREIRA *et al.*, 2006).

Uma hipótese acerca da sua história natural é que as variações clínicas da otite média formam um *continuum* de processo patológico (PAPARELLA *et al.*, 1970), estando dinamicamente inter-relacionadas, ou seja, as formas iniciais simples de otite média (se não tratadas) podem levar a processos patológicos mais complexos e graves (NORTHERN e DOWNS, 2005). Tal condição parece existir durante uma série de eventos contínuos, nos quais a otite média serosa ou purulenta sendo possível que se torne lentamente seromucoide, mucoide e, finalmente, na ausência de regressão espontânea ou terapêutica, crônica (COSTA *et al.*, 2006).

A prevalência da otite média está relacionada com a idade, pois, apesar de todas as faixas etárias serem atingidas pela doença, a população com maior risco de adquirir a doença é a infantil, com pico de prevalência máxima entre os 6 e os 36 meses, seguido de outro pico de menor amplitude na faixa etária de 4 a 7 anos (COSTA *et al.*, 2006).

Além da idade, outros fatores podem interferir na prevalência da otite média, tais como: sexo (otite média acomete mais meninos), etnias (esquimós, índios norte-americanos e brancos tem incidências mais altas que afrodescendentes), fatores genéticos, nível socioeconômico, estação do ano e clima (NORTHERN e DOWNS, 2005).

Embora o grande avanço científico atual, a otite média, contrariando as expectativas, mantém-se como um problema de saúde pública global, ainda distante de ser totalmente equacionado (COSTA e DORNELLES, 2006b; COSTA *et al.*, 2011).

2.3.2 Classificação

A classificação dos processos inflamatórios da orelha média não é universal (COSTA e DORNELLES, 2006b). O estudo da otite média representa uma grande área dentro da otologia e, por mais complexo que seja especificá-la, uma classificação didática torna-se necessária para sua melhor compreensão (SILVA e SELAIMEN, 2015).

Adota-se aqui a classificação proposta por Bluestone e Kenna (1988), a qual propõe uma divisão geral entre otites médias supurativas (aguda ou crônica) e otites médias não supurativas (serosa ou secretora-mucoide).

A otite média aguda (OMA) consiste na ocorrência de um processo inflamatório-infeccioso do mucoperiósteo (que reveste a orelha média) de caráter agudo, com tendência à resolução das regiões acometidas (BLUESTONE, 1981). Esta condição afeta adultos e adolescentes, porém, na infância, a incidência é muito maior (RAMOS *et al.*, 2006; SILVA, 2015). Geralmente, é uma contaminação secundária a infecções de vias aéreas superiores, através do acesso de microorganismos à orelha média, pela tuba auditiva, por via hematogênea e/ou linfática peritubária (KÓS e SOARES, 1999).

Denomina-se otite média aguda recorrente os casos em que há ocorrência de três episódios de OMA, em seis meses, ou quatro ou mais episódios, em 12 meses (RAMOS *et al.*, 2006; SIH, 2011).

A otite média com efusão (serosa e secretora) consiste na existência de líquido na cavidade da orelha média com integridade da membrana timpânica e ausência de sinais de infecção associada (LIM *et al.*, 1980). A presença deste líquido reduz a mobilidade da membrana timpânica, formando uma barreira na condução da onda sonora. Este fluido pode ser mucoide, seroso, sanguinolento, purulento ou uma combinação deles, mas, por convenção, determinou-se ser a expressão otite média com efusão a que melhor engloba essas variações de fluido (SAFFER e MIURA, 2011).

Conforme o critério temporal, classifica-se a otite média com efusão (OME) em: aguda (menos de três semanas), subaguda (três semanas a três meses) ou crônica (mais de três meses). Apesar da deficiência auditiva ser leve e transitória na maioria dos casos, a OME crônica pode gerar efeitos sobre o desenvolvimento da linguagem e da fala, e potenciais alterações irreversíveis na orelha média (SAFFER e MIURA, 2015).

Aborda-se, a seguir, a otite média crônica, em tópico específico, por ser ela foco deste estudo.

2.3.3 Otite média crônica

A otite média supurativa crônica é um estado de orelha em que há infecção crônica da orelha média e mastoide com presença de perfuração central da membrana timpânica e otorreia (BLUESTONE, 1991). Ela não apresenta uma forma clínica ou patológica padronizada durante seu curso, como, em geral, acontece com os outros tipos de otite (CALDAS, 1999a).

A otite média crônica (OMC) pode ser subclassificada em OMC específicas e não específicas. As primeiras incluem as otites médias crônicas tuberculosa, actinomicosa, luética e outras. A OMC não específica inclui as otites médias crônicas não colesteatomatosas (OMCNC), as otites médias crônicas colesteatomatosas (OMCC) e a otite média crônica silenciosa (OMCS) (COSTA *et al.*, 2011).

A OMCNC inclui as perfurações timpânicas (centrais e marginais) e as retrações. A OMCC envolve os colesteatomas (primário, secundário e congênito). A diferença essencial entre os dois grupos é a presença ou não do colesteatoma. A OMCS consiste na presença de alterações teciduais inflamatórias irreversíveis na fenda auditiva associadas a uma membrana timpânica íntegra (COSTA *et al.*, 2011).

A otite média crônica tem sido definida sob os aspectos clínico, temporal e histopatológico. Do ponto de vista clínico, é caracterizada como uma condição inflamatória, associada a perfurações amplas e persistentes da membrana timpânica, acompanhadas de otorreia. Sob o aspecto temporal, consiste em um processo inflamatório com duração de, no mínimo, três meses. Quanto ao aspecto histopatológico, tem sido referida como um processo inflamatório da orelha média associado a alterações teciduais irreversíveis (COSTA e DORNELLES, 2006b).

O sofrimento pessoal e familiar causado pela otite média é incalculável, uma vez que envolve dor, desconforto, perda auditiva, prejuízo moral devido à secreção crônica e fétida da orelha, trauma psicológico devido às restrições de banhos e mergulhos, complicações e, em alguns casos, até a morte (COSTA *et al.*, 2011).

A prevalência da OMC no Brasil é pouco conhecida (SILVA e SELAIMEN, 2015), já que não existem dados nacionais epidemiológicos da OMC em crianças. Acredita-se, porém, que a maior incidência está relacionada às condições socioeconômicas (COSTA e DORNELLES, 2006b) dos ambientes comunitários de baixa renda e sem acesso à assistência médica. Isto é pertinente não só no que tange à doença propriamente, mas também a seus precursores como as otites médias agudas e as infecções respiratórias que as mantêm (CALDAS, 1999a; COSTA e DORNELLES, 2006b).

Tal percepção evidencia-se na rotina diária do otorrinolaringologista, na qual verifica-se maior incidência de OMC em pacientes de hospitais públicos do que naqueles atendidos em consultório privado (COSTA e DORNELLES, 2006b).

Otite média crônica não colesteatomatosa

A OMCNC é a mais frequente entre as doenças supurativas da orelha média, (CALDAS, 1999a). Consiste em uma doença multifacetada (COSTA e DORNELLES, 2006b), na qual os sintomas mais prevalentes são otorreia intermitente e hipoacusia condutiva (SILVA e SELAIMEN, 2015).

A otorreia é frequentemente causada por episódios de infecções de vias aéreas superiores ou por ter sido molhada a orelha perfurada. A hipoacusia decorre da própria ruptura da membrana, mas pode ser mais pronunciada quando há alterações da cadeia ossicular (SILVA e SELAIMEN, 2015).

A inflamação crônica leva à perfuração timpânica, a qual é possível definir como qualquer quebra na integridade da membrana timpânica. As perfurações timpânicas podem ser classificadas em centrais (quando é possível observar bordo de remanescente timpânico em todos os 360° de perfuração) ou marginais (quando não há bordo em algum ponto) (COSTA *et al.*, 2011). No entanto, apesar de a perfuração timpânica representar a forma mais característica da OMCNC, ela não é única nem indispensável para o diagnóstico (SILVA e SELAIMEN, 2015). As retrações timpânicas, quando moderadas ou graves, são relevantes por determinarem alterações estruturais irreversíveis na fenda auditiva e, portanto, são consideradas OMCNC. As retrações podem ser classificadas em *pars tensa* e *pars flaccida*, sendo cada uma subdividida em graus leve, moderado e severo, com características específicas para cada caso (COSTA *et al.*, 2011).

Quanto à etiologia da OMCNC, algumas das principais situações que iniciam a instalação de um processo inflamatório crônico na orelha média são a otite média aguda de repetição (OMAR), a otite média aguda necrotizante (OMAN), trauma e fatores socioeconômicos e geográficos (COSTA e DORNELLES, 2006b).

É possível, portanto, que elas sejam decorrentes de surtos repetidos de OMA, quer por tratamento inadequado, quer por condições locais e ou sistêmicas que facilitem a reinfecção,

como imunodeficiência seletiva, alergia e obstrução anatômica tubária (COSTA e DORNELLES, 2006b).

A avaliação audiométrica é essencial durante o processo de diagnóstico. Geralmente, ela revela disacusia condutiva de grau variável, dependendo do tempo de evolução e da severidade de cada caso. Frequentemente, o envolvimento da orelha interna é visível pela queda da via óssea, em especial nas frequências altas (COSTA *et al.*, 2011).

Esta variação correlaciona-se na razão direta de inúmeros cofatores: tamanho e posição da perfuração timpânica, grau de fixação da membrana e dos ossículos, presença de erosões ossiculares maiores ou menores, disjunção da cadeia ossicular e, obviamente, a repercussão de todo este processo na orelha interna (COSTA *et al.*, 2011).

Otite média crônica colesteatomatosa

A OMCC consiste na otite média crônica que apresenta tecido epitelial escamoso queratinizado poluindo a cavidade da orelha média com pele, que passa a se constituir o colesteatoma (CALDAS, 1999b). Este pode ser definido, sucintamente, como a presença de pele na cavidade timpânica (RIBEIRO e PEREIRA, 2011).

O colesteatoma tem características hiperproliferativas e líticas, com possibilidade de causar destruição da cadeia ossicular e das células aéreas mastoideas e levar a complicações intracranianas e extracranianas (RIBEIRO e PEREIRA, 2011).

Os sinais e sintomas da otite média crônica colesteatomatosa são dependentes da localização e da extensão da doença. O colesteatoma pode permanecer clinicamente despercebido por um período significativo de tempo até a doença tornar-se bastante extensa (COSTA e DORNELLES, 2006a).

A perda de audição e a otorreia são suas manifestações mais comuns. No entanto, outras manifestações também podem surgir, tais como: sangramento, otalgia, vertigem, cefaleia e mesmo outras complicações graves, intratemporais ou intracranianas (COSTA e DORNELLES, 2006a; ROSITO *et al.*, 2015).

A otorreia geralmente não é profusa, mas apresenta um odor fétido característico que chama a atenção do paciente e de seus familiares. Normalmente, é de coloração amarelada forte e não raramente apresenta raias sanguíneas. É possível que ela seja muito discreta ou mesmo que esteja ausente nos estágios iniciais ou quiescentes dos colesteatomas aticais (COSTA e DORNELLES, 2006a).

A perda auditiva está quase sempre presente no momento do diagnóstico, sendo proporcional ao grau de destruição do sistema tímpano-ossicular. Surpreendentemente, algumas vezes, grandes colesteatomas envolvendo destruições ossiculares extensas não acarretam danos auditivos significativos (COSTA e DORNELLES, 2006a).

A incidência americana anual de otite média crônica colesteatomatosa (OMCC) está em torno de nove adultos por 100 mil habitantes e acomete menos da metade desse número em crianças. A distribuição entre os sexos demonstra mais casos no sexo masculino. Apesar de pouco prevalente, essa doença acarreta grande morbidade aos pacientes, como a otorreia crônica e fétida e a hipoacusia (ROSITO *et al.*, 2015).

As perdas auditivas na OMC dependem essencialmente do tipo e do grau de comprometimento dessas estruturas pela patologia. Elas variam das mais discretas e insignificantes às mais acentuadas e importantes. No entanto, por maior que seja a perfuração timpânica, ela só é capaz de dar uma perda auditiva com limiar em torno de 50dB, exceto nos casos em que alterações adicionais à perfuração timpânica acometem a cadeia ossicular (CALDAS, 1999a).

2.4 OTITE MÉDIA E PRIVAÇÃO AUDITIVA

Esse capítulo apresenta a relação entre otite média e privação auditiva.

Em termos gerais, a perda auditiva associada à otite média é em linha reta horizontal, levemente ascendente a partir das frequências baixas, com limiar auditivo melhor em 2000 Hz. No entanto, esta alteração varia de uma audição quase normal até uma perda auditiva de 50dBNA (NORTHERN e DOWNS, 2005). A otite média é, pois, uma condição otológica que pode levar à experiência auditiva reduzida (SANDEEP e JAYARAM, 2008).

A perda auditiva tem, de forma geral, efeito deletério sobre a qualidade dos sinais auditivos, mesmo antes de entrarem no sistema nervoso auditivo central, o que faz com que indivíduos com esta alteração sejam pobres processadores auditivos (BELLIS, 2003; SANDEEP e JAYARAM, 2008).

Apesar de estar estabelecido que alterações auditivas periféricas podem provocar alterações de processamento auditivo (BELLIS, 2003), questões em relação aos efeitos da perda auditiva condutiva leve a moderada, que acompanha o desenvolvimento da criança, continuam sendo motivo de debate (NORTHERN e DOWNS, 2005).

É possível caracterizar a perda auditiva flutuante, provocada pela otite média, como privação auditiva (GRAVEL *et al.*, 2006), a qual, conseqüentemente, pode ter impacto no processamento auditivo do tronco encefálico (BELLIS, 2003). Isto ocorre pois o sinal auditivo incompleto ou inconsistente, durante os períodos de perda auditiva, parece interferir na codificação das distinções fonêmicas com base auditiva (NORTHERN e DOWNS, 2005). Os estímulos sonoros, escutados por sujeitos com perda auditiva de grau leve a moderado são, portanto, degradados (SANDEEP e JAYARAM, 2008).

Os efeitos da privação auditiva são mais deletérios quando as restrições da entrada auditiva ocorrem no período de desenvolvimento, embora um sistema auditivo maduro não

esteja imune a restrições aferentes (SANDEEP e JAYARAM, 2008). Não há dúvida de que a audição flutuante é prejudicial na primeira infância, pois o sistema nervoso central está em processo de rápido desenvolvimento e, portanto, deveria receber a estimulação auditiva de maneira consistente (KATZ e TILLERY, 1997). Os períodos de flutuação da audição podem acometer apenas uma ou ambas as orelhas, sendo possível ocorrer variação do grau da perda auditiva (PEREIRA, 1999).

Somado a este fato, a presença de fluido na orelha média pode gerar uma condição ruidosa, a qual, devido à sua proximidade com a cóclea, talvez provoque um ruído passível de interferência na percepção da fala (KATZ e TILLERY, 1997). A falta de consistência na estimulação auditiva devido à distorção da mensagem pode levar a prejuízos no desenvolvimento da audição, fala e linguagem (PEREIRA, 1999), havendo possibilidade de o desenvolvimento desigual nos dois ouvidos ocasionar dificuldades na integração binaural (KATZ e TILLERY, 1997).

Há indícios de que o sistema nervoso central não utiliza a informação auditiva com eficiência em decorrência do tempo de privação (COSTA-FERREIRA, 2015), como se aborda no capítulo subsequente.

2.5 OTITE MÉDIA E PROCESSAMENTO AUDITIVO CENTRAL

Nesse capítulo, apresentam-se estudos que associam a otite média e o PAC.

As causas para os transtornos do processamento auditivo ainda não estão totalmente esclarecidas na literatura. Entre os fatores de risco para o desenvolvimento de TPAC, destaca-se a presença de otites de repetição no primeiro ano de vida (MACHADO *et al.*, 2006; RAMOS *et al.*, 2014; CARVALHO *et al.*, 2015).

Por ser considerada como fator de risco, há necessidade de encaminhar para avaliação do PAC indivíduos com história significativa de otite média ou outra condição que possa resultar em privação sensorial auditiva (AMERICAN ACADEMY OF AUDIOLOGY, 2010).

Muitos esforços na pesquisa clínica têm sido realizados nas últimas décadas para esclarecer as inter-relações entre a otite média com efusão precoce e o processamento auditivo (ZINKUS e GOTTLIEB, 1980; HOFFMAN-LAWLESS *et al.*, 1981; BRANDES e EHINGER, 1981; JERGER *et al.*, 1983; WELSH *et al.*, 1983; WEBSTER *et al.*, 1989; MOORE *et al.*, 1991; UPDIKE e THORNBURG, 1992; HUTCHIINGS *et al.*, 1992; GRAVEL e WALLACE, 1992; HALL e GROSE, 1993; HALL e GROSE, 1994; BROWN, 1994; SCHILDER *et al.*, 1994; CAMPBELL *et al.*, 1995; HALL *et al.*, 1995; WELSH *et al.*, 1996; HOGAN *et al.*, 1996; STOLLMAN *et al.*, 1996; CRANFORD *et al.*, 1997; EMERSON *et al.*, 1997; HALL *et al.*, 1998a; HALL *et al.*, 1998b; ASBJORNSEN *et al.*, 2000; KLAUSEN *et al.*, 2000; SANTOS *et al.*, 2001; MACHADO, 2002; DEMANEZ *et al.*, 2003; HOGAN e MOORE, 2003; HALL *et al.*, 2003; KEOGH *et al.*, 2005; HARTLEY e MOORE, 2005; GRAVEL *et al.*, 2006; MARUTHY e MANNARUKRISHNAIAH, 2008; SANDEEP e JAYARAM, 2008; KEOGH *et al.*, 2009; TAALAT *et al.*, 2009; ZUMACH *et al.*, 2009; LIMA-GREGIO *et al.*, 2010; BORGES *et al.*, 2013; VILLA e ZANCHETTA, 2014; HAAPALA *et al.*, 2014; TOMLIN e RANCE, 2014; EL-KABARITY *et al.*, 2016; HAAPALA *et al.*, 2016). Contudo, muitos aspectos ainda não estão totalmente esclarecidos (NICLASEN *et al.*, 2016; KHAVARGHAZALANI *et al.*, 2016).

Um dos primeiros estudos relacionados ao tema foi publicado há mais de 50 anos (EISEN, 1962). Nele foi hipotetizada a primeira provável inter-relação entre privação auditiva precoce e alterações permanentes no desenvolvimento auditivo. Desde então, diversos estudos foram realizados na tentativa de compreender se realmente a otite média com efusão precoce

e recorrente nos primeiros anos de vida provocaria danos transitórios e/ou permanentes no processamento auditivo central.

Os trabalhos a seguir apresentados são descritos por afinidades nos resultados obtidos em relação à presença ou não de associação entre otite média e alterações do PAC.

Zinkus e Gottlieb (1980) foram pioneiros em demonstrar atraso no desenvolvimento das habilidades do PAC, em crianças com histórico de otite média precoce. Além do atraso, danos permanentes na percepção auditiva também foram encontrados em diferentes estudos (BRANDES e EHINGER, 1981; WELSH *et al.*, 1983; UPDIKE e THORNBURG, 1992; HALL e GROSE, 1994; CAMPBELL *et al.*, 1995).

Em relação às alterações observadas em testes comportamentais para avaliação do PAC em sujeitos com histórico de otite média precoce, destacam-se:

- figura-fundo auditiva (JERGER *et al.*, 1983; GRAVEL e WALLACE, 1992; SCHILDER *et al.*, 1994; KEOGH *et al.*, 2009; ZUMACH *et al.*, 2009; TAALAT *et al.*, 2009; BORGES *et al.*, 2013);
- audição binaural (MOORE *et al.*, 1991; HALL e GROSE, 1993; HALL *et al.*, 1995; HALL *et al.*, 1998; ASBJORNSEN *et al.*, 2000; KLAUSEN *et al.*, 2000; DEMANEZ *et al.*, 2003; HOGAN e MOORE, 2003; TOMLIN e RANCE, 2014);
- dificuldade na percepção da fala rápida (WELSH *et al.*, 1996);
- dificuldade para identificar tons de curta duração (CRANFORD *et al.*, 1997);
- déficit na modulação do mascaramento (HALL *et al.*, 1998; HALL *et al.*, 2003);
- déficit no processamento temporal (SANDEEP e JAYARAM, 2008; BORGES *et al.*, 2003; VILLA e ZANCHETTA, 2014);
- déficit na percepção do discurso em relação à informação espectral (SANDEEP e JAYARAM, 2008);
- dificuldade de escuta espacial (TOMLIN e RANCE, 2014);

- vantagem da orelha direita em escuta dicótica (ASBJORNSEN *et al.*, 2000; KLAUSEN *et al.*, 2000; BORGES *et al.*, 2013).

Outros resultados de estudos realizados com testes comportamentais de PAC contrariam a hipótese de alterações ou de sua permanência ao longo do desenvolvimento, tais como:

- audição binaural normal na infância (HUTCHINGS *et al.*, 1992) ou recuperada na adolescência (HOGAN *et al.*, 1996);
- ausência de alterações de PAC até a idade escolar (WEBSTER *et al.*, 1989);
- ausência de risco para TPAC (EMERSON *et al.*, 1997);
- normalização da resolução temporal após a recuperação dos limiares tonais (HARTLEY e MOORE, 2005);
- percepção adequada na fala diária no ruído (KEOGH *et al.*, 2005);
- localização sonora adequada (LIMA-GREGIO *et al.*, 2010);
- recuperação das alterações de interação binaural e fala no ruído na idade escolar (GRAVEL *et al.*, 2006).

Além dos resultados obtidos em investigações que realizaram a bateria comportamental de avaliação do PAC, estudos envolvendo testes eletrofisiológicos também foram desenvolvidos no intuito de verificar o processamento neural das vias auditivas centrais, em indivíduos com histórico de otite média precoce.

Haapala *et al.* (2014) demonstraram codificação neural a nível cortical normal, por meio da avaliação dos potenciais P1 e N2. Várias alterações foram observadas no âmbito dos exames eletrofisiológicos, como:

- déficit de codificação da fala a nível de tronco encefálico (EL-KABARITY *et al.*, 2016);
- aumento da latência absoluta da onda V, demonstrando efeitos da otite média precoce na fisiologia auditivo a nível de tronco encefálico (GRAVEL *et al.*, 2006);

- aumento das latências nos potenciais evocados de tronco encefálico e potenciais evocados auditivos de longa latência (MARUTHY e MANNARUKRISHNAIAH, 2008);
- alteração na discriminação pré-atencional para estímulo de fala (HAAPALA *et al.*, 2014);
- imaturidade do processamento neural com alteração na atenção neural involuntária, bem como na organização neural para sons perturbadores (HAAPALA *et al.*, 2016).

Tendo em vista os resultados apresentados, verifica-se divergência entre a consistência das evidências relacionadas ao impacto da otite média precoce no PAC. Resultados referentes aos casos de otite média crônica não foram encontrados na literatura compulsada. Uma revisão sistemática foi desenvolvida para discutir estes aspectos por meio da análise de estudos de coorte, a qual pode ser apreciada no ‘Artigo 1’ da presente tese.

2.6 OTITE MÉDIA E ASPECTOS NEUROPSICOLÓGICOS

Apresentam-se, nesse capítulo, os dados compulsados sobre as interações entre a otite média e aspectos neuropsicológicos.

Existe, atualmente, grande interesse dos pesquisadores no que se refere às relações entre habilidades auditivas e cognitivas (PEREIRA, 2013). Tal interesse foi eliciado no Brasil por meio de um estudo desenvolvido no Rio Grande do Sul que correlacionou as habilidades do PAC e as funções neuropsicológicas, revelando informações relevantes quanto à integração de mecanismos neuropsicológicos e do PAC (PRANDO *et al.*, 2010).

Por meio deste estudo, surgiu a necessidade de repensar o contexto da avaliação dos testes de PAC, no sentido de considerar o viés neuropsicológico como forma complementar à

investigação do processamento auditivo, tendo em vista os princípios da neurociência (PRANDO *et al.*, 2010).

No entanto, o papel da otite média em relação ao desenvolvimento dos aspectos neuropsicológicos ainda divide os profissionais devido às diferentes perspectivas visualizadas. Uma delas defende a ideia que a otite média não tem efeito sobre o desenvolvimento da fala e da linguagem em crianças, porque a perda auditiva é apenas discreta e de curto prazo. Outra abordagem é a de que a otite média persistente tem, de fato, efeito deletério sobre o desenvolvimento da fala e da linguagem, devido ao estado auditivo-receptivo inconsistente, provocado pela perda auditiva flutuante (NORTHERN e DOWNS, 2005).

Entretanto, na literatura da área, é aceito que a história precoce de otite média crônica com efusão esteja associada à maior incidência de dificuldades de aprendizagem, aos déficits de linguagem e aos distúrbios de atenção (BELLIS, 2003). A hipótese é que isso ocorre porque a recepção e a análise das características dos sons (tais como frequência, intensidade e duração) servem como base construtora da linguagem, principalmente no que diz respeito ao desenvolvimento da memória dos padrões de sons da língua, também denominada de memória fonológica (PEREIRA, 1999).

As perdas auditivas nos primeiros anos de vida, tanto as neurosensoriais quanto as condutivas, além de redução da acuidade, podem trazer, como efeitos, interferências na memória e na maturação do sistema nervoso central como um todo (KATZ e TILLERY, 1997).

Katz (1992) sugere uma provável associação entre a percepção de fala no ruído e a memória auditiva, a qual vem sendo confirmada por alguns estudos (BRANNSTRON *et al.*, 2012; YATHIRAJ e MAGGU, 2013). Um deles (BRANNSTRON *et al.*, 2012) investigou a relação entre nível aceitável de ruído, memória de trabalho e potenciais evocados auditivos em adultos jovens. Os autores constataram associação positiva significativa entre o nível

aceitável de ruído e a capacidade de memória de trabalho. O nível aceitável de ruído consiste em um método que quantifica o ruído de fundo que os sujeitos aceitam enquanto escutam a fala. Neste estudo, os sujeitos com maior capacidade de memória de trabalho aceitaram maior ruído de fundo, ocorrendo o contrário com os indivíduos detentores de menor capacidade de memória de trabalho. Outro estudo (YATHIRAJ e MAGGU, 2013) propôs um modelo de triagem do processamento auditivo e também constatou uma possível relação entre memória auditiva e percepção da fala no ruído.

Além das evidências em sujeitos normouvintes, crianças com história de otite média evidenciaram efeitos sutis e de longo prazo na memória de trabalho, quando comparadas a crianças sem histórico da doença (MODY *et al.*, 1999). Além dos registros dos aspectos que envolvem processamento auditivo central e memória, existem relatos de que a otite média poderia afetar o desenvolvimento cognitivo (ZINKUS *et al.*, 1978) e educacional (SAK e RUBEN, 1981; NICLASEN *et al.*, 2016). Entretanto, alguns estudos demonstram a ausência de associação entre otite média precoce e alterações de linguagem (KLAUSEN *et al.*, 2000) e outros destacam a recuperação do déficit cognitivo ainda durante a primeira infância (JOHNSON *et al.*, 2000).

Alterações em relação à atenção em crianças com histórico de otite média recorrente precoce já foram descritas (KLAUSEN *et al.*, 2000; ASBJORNSEN *et al.*, 2000). Recentemente, um estudo (HAAPALA *et al.*, 2016) investigou as consequências da otite média aguda recorrente na atenção auditiva involuntária de crianças de dois anos de idade, por meio de potenciais evocados de latência tardia. Os autores detectaram um controle imaturo da mudança de atenção em crianças com otite média aguda recorrente, relacionando-o com o comportamento típico de distração destas crianças. Identificaram também latência aumentada no MMN (*Mismatch Negativity*), sugerindo atraso na reorientação para o retorno da atividade em curso na amostra estudada. Quando expostos a sons perturbadores, os sujeitos com

histórico positivo para otite média apresentaram organização neural atípica nos mecanismos neurais de atenção involuntária (HAAPALA *et al.*, 2016).

A orientação involuntária para eventos ambientais e a manutenção seletiva da atenção são essenciais para o processamento de fala e a aprendizagem de línguas, já que a atenção involuntária é responsável pela detecção e seleção de informações potencialmente significativas de eventos não relacionados à tarefa em andamento (HAAPALA *et al.*, 2016).

Outro aspecto relevante refere-se à complexidade da percepção da fala no ruído, a qual consiste em uma tarefa complexa que requer a integração simultânea de processamento sensorial, atenção, memória e conhecimento linguístico (THOMPSON *et al.*, 2017).

THOMPSON *et al.* (2017) investigaram os processos biológicos e cognitivos envolvidos na percepção da fala no ruído, na primeira infância em pré-escolares. Os autores avaliaram a percepção de fala no ruído, habilidades cognitivas (inteligência, memória de curto prazo e atenção) e potenciais evocados para avaliação de respostas neurais a estímulos de fala. Foi identificada interferência da atenção no desempenho da percepção da fala no ruído, não tendo ocorrido o mesmo em relação à memória de curto prazo e inteligência. Os autores sugerem que a má atenção pode explicar o fraco desempenho em tarefas de escuta no ruído.

Em 1980, Menyuk referiu que uma quantidade considerável de tempo e esforço seriam necessários para a realização dos estudos adequados que investigassem, de fato, o efeito da otite média persistente no desenvolvimento. A autora ponderou que, se não fossem dispensados esforços e tempo para desvendar estas questões, se permaneceria, ao longo de dez anos, sem conclusões a respeito como efetivamente ocorre há quase 40 anos.

Conforme a descrição dos diversos aspectos do processamento auditivo central e de alguns aspectos neuropsicológicos e da otite média, percebe-se que a literatura a respeito destes tópicos ainda é equívoca em vários pontos (WILLIAMS e JACOBS, 2009), sendo necessários novos estudos para elucidar os questionamentos pendentes acerca do tema.

3 JUSTIFICATIVA

Os efeitos da otite média nos primeiros anos de vida têm sido amplamente estudados nas últimas décadas, uma vez que crianças com histórico de otite média com efusão nos primeiros cinco anos de vida apresentam risco de alterações em seu desenvolvimento.

No entanto, os resultados expostos pela literatura em relação ao desenvolvimento da audição, da linguagem, da aprendizagem e da cognição ainda são contraditórios e restritos aos casos de otite média com efusão precoce, o que restringe o conhecimento acerca do impacto da otite média crônica no desenvolvimento dos indivíduos que a apresentam.

Além disso, há necessidade de utilizar testes de PAC associados à avaliação neuropsicológica, devido às dissociações entre eles.

Tendo em vista esta realidade, torna-se essencial agregar à bateria de avaliação do PAC alguns subtestes de avaliação neuropsicológica para aferir aspectos mais amplos do desenvolvimento de indivíduos com otite média crônica.

A avaliação conjunta do PAC e de aspectos neuropsicológicos em indivíduos com otite média crônica pode elucidar questionamentos relacionados com a hipótese de alterações mais amplas no desenvolvimento destes indivíduos, o que justifica a realização da presente pesquisa.

A hipótese alternativa deste estudo baseia-se no fato de indivíduos com otite média crônica apresentarem alterações de PAC e de algumas funções neuropsicológicas associadas. Esta pesquisa intenta viabilizar a identificação de prováveis alterações dessas habilidades em indivíduos com otite média crônica, propiciando encaminhamento para reabilitação adequada e melhor prognóstico.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

Investigar e analisar o impacto da otite média crônica não colesteatomatosa no processamento auditivo central e em aspectos neuropsicológicos de adolescentes, provenientes de um ambulatório de referência.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar e analisar o desempenho de adolescentes com OMCNC nos testes de PAC e em subtestes de fluência verbal, atenção e memória de trabalho quando comparados ao grupo controle.
- Verificar se os mecanismos do PAC diferem entre alterações condutivas unilaterais e bilaterais de adolescentes com diagnóstico de OMCNC, bem como em relação a outras variáveis, tais como: sexo, idade, idade de início da otite média, repetência escolar, renda familiar e escolaridade materna.
- Verificar se as funções neuropsicológicas de memória, atenção e fluência verbal fonêmica associam-se às seguintes variáveis: sexo, idade, idade de início da otite média, repetência escolar, renda familiar e escolaridade materna.
- Estudar as prováveis correlações entre os resultados nos testes de processamento auditivo central e os subtestes de fluência verbal, atenção e memória de trabalho em adolescentes com OMCNC.

5 METODOLOGIA

5.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO

Trata-se de um estudo observacional, transversal controlado.

5.2 POPULAÇÃO EM ESTUDO

A amostra deste estudo foi constituída por dois grupos: grupo controle (GC) composto por adolescentes normo-ouvintes sem passado otológico e grupo estudo (GE) constituído por adolescentes com diagnóstico de OMCNC.

Foram considerados adolescentes indivíduos com idade entre 12 e 18 anos completos, de acordo com a definição de adolescência expressa no Estatuto da Criança e do Adolescente do Ministério da Saúde do Brasil, em consonância com o artigo 2º da Lei 8.069 de 13 de Julho de 1990 (BRASIL, 1990).

Os indivíduos do grupo controle foram recrutados em escolas públicas da rede de ensino estadual e municipal de Porto Alegre e região metropolitana (RS), de acordo com os critérios de inclusão e exclusão deste estudo.

Para compor o GE, foram selecionados adolescentes que realizavam acompanhamento otorrinolaringológico no Ambulatório de Otite Média Crônica do Serviço de Otorrinolaringologia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), Porto Alegre, RS.

A amostra constituída foi não probabilística, selecionada de forma consecutiva.

5.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Foram considerados os seguintes critérios de inclusão:

- para o grupo controle: adolescentes provenientes de escolas públicas, sem histórico de otite média recorrente (seis ou mais episódios) (HOWIE *et al.*, 1975), com avaliação audiológica normal (audiometria e imitanciometria) e desenvolvimento global típico;
- para o grupo estudo: adolescentes provenientes de escolas públicas, com diagnóstico de otite média crônica não colesteatomatosa unilateral ou bilateral e média de limiares auditivos nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz de até 40 dBNA na(s) orelha(s) com otite média crônica, sem histórico de intervenção cirúrgica prévia.

Os grupos GE e GC foram pareados por idade, sexo, escolaridade materna (BRASIL, 1996) e renda familiar (SECRETARIA DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS, 2012).

5.4 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Para ambos os grupos, foram adotados como critérios de exclusão: presença de transtornos mentais, neurológicos ou síndromes genéticas, serem canhotos, terem histórico de ensino formal de música, apresentarem outros indicadores de risco para a deficiência auditiva (JOINT COMMITTEE ON INFANT HEARING, 2007).

5.5 LOCAL

O grupo controle realizou a bateria de avaliações na Clínica de Audiologia do Curso de Fonoaudiologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, situada no prédio da Faculdade de Odontologia da mesma instituição (Porto Alegre, RS, Brasil).

O grupo estudo realizou as avaliações no Serviço de Fonoaudiologia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA) – (Porto Alegre, RS, Brasil). Salienta-se que ambos os grupos realizaram todos os procedimentos com os mesmos recursos de equipamentos para realização dos procedimentos propostos.

Os indivíduos do GE foram recrutados no Ambulatório de Otite Média Crônica do Serviço de Otorrinolaringologia do HCPA, o qual é amplamente reconhecido por ser um centro de referência no atendimento a pacientes com otite média crônica.

5.6 LOGÍSTICA

Os indivíduos do GE foram convidados para este estudo na ocasião da avaliação audiológica agendada no Serviço de Fonoaudiologia do HCPA, a qual é realizada como procedimento de rotina para os indivíduos atendidos no Ambulatório de Otite Média Crônica. Os sujeitos que concordaram em participar da pesquisa realizaram os procedimentos adicionais propostos neste estudo (anamnese, avaliação do processamento auditivo e avaliação neuropsicológica) imediatamente após a avaliação audiológica básica e/ou em outra data agendada com o pesquisador.

Todas as avaliações propostas foram realizadas pela mesma pesquisadora.

Os sujeitos do grupo controle foram recrutados em escolas públicas no município de Porto Alegre (RS) e região metropolitana. Os exames foram agendados diretamente com a pesquisadora, de acordo com a disponibilidade da família e do local para realização do exame.

5.7 AVALIAÇÕES

Foram realizados os seguintes procedimentos nos indivíduos da amostra do GC e do GE: anamnese, avaliação audiológica básica (audiometria e logaudiometria), bateria de avaliação comportamental do processamento auditivo central e subtestes de atenção, memória de trabalho e fluência verbal fonêmica do Instrumento de Avaliação Neuropsicológica Breve Neupsilin. Tais procedimentos são descritos a seguir.

A anamnese foi elaborada pela pesquisadora, sendo constituída de informações detalhadas sobre os indivíduos estudados: dados pessoais, histórico gestacional e materno-infantil, indicadores de risco para a deficiência auditiva infantil, histórico otológico, desenvolvimento global (motor, linguagem, audição), dados socioeconômicos e de escolaridade.

A audiometria tonal liminar foi realizada por via aérea (frequências de 1000, 2000, 3000, 4000, 6000, 8000, 500 e 250 Hz, nesta ordem) e via óssea (frequências de 1000, 2000, 3000, 4000 e 500 Hz, nesta ordem). A logaudiometria foi constituída da pesquisa do limiar de reconhecimento de fala (LRF) e índice percentual de reconhecimento de fala (IPRF).

A bateria de testes que avaliam o processamento auditivo foi composta pelos testes: MLD (*Masking Level Difference*), SSI (*Synthetic Sentence Identification*), RGDT (*Random Gap Detection Test*), TPD (Teste de Padrão de Duração) e DD (Teste Dicótico de Dígitos), de acordo com as recomendações da Academia Brasileira de Audiologia (2016) em relação ao protocolo mínimo para avaliação comportamental do PAC. Os testes selecionados para este estudo são apresentados a seguir. Todos foram precedidos por período de prática antes da realização formal de cada exame, bem como todos foram realizados na íntegra de acordo com o manual de cada teste.

O teste MLD foi realizado na intensidade de 70 dB nas orelhas com limiares auditivos dentro dos parâmetros da normalidade (média quadritonal ≤ 25 dB) ou de 50 dBNS com base na média tritonal (500 a 2000 Hz) dos limiares de via aérea na (s) orelha (s) com limiares alterados (média quadritonal > 25 dB). O paciente foi informado que escutaria uma série de tons pulsáteis no meio de um ruído e que deveria avisar quando escutasse esses tons, sendo esclarecido que nem sempre eles seriam fáceis de ouvir ou poderiam não aparecer. Foram utilizados o formulário de registro e o procedimento de análise dos resultados propostos no manual do teste (WILSON *et al.*, 2003). No entanto, para a interpretação dos resultados, optou-se por usar o critério de normalidade recomendado por Ramos *et al.* (2014), pelo fato de considerar os parâmetros encontrados na população brasileira. Considerou-se normal para o MLD um valor ≥ 9 dB, o qual é indicado para indivíduos com 12 anos ou mais.

O SSI (MCI) foi realizado pela identificação de frases apresentadas em meio a um fragmento da história do Brasil, sendo o adolescente orientado a apontar as frases na cartela específica (com as frases escritas). Foi aplicado a uma intensidade de 40 dBNS (calculado a partir da média tritonal de 500 a 2000 Hz dos limiares de via aérea) na mensagem principal, sendo a intensidade da mensagem competitiva ipsilateral realizada em duas condições de relação sinal/ruído (0 e -15 dB). O cálculo para o score foi efetuado de acordo com a recomendação das autoras do teste, assim como os critérios de normalidade (≥ 80 % de acertos para uma relação sinal/ruído de 0 dB e ≥ 60 % de acertos para uma relação de -15 dB) (PEREIRA e SCHOCHAT, 2011).

O RGDT foi realizado e registrado de acordo com as recomendações descritas no manual do teste (KEITH, 2000), sendo adotado o subteste 2 (teste padrão). Ele foi efetivado a um nível de intensidade de 50 dBNS em cada orelha com apresentação binaural. Os sujeitos foram instruídos a indicarem o número 'um', quando ouvissem apenas um estímulo, e o número 'dois', quando identificassem dois estímulos em cada estímulo apresentado. Utilizou-

se o padrão de normalidade proposto por RAMOS *et al.* (2014) para sujeitos com 12 anos ou mais ($RGDT \leq 10ms$).

O DPS foi realizado a uma intensidade de 50 dBNS em cada orelha (calculado a partir da média tritonal de 500 a 2000 Hz dos limiares de via aérea), com apresentação binaural. Foi solicitado que os sujeitos nomeassem as sequências de três tons, as quais continham seis possibilidades de combinações sons denominados ‘curtos’ ou ‘longos’. Assumiu-se o padrão de normalidade proposto pelo autor do teste, o qual corresponde a um mínimo de 73% de acertos (MUSIEK, 1994).

O DD foi realizado e analisado de acordo com as recomendações descritas por Pereira e Schochat (2011), sendo realizado em intensidade de 50 dBNS em cada orelha (calculado a partir da média tritonal de 500 a 2000 Hz dos limiares de via aérea), com apresentação binaural. Efetivou-se apenas a etapa de integração binaural, na qual foi solicitado que o sujeito repetisse oralmente os quatro números apresentados em ambas as orelhas, independentemente da ordem de apresentação. Assumiram-se os critérios de normalidade para sujeitos com nove anos ou mais propostos pelas autoras, os quais correspondem a um número de acertos $\geq 95\%$ em ambas as orelhas (PEREIRA e SCHOCHAT, 2011).

Todos os procedimentos de avaliação audiológica e da avaliação comportamental do PAC (GE e GC) foram realizados em cabina acústica, por meio de um audiômetro de dois canais do modelo AC40, da marca *Interacoustics*®, conectados por meio de um cabo P2/P2 a um dispositivo reproduzidor de MP3 *player* para reprodução dos testes de PAC selecionados para este estudo.

Para a avaliação dos aspectos neuropsicológicos selecionados para este estudo, utilizou-se o Instrumento de Avaliação Neuropsicológica Breve (FONSECA *et al.*, 2008; PAWLOWSKI *et al.*, 2008). No entanto, foram realizados apenas os seguintes subtestes: atenção (contagem inversa e repetição de sequência de dígitos), memória de trabalho

(ordenação ascendente de dígitos e *span* auditivo de sentenças) e função executiva (teste de fluência verbal).

No teste de contagem inversa, o escore máximo foi de 20 pontos, no qual cada ponto representou um acerto. Na repetição de sequência de dígitos, o escore máximo foi de sete pontos. O escore total das provas de atenção foi de 27 pontos.

Na tarefa de ordenação ascendente de dígitos, a pontuação máxima foi de 10 pontos, enquanto no *span* auditivo de sentenças o escore máximo foi de 28 pontos.

No teste de fluência verbal fonêmica, o escore foi definido pelo número de itens emitidos durante o período estabelecido para o teste (FONSECA *et al.*, 2008).

Os critérios de normalidade apresentados no manual do teste tiveram que ser adaptados à amostra deste estudo, uma vez que os valores de média e desvio padrão disponíveis no manual do teste são apresentados por série (7^a e 8^a série do ensino fundamental e 1^o, 2^o e 3^o ano do ensino médio) e alguns sujeitos deste estudo, apesar de apresentarem a idade mínima para a aplicação do teste (12 anos), ainda não estavam na 7^a série (devido à repetência escolar). Aceitou-se o parâmetro indicado para 7^a série, pois, pelo aspecto cronológico, deveria ser a série em andamento dos sujeitos. Além disso, em virtude da ampliação do número de anos do ensino fundamental adotado em 2006 no Brasil (o qual passou de oito para nove anos), os sujeitos que frequentavam o 9^o ano foram enquadrados nos parâmetros de normalidade do 8^o ano, pois o manual do teste não apresenta parâmetros para o atual ano final.

6 CONSIDERAÇÕES ESTATÍSTICAS

Neste capítulo, apresentam-se tanto o cálculo amostral utilizado para verificar o número de sujeitos necessários para alcançar uma amostra representativa neste estudo, como as

análises estatísticas utilizadas para interpretar quantitativamente e qualitativamente os resultados obtidos nesta investigação.

6.1 CÁLCULO AMOSTRAL

O cálculo do tamanho da amostra foi realizado no programa *WINPEPI* versão 11.43. Para um nível de significância de 5%, poder de 90%, com um tamanho de efeito mínimo de 0,8 desvios padrão entre os grupos, considerando os testes Dicótico de Dígitos e *Gap In Noise*, conforme estudo de KHAVARGHAZALANI *et al.* (2016), obteve-se um total mínimo de 33 sujeitos por grupo, totalizando 66 indivíduos.

6.2 ANÁLISE DOS DADOS

As variáveis quantitativas foram descritas por média e desvio padrão ou mediana e amplitude interquartílica. As variáveis qualitativas foram descritas por frequências absolutas e relativas.

Para comparar médias entre os grupos, o Teste *t-Student* foi aplicado. Em caso de assimetria, o teste de Mann-Whitney foi utilizado. Na comparação de proporções, os testes qui-quadrado de Pearson ou Exato de Fisher foram usados.

A avaliação da associação entre os resultados dos testes foi realizada por meio dos coeficientes de correlação de Pearson (distribuição simétrica) ou *Spearman* (distribuição assimétrica).

Para comparar os resultados do DD entre as orelhas direita e esquerda do grupo estudo, foi empregado o Teste *t-Student* para amostras pareadas.

O teste de *Cochran* foi utilizado para comparar as alterações entre os testes de PAC no grupo estudo.

Para verificar a associação entre o GC e os subgrupos do GE com alterações unilaterais, bilaterais ou mistas, foi utilizado o Teste *Dunnett*.

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

7 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

O presente estudo seguiu o que determina o Conselho Nacional da Saúde na Resolução 466/12, que versa sobre as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. O projeto para o desenvolvimento deste trabalho foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital de Clínicas de Porto Alegre-HCPA e por ele aprovado, em 01/04/15, com número de aprovação CAAE 41689215.7.0000.5327. O projeto também foi aprovado pelo Grupo de Pesquisa e Pós-Graduação (GPPG) do HCPA (registro nº 15-0219), de acordo com as exigências do local para o desenvolvimento de pesquisas.

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). Os participantes menores de 18 anos cujos responsáveis concordaram com sua participação na pesquisa assinaram o Termo de Assentimento (ANEXO A). Os responsáveis pelos menores de 18 anos assinaram um TCLE específico (ANEXO B). Os participantes maiores de idade assinaram seu próprio TCLE (ANEXO C). Todos os aspectos éticos foram respeitados de acordo com as recomendações descritas na Resolução 466/12.

Foram analisados os riscos e os benefícios aos participantes desse estudo previamente à sua elaboração. Quanto aos riscos, salienta-se que os procedimentos propostos nesta pesquisa não foram invasivos e não provocaram danos ao participante. O único desconforto foi a permanência em cabina acústica com fones auriculares, bem como o tempo dispensado para a participação na pesquisa, cujos procedimentos foram realizados em aproximadamente 40 minutos, em uma ou duas sessões. Os benefícios pela participação no estudo incluem a oportunidade de investigação de aspectos referentes ao processamento auditivo e de obtenção de algumas informações neuropsicológicas.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACADEMIA BRASILEIRA DE AUDIOLOGIA. (2016). **Fórum de diagnóstico audiológico**. 31º Encontro Internacional de Audiologia. São Paulo, SP. Disponível em: http://www.audiologiabrasil.org.br/31eia/pdf/forum_f.pdf. Acesso em: 28 fev. 2017.
- ALBERNAZ, P.L.M. Nervos cocleares e vias auditivas centrais. In: NETO, S.C. *et al.* **Tratado de Otorrinolaringologia**, volume I: fundamentos. 2. ed. São Paulo: Roca, 2011. p. 325-332.
- AMARAL, M.I.R.; MARTINS, P.M.F.; COLELLA-SANTOS, M.F. Temporal resolution: assessment procedures and parameters for school-age children. **Braz J Otorhinolaryngol**, v. 79, n. 3, p. 317-324. 2013.
- AMERICAN ACADEMY OF AUDIOLOGY. **Clinical Practice Guidelines: Diagnosis, treatment and management of children and adults with central auditory processing disorder**. 2010. Disponível em: www.audiology.org. Acesso em: 27 fev. 2017.
- AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION. **(Central) auditory processing disorders [Technical Report]**. 2005. Disponível em: www.asha.org/policy. Acesso em: 27 fev. 2017.
- ASBJORNSEN, A. *et al.* Lasting auditory attention impairment after persistente middle ear infections: a dichotic listening study. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 42, p. 481-486, 2000.
- BALEN, S.A. *et al.* Resolução temporal de crianças escolares. **Rev CEFAC.**, v. 11, Supl 1, p. 52-61, 2009.
- BARTZ, D.W. *et al.* Relationship between Masking Level Difference and acoustic reflex findings in children with phonological disorder. **Rev CEFAC**. v. 17, n. 5, p. 1499-1508, 2015.
- BELLIS, T.J. **Assessment and management of central auditory processing disorders in the educational setting from Science to practice**. 2. ed. Clifton Park, NY: Thomson/Delmar Learning, 2003. 532 p.
- BENTO, D.V. Avaliação audiológica do paciente candidato ao uso de AASI. In: COSTA-FERREIRA, M.I.D. **Reabilitação auditiva: fundamentos e proposições para a atuação no Sistema Único de Saúde (SUS)**. 1. ed. Ribeirão Preto: Book Toy, 2017. p. 157-171.
- BLUESTONE, C.D. Recent advances in the pathogenesis, diagnosis and management of otitis media. **Pediatric Clin North Am**, v. 28, p. 727-755, 1981.
- BLUESTONE, C.D. Diseases and disorders of the Eustachian tube-middle ear. In: PAPARELLA, M.M., SHUMRICK, D.A. **Otolaryngology**. Volume II: Otolology and neuro-otology. 3. ed. Saunders: Philadelphia, 1991.

BLUESTONE, C.D.; KENNA, M.A. Workshop on chronic suppurative otitis media: etiology and management. **Ann Otol Rhinol Laryngol**, v. 97, n. 131, 1988.

BONALDI, L.V. *et al.* **Bases anatômicas da audição e do equilíbrio**. São Paulo: Santos, 2004. 92p.

BORGES, L.R.; PASCHOAL, J.R.; COLELLA-SANTOS, M.F. (Central) Auditory processing: the impact of otitis media. **Clinics**, v. 68, n. 7, p. 954-959, 2013.

BRANDES, P.J.; EHINGER, D. The Effects of Early Middle Ear Pathology on Auditory Perception and Academic Achievement. **Journal of Speech and Hearing Disorders**, v. 46, p. 301-307, 1981.

BRASIL. Lei 8.069, de 13 de Julho de 1990. **Estatuto da Criança e do Adolescente**. Brasília: Ministério da Justiça, 1990.

BRASIL. Lei 9394, de 20 de Dezembro de 1996. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília: Presidência da República, 1996.

BRANNSTROM, K.J. *et al.* Acceptance of background noise, working memory capacity, and auditory evoked potentials in subjects with normal hearing. **J Am Acad Audiol**, v. 23, p. 542-552, 2012.

BROWN, D.P. Speech recognition in recurrent otitis media: results in a set of identical twins. **J Am Acad Audiol**, v. 5, n. 1, p. 1-6, 1994.

CALDAS, N. Otite média crônica não colesteatomatosa. In: CALDAS, N.; NETO, S.C.; SIH, T. **Otologia e audiologia em pediatria**. Revinter: Rio de Janeiro, 1999a. p. 94-98.

CALDAS, N. Otite média crônica colesteatomatosa. In: CALDAS, N.; NETO, S.C.; SIH, T. **Otologia e audiologia em pediatria**. Revinter: Rio de Janeiro, 1999b. p. 99-105.

CAMPBELL, N. *et al.* Early recurrent otitis media, language and central auditory processing in children. **S Afr J Commun Disord**. v. 42, p. 73-84, 1995.

CARVALHO, N.G.; NOVELLI, C.V.L.; COLELLA-SANTOS, M.F. Fatores na infância e adolescência que podem influenciar o processamento auditivo: revisão sistemática. **Rev CEFAC**. v. 17, n. 5, p. 1590-1603, 2015.

CORAZZA, M.C.A. **Avaliação do Processamento Auditivo Central em adultos**: testes de padrões tonais auditivos de frequência e testes de padrões tonais auditivos de duração. Tese (Doutorado). Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 1998.

COSTA, S.S.; DORNELLES, C.C. Otite média crônica colesteatomatosa. In: COSTA, S.S. *et al.* (org). **Otorrinolaringologia: princípios e prática**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006a. p. 309-333.

COSTA, S.S.; DORNELLES, C.C. Otite média não-colesteatomatosa. In: COSTA, S.S. *et al.* (org). **Otorrinolaringologia: princípios e prática**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006b. p. 289-306.

- 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. *et al.* Otite média crônica não colesteatomatosa. In: NETO, S.C. *et al.* **Tratado de Otorrinolaringologia**, volume II: otologia e otoneurologia. 2. ed. São Paulo: Roca, 2011. p. 99-121.
- COSTA-FERREIRA, M.I.D. Reflexões sobre a avaliação de processamento auditivo na infância. In: CARDOSO, M.C. (org). **Fonoaudiologia na infância: avaliação e terapia**. 1. ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2015. p. 61-71.
- CRANFORD, J.L. *et al.* Brief Tone Discrimination by Children with Histories of Early Otitis Media. **J Am Acad Audiol**, v. 8, p. 137-141, 1997.
- DEMANEZ, L. *et al.* Central auditory processing disorders: some cohorts studies. **Acta Otorhinolaryngol Belg**. v. 57, n. 4, p. 291-299, 2003.
- EISEN, N.H. Some effects of early sensory deprivation on later behavior: the quodam hadr-of-hearing child. **Journal of Abnormal and Social Psychology**, v. 65, n. 5, p. 338-342, 1962.
- EL-KABARITY, R.H. *et al.* Effect of otitis media with effusion on brainstem timing in children. **Hearing, Balance and Communication**, v. 14, n. 1, p. 20-24, 2016.
- EMERSON, M.F. *et al.* Observations on the use of SCAN to identify children at risk for central auditory processing disorder. **Language, Speech, and Hearing Services in Schools**, v. 28, p. 43-49, 1997.
- FONSECA, G.C.R. Avaliação comportamental do processamento auditivo no idoso. In: COSTA-FERREIRA, M.I.D. **Reabilitação auditiva: fundamentos e proposições para a atuação no Sistema Único de Saúde (SUS)**. 1. ed. Ribeirão Preto: Book Toy, 2017. p. 157-171.
- FONSECA, R.P.; SALLES, J.F.; PARENTE, M.A.M.P. Development and content validity of the Brazilian Brief Neuropsychological Assessment Battery Neupsilin. **Psychology & Neuroscience**, v. 1, n. 1, p. 55-62, 2008.
- FROTA, S. Avaliação do processamento auditivo: testes comportamentais. In: BEVILACQUA, M.C. *et al.* In: **Tratado de audiologia**. São Paulo: Santos, 2013. p. 293-313.
- GRAVEL, J.S.; WALLACE, I.F. Listening and language at 4 years of age: effects of early otitis media. **Journal of Speech and Hearing Research**, v. 35, p. 588-595, 1992.
- GRAVEL, J.S. *et al.* Early otitis media with effusion, hearing loss, and auditory process at school age. **Ear & Hearing**, v. 27, n. 4, p. 353-368, 2006.
- GUEDES, M. Pacientes com possibilidade de distúrbios de processamento auditivo central. **Audiology Infos**, v. 35, p. 16-19, 2016.
- HAAPALA, S. *et al.* Effects of recurrent acute otitis media on cortical speech-sound processing in 2-year old children. **Ear & Hearing**, v. 35, n. 3, p. e75-e83, 2014.

HAAPALA, S. *et al.* Long-term influence of recurrent acute otitis media on neural involuntary attention switching in 2-year-old children. **Behavioral and Brain Functions**, v. 12, n. 1, 2016.

HALL, J.W.; GROSE, J.H. The Effect of Otitis Media With Effusion on the Masking-Level Difference and the Auditory Brainstem Response. **Journal of Speech, Language, and Hearing Research**, v. 36, p. 210-217, 1993.

HALL, J.W.; GROSE, J.H. Effect of Otitis Media With Effusion on Comodulation Masking Release in Children. **Journal of Speech, Language, and Hearing Research**, v. 37, p. 1441-1449, 1994.

HALL, J.W. *et al.* The Effect of Otitis Media With Effusion on Perceptual Masking. **Arch Otolaryngol Head Neck Surg**, v. 129, n. 10, p. 1056-1062, 2003.

HALL, J.W. *et al.* The Effect of Otitis Media With Effusion on Complex Masking Tasks in Children. **Arch Otolaryngol Head Neck Surg**, v. 124, n. 8, p. 892-896, 1998a.

HALL, J.W. *et al.* The Effect of Masker Interaural Time Delay on the Masking Level Difference in Children with History of Normal Hearing or History of Otitis Media with Effusion. **Ear & Hearing**, v. 19, n. 6, p. 429-433, 1998b.

HALL, J.W.; GROSE, J.H.; PILLSBURY, H.C. Long-term Effects of Chronic Otitis Media on Binaural Hearing in Children. **Arch Otolaryngol Head Neck Surg**, v. 121, n. 8, p. 847-852, 1995.

HARTLEY, D.E.H.; MOORE, D.R. Effects of otitis media with effusion on auditory temporal resolution. **International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology**, v. 69, p. 757-769, 2005.

HOFFMAN-LAWLESS, K.; KEITH, R.; COTTON, R.T. Auditory processing abilities in children with previous middle ear effusion. **Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology**, v. 90, n. 6, p. 543-545, 1981.

HOGAN, S.C.M.; MEYER, S.E.; MOORE, D.R. Binaural unmasking returns to normal in teenagers who had otitis media in infancy. **Audiol Neurootol**, v. 1, p. 104-111, 1996.

HOGAN, S.C.M.; MOORE, D.R. Impaired binaural hearing in children produced by a threshold level of middle ear disease. **Journal of the Association for Research in Otolaryngology (JARO)**, v. 4, p. 123-129, 2003.

HOWIE, V.M.; PLOUSSARD, J.H.; SLOYER, J. The 'otitis-prone' condition. **American Journal of Diseases in Children**, v. 129, p. 676-678, 1975.

HUTCHINGS, M.E.; MEYER, S.E.; MOORE, D.R. Binaural masking level differences in infants with and without otitis media with effusion. **Hearing Research**, v. 63, p. 71-78, 1992.

JACOBSEN, G. *et al.* Tarefas de Fluência Verbal livre, fonêmica e semântica para crianças. In: FONSECA, R.P.; PRANDO, M.L.; ZIMMERMANN, N. **Tarefas para avaliação neuropsicológica**. Volume 1. Avaliação de linguagem e funções executivas em crianças. São Paulo: Memnom, 2016. p. 26-59.

JERGER, S. *et al.* Development of speech intelligibility in children with recurrent otitis media. **Ear & Hearing**, v. 4, n. 3, p.138-145, 1983.

JOHNSON, D.L. *et al.* Effects of early middle ear effusion on child intelligence at three, five, and seven years of age. **Journal of Pediatric Psychology**, v. 25, n. 1, p. 5-13, 2000.

JORGE, V. Neuropsicologia: área de atuação na avaliação e intervenção fonoaudiológica. **Revista do Conselho Regional de Fonoaudiologia Nossa Voz**, n.13, p. 13-14, 2016.

KATZ, J.; TILLERY, K.L. An introduction to auditory processing. In: LICHTIG, I.; CARVALLO, R.M.M. **Audição: abordagens atuais**. Carapicuíba, SP: Pró-Fono, 1997. p. 119-143.

KATZ, J.; SMITH, P. The staggered spondaic word test: a ten minute look at the central nervous system through the ears. **Ann Acad Sci**, v. 620, p. 223-251, 1991.

KEOGH, T. *et al.* Measuring the Ability of School Children with a History of Otitis Media to Understand Everyday Speech. **Journal of the American Academy of Audiology**, v. 16, n. 5, p. 301-311, 2005.

KEOGH, T. *et al.* Children with Minimal Conductive Hearing Impairment: Speech Comprehension in Noise. **Audiology and Neurotology**, v. 15, n. 1, p. 27-35, 2009.

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

KLAUSEN, O. *et al.* Lasting effects of otitis media with effusion on language skills and listening performance. **Acta Otolaryngol**, v. 543 (Suppl), p. 73-76, 2000.

KÓS, A.O.A.; SOARES, Y.C.M.M. Otite média aguda. In: CALDAS, N.; NETO, S.C.; SIH, T. **Otologia e audiologia em pediatria**. Rio de Janeiro: Revinter, 1999. p. 49-52.

KEITH, R.W. **Random Gap Detection Test**. St Louis, MO: Auditec, 2000.

LIM, D.J. *et al.* Antibiotic-resistant bacteria in otitis media with effusion. **Ann Otol Rhinol Laryngol**, v. 89, Suppl. 68, p. 278-280, 1980.

LIMA-GREGIO, A.M.; CALAIS, L.L.; FENIMAN, M.R. Otitis media and sound localization ability in preschool children. **Rev CEFAC**, v. 12, n. 6, p. 1033-1040, 2010.

LOPES, A.C. Audiometria tonal liminar. In: BEVILACQUA, M.C. *et al.* **Tratado de audiologia**. 1. ed. São Paulo: Santos, 2013. p. 63-80.

MACHADO, A.B.M. **Neuroanatomia funcional**. 2. ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 1993. 363p.

- MACHADO, M.S. **Reconhecimento de sentenças no silêncio e no ruído em escolares com e sem histórico de otite média recorrente**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana. Universidade Federal de Santa Maria, 2002.
- MACHADO, L.P.; PEREIRA, L.D.; AZEVEDO, M.F. Processamento auditivo central: reabilitação. In: COSTA, S.S. *et al.* (org). **Otorrinolaringologia: princípios e prática**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 203- 212.
- MARUTHY, S.; MANNARUKRISHNAIAH, J. Effect of early onset otitis media on braistem and cortical auditory processing. **Behavioral and Brain Functions**, v. 4, n. 17, 2008.
- MENEGOTTO, I.H.; SOARES, C.D. Audiometria clínica e imitanciometria. In: COSTA, S.S. *et al.* (org). **Otorrinolaringologia: princípios e prática**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. p.142-155.
- MENYUK, P. Effect of persistent otitis media on language development. **Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl**, v. 89, 3pt2, p. 257-263, 1980.
- MODY, M. *et al.* Speech perception and verbal memory in children with and without histories of otitis media. **Journal of Speech, Language, and Hearing Research**, v. 42, p. 1069-1079, 1999.
- MOMENSOHN-SANTOS, T.M.; RUSSO, I.C.P. **Prática da audiologia clínica**. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2007. 375p.
- MOORE, D.R.; HUTCHINGS, M.E.; MEYER, S.E. Binaural Masking Level Differences in Children with a History of Otitis Media. **International Journal of Audiology**, v. 30, n. 2, p. 91-101, 1991.
- MUSIEK, F. Frequency (Pitch) and duration pattern tests. **J Am Acad Audiol**, v. 5, p. 265-268, 1994.
- MUSIEK, F.; BARAN, J.A.; PINHEIRO, M. Duration pattern recognition in normal subjects and in patients with cerebral and cochlear lesions. **Audiology**, v. 29, p. 304-313, 1990.
- NETO, S.C. Anatomofisiologia da orelha humana. In: CALDAS, N.; NETO, S.C.; SIH, T. **Otologia e audiologia em pediatria**. Rio de Janeiro: Revinter, 1999a. p. 8-16.
- NETO, S.C. Otite média secretora. In: CALDAS, N.; NETO, S.C.; SIH, T. **Otologia e audiologia em pediatria**. Rio de Janeiro: Revinter, 1999b. p. 58-62.
- NICLASSEN, J. *et al.* Associations between otitis media and child behavioural and learning difficulties: results from a Danish cohort. **International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology**, v. 84, p. 12-20, 2016.
- NORTHERN, J.L.; DOWNS, M.P. **Audição na infância**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005. 359p.

- OLIVEIRA, J.A.A. Fisiologia clínica da audição. In: COSTA, S.S. *et al.* (org). **Otorrinolaringologia: princípios e prática**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 71-87.
- PAPARELLA, M.M. *et al.* Celular events involved in middle ear fluid production. **Ann Rhinol Otol Laryngol**, v. 79, n. 4, p. 766-779, 1970.
- PARADISE, J.L. *et al.* Otitis media in 2253 Pittsburg-area infants: prevalence and risk factors during the first two years of life. **Pediatrics**, v. 99, n. 3, p. 318-333, 1997.
- PAWLOWSKI, J. *et al.* Evidências de validade do instrumento de avaliação neuropsicológica breve Neupsilin. **Arquivos Brasileiros de Psicologia**, v. 60, n. 2, p. 101-116, 2008.
- PEREIRA, L.D. Avaliação do processamento auditivo central: objetivo e encaminhamento. In: CALDAS, N.; NETO, S.C.; SIH, T. **Otologia e audiologia em pediatria**. Rio de Janeiro: Revinter, 1999. p. 224-230.
- PEREIRA, L.D. Introdução ao processamento auditivo central. In: BEVILACQUA, M.C. *et al.* In: **Tratado de audiologia**. São Paulo: Santos, 2013. p. 279-291.
- PEREIRA, L.D.; SCHOCHAT, E. **Processamento auditivo central: manual de avaliação**. São Paulo: Lovise, 1997. 231p.
- PEREIRA, L.D.; SCHOCHAT, E. **Testes auditivos comportamentais para avaliação do processamento auditivo central**. Barueri, SP: Pró-Fono, 2011. 82p.
- PEREIRA, M.B.R.; RAMOS, B.D.; COSTA, S.S. Otite média com efusão. In: COSTA, S.S. *et al.* (org). **Otorrinolaringologia: princípios e prática**. 2.ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 283-288.
- PHILLIPS, D.P.; DINGLE, R.N. Central auditory processing: a functional perspective from neuroscience. In: KATZ, J. *et al.* **Handbook of clinical audiology**. 7. ed.: Philadelphia: Wolters Kluwer Health, 2015. p. 513-525.
- PRANDO, M.L. *et al.* Relação entre habilidades de processamento auditivo e funções neuropsicológicas em adolescentes. **Rev CEFAC**, v. 12, n. 4, p. 646-661, 2010.
- RAMOS, B.D. *et al.* Processamento auditivo e transtornos de aprendizagem. In: JUNIOR, D.C.; BURNS, D.A.R.; LOPEZ, F.A. **Tratado de pediatria: Sociedade Brasileira de Pediatria**. 3. ed. Barueri, SP: Manole, 2014. p. 2341-2350.
- RAMOS, B.D.; PEREIRA, M.B.R.; COSTA, S.S. Otite média aguda e otite média aguda recorrente. In: COSTA, S.S. *et al.* (org). **Otorrinolaringologia: princípios e prática**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 274-282.
- RIBEIRO, F.A.Q.; PEREIRA, C.S.B. Otite média crônica colesteatomatosa. NETO, S.C. *et al.* **Tratado de Otorrinolaringologia, volume II: otologia e otoneurologia**. 2. ed. São Paulo: Roca, 2011. p.122- 136.

ROSITO, L.P.S.; CANALI, I.; COSTA, S.S. Otite média crônica colesteatomatosa. PILTCHER, O.B. *et al.* (org). **Rotinas em otorrinolaringologia**. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 40-45.

ROSLYNG-JENSEN, A.M.A. Importância da audição no desenvolvimento da linguagem. In: CALDAS, N.; SIH, T. **Otologia e audiologia em pediatria**. Rio de Janeiro: Revinter, 1999. p.168-171.

RUBIN, M., SAFDIEH, J.E. **Neuroanatomia essencial**. Ilustrações por Frank H. Netter. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

SAFFER, M.; MIURA, M.S. Otite média com efusão. In: NETO, S.C. *et al.* **Tratado de Otorrinolaringologia**, volume II: otologia e otoneurologia. 2. ed. São Paulo: Roca, 2011. p. 84-98.

SAFFER, M.; MIURA, M.S. Otite média crônica com efusão. PILTCHER, O.B. *et al.* (org). **Rotinas em otorrinolaringologia**. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 60-66.

SANCHEZ, M.L.; ALVAREZ, A.M.M.A. Processamento auditivo central: avaliação. In: COSTA, S.S. *et al.* (org). **Otorrinolaringologia: princípios e prática**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 191-202.

SANDEEP, M.; JAYARAM, M. Effect of Early Otitis Media on Speech Identification. **Australian and New Zealand Journal of Audiology**, v. 30, n. 1, p. 38-49, 2008.

SANTOS, M.F.C. *et al.* Assessment of central auditory processing in children with and without history of otitis media. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, v. 67, n. 4, p. 448-454, 2001.

SAK, R.J.; RUBEN, R.J. Recurrent middle ear effusion in childhood: Implications of temporary auditory deprivation for language and learning. **Annals of Otolaryngology, Rhinology, and Laryngology**, v. 90, p. 546-551, 1981.

SCHILDER, A.G.M. *et al.* The effect of otitis media with effusion at preschool age on some aspects of auditory perception at school age. **Ear & Hearing**, v. 15, p. 224-231, 1994.

SCHOCHAT, E.; RABELO, C.M.; SANFINS, M.D. Central auditory processing: pitch and duration patterns in normal hearing subjects from 7 to 16 years old. **PRÓ-FONO**, v. 12, n. 2, p. 1-7, 2000.

SCHÜNKE, M. *et al.* **Prometheus, atlas de anatomia: cabeça, pescoço e neuroanatomia**. 2. ed. Revisada e ampliada. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013. S541p.

SECRETARIA DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS, PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Relatório de definição da classe média no Brasil. 2012. Disponível em: <http://www.sae.gov.br/documentos/publicacoes/relatorio-de-definicao-da-classe-media-no-brasil>. Acesso em: 23 jan. 2015.

SHINN, J.B. Temporal processing: the basics. **Hear J**, v.56, n.7, p. 52, 2003.

SILVA, D.P. Otite média aguda. In: PILTCHER, O.B. *et al.* (org). **Rotinas em otorrinolaringologia**. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 20-29.

SILVA, M.N.L.; SELAIMEN, F. Otite média crônica não colesteatomatosa. In: PILTCHER, O.B. *et al.* (org). **Rotinas em otorrinolaringologia**. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 34-40.

SIH, T. Otites médias aguda e recorrente. In: NETO, S.C. *et al.* **Tratado de Otorrinolaringologia**, volume II: otologia e otoneurologia. 2. ed. São Paulo: Roca, 2011. p. 70-83.

STOLLMAN, M.H.P. *et al.* Measures of binaural hearing in children with a history of asymmetric otitis media with effusion. **Audiol Neurotol**, v. 1, p. 175-185, 1996.

TALAAT, H.S.; KABEL, A.H.; QATANANI, E. Paediatric speech intelligibility (PSI) in normal hearing children with history of recurrent otitis media with effusion (OME). **Audiological Medicine**, v. 7, n. 2, p. 112-119, 2009.

TEIXEIRA, C.F.; GRIZ, S.M.S. Sistema auditivo central. In: BEVILACQUA, M.C. *et al.* **Tratado de audiologia**. 1. ed. São Paulo: Santos, 2013. p. 17-27.

TILLERY, K.L. Central auditory processing evaluation: a test battery approach. In: KATZ, J. *et al.* **Handbook of clinical audiology**. 7. ed.: Philadelphia: Wolters Kluwer Health, 2015. p. 545- 559.

THOMPSON, E.C. *et al.* Individual differences in speech-in-noise perception parallel neural speech processing and attention in preschoolers. **Hearing Research**, v. 344, p. 148-157, 2017.

TOMLIN, D. RANCE, G. Long-term hearing deficits after childhood middle ear disease. **Ear & Hearing**, v. 35, n.6, p. e233-242, 2014.

UPDIKE, C.; THORNBURG, J.D. Reading skills and auditory processing ability in children with chronic otitis media in early childhood. **Ann Otol Rhinol Laryngol**, v. 101, n. 6, p. 530-537, 1992.

VILLA, P.C.; ZANCHETTA, S. Auditory temporal abilities in children with history of recurrent otitis media in the first years of life and persistent in preschool and school ages. **CoDAS**, v. 26, n. 6, p. 494 – 502, 2014.

WEBSTER, A. *et al.* The psychological, educational and auditory sequelae of early, persistent secretory otitis media. **J Child Psychol Psychiatry**, v. 30, n. 4, p. 529-546, 1989.

WELSH, L.W.; WELSH, J.J.; HEALY, M.P. Early sound deprivation and long-term hearing. **Ann Otol Rhinol Laryngol**, v. 105, n. 11, p. 877-881, 1996.

WELSH, L.W.; WELSH, J.J.; HEALY, M.P. Effect of sound deprivation on central hearing. **Laryngoscope**, v. 93, p. 1569-1575, 1983.

WILLIAMS, C.J.; JACOBS, A.M. The impact of otitis media on cognitive and educational outcomes. **MJA**, v. 191, n. 9, p. s69-s72, 2009.

WILSON, R.H. *et al.* Development of a 500 Hz Masking-Level Difference Protocol for Clinic Use. **American Academy of Audiology**, v. 14, n. 1, p. 1-8, 2003.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Prevention of blindness and deafness: grades of hearing impairment.** Disponível em: http://www.who.int/pbd/deafness/hearing_impairment_grades/en/ Acesso em: 05 mar. 2017.

YATHIRAJ, A.; MAGGU, A.R. Screening test of auditory processing (STAP): a preliminary report. **J Am Acad Audiol**, v. 24, p. 867-878, 2013.

ZAIDAN, E. *et al.* Desempenho de adultos jovens normais em dois testes de resolução temporal. **Pró-Fono Revista de Atualização Científica**, v. 20, n. 1, p. 19-24, 2008.

ZINKUS, P.W.; GOTTLIEB, M.I.; SCHAPIRO, M. Developmental and psychoeducational sequelae of chronic otitis media. **Am J Dis Child**, v. 132, p. 1100-1104, 1978.

ZINKUS, P.W.; GOTTLIEB, M.I. Patterns of Perceptual and Academic Deficits Related to Early Chronic Otitis Media. **Pediatrics**, v. 66, n. 2, 1980.

ZIMMERMANN, N. *et al.* Funções executivas e linguagem na infância: conceitos e relações entre componentes cognitivos para a interpretação neuropsicológica e neuropsicológica. In: FONSECA, R.P.; PRANDO, M.L.; ZIMMERMANN, N. **Tarefas para avaliação neuropsicológica**. Volume 1. Avaliação de linguagem e funções executivas em crianças. São Paulo: Memnom, 2016. p. 15-25.

ZORZETTO, N.L. Anatomia da orelha humana. In: NETO, S.C. *et al.* **Tratado de Otorrinolaringologia**, volume I: fundamentos. 2. ed. São Paulo: Roca, 2011. p. 229-301.

ZUMACH, A. *et al.* Otitis media and speech-in-noise recognition in school-aged children. **Audiol Neurotol**, v. 14, p. 121-129. 2009.

9 ARTIGO 1 EM PORTUGUÊS

(Submetido para apreciação na revista *International Archives of Otorhinolaryngology*)

Privação auditiva associada à otite média com efusão precoce: mitos e verdades sobre alterações no processamento auditivo.

Márcia Salgado Machado¹, Adriane Ribeiro Teixeira², Andressa Colares da Costa Otavio³,
Bruna Macangnin Seimetz⁴, Sady Selaimen da Costa⁵.

1 Fonoaudióloga, Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Professora Assistente do Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre.

2 Fonoaudióloga, Professora Adjunta do Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

3 Fonoaudióloga, Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

4 Fonoaudióloga, Mestre em Saúde da Criança e do Adolescente pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

5 Médico Otorrinolaringologista, Professor do Departamento de Oftalmologia e Otorrinolaringologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Autor para Correspondência:

Márcia Salgado Machado

Rua Sarmiento Leite, 245

Departamento de Fonoaudiologia (Prédio principal)

Porto Alegre –RS, Brasil, CEP 90050-170

RESUMO

Introdução: Nos últimos 40 anos, a literatura tentou esclarecer a evidência do efeito da privação auditiva precoce causada pela otite média precoce com efusão (OME) no processamento auditivo central (PAC). **Objetivo:** Este estudo objetivou avaliar a evidência científica sobre os efeitos da privação auditiva causada pela OME precoce no PAC de crianças e adolescentes. **Síntese de dados:** Uma revisão sistemática foi conduzida nos seguintes bancos de dados: Biblioteca eletrônica científica on-line (SciELO), Ciências da Saúde da América Latina e do Caribe (Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde-LILACS), PubMed, Scopus e Web of Science, PubMed, Medline e Cochrane desde a primeira publicação, até outubro de 2016. Oito estudos prospectivos que envolveram crianças ou adolescentes com OME precoce nos primeiros anos de vida foram selecionados. **Conclusões:** Os resultados indicaram uma correlação entre a privação auditiva causada pela OME precoce e as mudanças na PAC em crianças e adolescentes. A habilidade auditiva consistentemente suscetível à privação auditiva é a figura-fundo auditiva.

Palavras-chave: percepção auditiva; otite média; crianças.

INTRODUÇÃO

A otite média com efusão (OME) consiste em uma inflamação da orelha média caracterizada pela presença de líquido nesta estrutura, sem sinais ou sintomas de infecção aguda e sem perfuração da membrana timpânica [1]. Esta condição provoca a redução da mobilidade da membrana timpânica e, conseqüentemente, forma uma barreira na transmissão das ondas sonoras [2].

A elevada prevalência de OME na primeira infância tem gerado muita especulação sobre seu efeito no desenvolvimento do sistema auditivo humano, por ser a razão mais comum para visitas médicas e cirurgias em crianças [3]. Quando acomete indivíduos nos primeiros cinco anos de vida, pode ser considerada de caráter denominado 'precoce' [3,4]. A perda auditiva temporária e flutuante, provocada pela doença, nesta etapa da vida, pode prejudicar o desenvolvimento auditivo [3-5], sendo considerada uma forma de privação auditiva [6].

A primeira publicação que citou uma provável associação entre privação auditiva precoce e alterações no desenvolvimento auditivo a longo prazo data de 1962, quando foi publicado um relato de caso descrevendo os efeitos da privação auditiva no comportamento tardio de um paciente [7]. Desde então, inúmeros estudos [3-6; 8-13] foram publicados na literatura nacional e internacional, na tentativa de esclarecer as evidências em relação ao impacto da privação auditiva precoce, associada à OME recorrente, no processamento auditivo central (PAC) a longo prazo.

No entanto, apesar da vasta literatura publicada nos últimos quarenta anos, muitas controvérsias ainda persistem em relação ao tema [13,14]. Tais divergências são criticadas por diversos autores por se tratarem, em sua maioria, de estudos retrospectivos [3, 5, 15, 16], os quais não permitem estabelecer, com qualquer precisão, a relação entre a doença e suas

consequências [3]. Portanto, estudos longitudinais são necessários para verificar se os efeitos negativos da OME precoce persistem após a recuperação dos limiares tonais [16].

O objetivo deste estudo foi analisar as evidências científicas em relação aos efeitos da privação auditiva provocada pela OME precoce no processamento auditivo de crianças e adolescentes. Para tanto, esta revisão foi desenvolvida a partir dos seguintes questionamentos:

- existe associação entre a privação auditiva associada à OME precoce e alterações do processamento auditivo central em crianças e adolescentes?
- quais habilidades auditivas do processamento auditivo central são vulneráveis à privação auditiva associada à OME precoce?

REVISÃO DE LITERATURA

Trata-se de uma revisão sistemática na qual foi realizada a busca de estudos, conduzidos em diferentes países, sobre a influência da OME precoce no processamento auditivo de crianças e adolescentes. As revisões sistemáticas são utilizadas como ponto de partida para a conduta de práticas clínicas e, portanto, são extremamente relevantes na assistência à saúde [17]. O planejamento e o desenvolvimento deste estudo basearam-se nas diretrizes PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses*) [17].

A busca dos trabalhos foi realizada nas seguintes bases de dados: *Scientific Electronic Library Online* (Scielo), *Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde* (LILACS), PubMed, Scopus e *Web of Science*.

Para o levantamento dos descritores, utilizou-se o vocabulário estruturado e trilingue “Descritores em Ciências da Saúde” (DeCS), elaborado pelo Centro Latino-Americano e do Caribe de Informações em Ciências da Saúde (Biblioteca Regional de Medicina-BIREME),

para uso em indexação de artigos de revistas científicas, livros, anais de congressos, relatórios técnicos e outros tipos de materiais.

A estratégia de busca foi realizada com os seguintes descritores assim consultados: “*Auditory perception*” OR “*Auditory perceptual disorders*” OR “*Auditory diseases, central*” AND “*Otitis media*”. Não houve restrição de data inicial para busca dos trabalhos e o período da seleção envolveu todos os artigos publicados até outubro de 2016.

Para a seleção dos trabalhos, foram adotados como critérios de inclusão: envolver crianças ou adolescentes (até 18 anos) com OME precoce; tratar-se de estudo com delineamento prospectivo em relação ao monitoramento da OME precoce e grau de recomendação de evidência científica no mínimo B ^[18]; apresentar descrição detalhada dos critérios adotados para o diagnóstico da OME nos sujeitos investigados; descrever os procedimentos de avaliação e critérios de interpretação dos testes de processamento auditivo utilizados; ter sido publicado nos idiomas inglês, português ou espanhol.

Os estudos que não estavam de acordo com os critérios de inclusão estabelecidos, assim como os que não apresentaram, de forma clara, os dados estudados nos artigos, foram excluídos no processo de seleção dos trabalhos. A estratégia de seleção dos artigos foi realizada, no período de agosto a outubro de 2016, por meio da análise de dois pesquisadores independentes e posterior análise de um terceiro profissional (juiz), o qual averiguou se os artigos selecionados estavam de acordo com os critérios estabelecidos.

A Figura 1 contém o diagrama contendo os resultados obtidos na estratégia de busca realizada.

<Figura 1>

A Figura 2 mostra as características dos estudos incluídos nesta revisão.

<Figura 2>

Os resultados observados nos estudos selecionados são apresentados de acordo com a habilidade auditiva avaliada.

Em relação à figura-fundo auditiva, três trabalhos [5, 15, 19] que utilizaram testes para sua avaliação constataram alterações. Apenas um [6] não expôs evidências de alterações nesta habilidade. Além disso, o estudo de Hogan e Moore (2003) [3] demonstrou alterações apenas em crianças com OME muito persistente.

A interação binaural foi investigada em casos de OME assimétrica, mas não foram encontradas alterações nesta amostra [10]. Um estudo [3] encontrou alteração nesta habilidade apenas em crianças com OME muito persistente (> 45%) e dois não encontraram evidências de déficit neste aspecto [19, 20].

A resolução temporal foi investigada apenas em um estudo listado nesta revisão [4], o qual demonstrou que esta habilidade é recuperada após a normalização dos limiares auditivos alterados pela OME.

Outras habilidades auditivas, tais como a integração binaural e o fechamento auditivo, foram menos enfatizadas na literatura selecionada. Apenas um estudo realizou avaliações para estas habilidades [19], as quais não demonstraram alterações quando comparadas entre os grupos com e sem OME precoce. Além delas, a localização sonora também foi incluída na investigação de Gravel *et al.* (2006) [6] e também não expressou alterações na amostra estudada.

DISCUSSÃO

Esta pesquisa foi realizada no intuito de esclarecer as evidências a respeito das prováveis alterações de PAC, em crianças e adolescentes com histórico de OME precoce, documentado prospectivamente.

Constatou-se que a figura-fundo auditiva é uma habilidade consistentemente afetada em crianças com histórico documentado prospectivamente de OME precoce [5, 15, 19]. A observação das idades dos monitoramentos realizados nesses estudos também mostra que, mesmo quando a OME foi documentada apenas no primeiro ano de vida [15], a alteração de figura-fundo persistiu. Em outros, o monitoramento se estendeu aos dois primeiros anos [5] e entre dois e quatro anos [19]. Infere-se, pois, que a OME precoce é um fator de risco para alterações de figura-fundo auditiva, mesmo quando os episódios se limitam ao primeiro ano de vida.

Por outro lado, os três estudos que avaliaram a interação binaural não identificaram alterações [6,10,20]. No que se refere à resolução temporal, os resultados demonstrados no estudo selecionado [4] apresentaram evidências de recuperação desta habilidade após a normalização da audição. Para outras habilidades auditivas que compõem o PAC, nenhum dado foi encontrado nos estudos selecionados. Destaca-se que esta revisão considerou apenas estudos com delineamento prospectivo no que diz respeito ao monitoramento da OME nos primeiros anos de vida. Esta escolha foi realizada devido à compreensão dos autores em relação à necessidade de documentação adequada e prospectiva dos episódios de OME precoce para a validação de uma evidência científica relevante.

Em decorrência da discussão realizada neste estudo, respondem-se as perguntas norteadoras preestabelecidas.

Quanto ao questionamento da existência de associação entre a privação auditiva associada à OME precoce e prováveis alterações no PAC de crianças e adolescentes, pode-se afirmar que esta inter-relação existe parcialmente. Em relação às habilidades do PAC que poderiam ser consideradas como vulneráveis à OME precoce, infere-se que a habilidade de figura-fundo auditiva pode ser considerada como tal, uma vez que demonstrou consistência de

alteração em diferentes estudos com grau elevado de evidência científica [5, 15, 19]. Portanto, a figura-fundo auditiva parece ser deletериamente afetada por uma história de OME precoce [15].

Destaca-se que a percepção de fala no ruído pode ter consequências negativas em situações diárias e prejudicar a comunicação em situações de escuta desfavoráveis [5]. Fica, pois, evidente a necessidade de intervenção nestas crianças, tendo em vista o impacto esmagador advindo do ambiente social, especialmente do contexto escolar, quando a tarefa do discurso com competição é exigida para que as crianças atendam à mensagem primária e ignorem a mensagem concorrente, a qual é potencialmente distorcida [15]. A associação entre a idade do primeiro episódio e a pontuação em teste de fala no ruído [5] deve ser um sinal de alerta aos clínicos para os casos de OME precoce.

COMENTÁRIOS FINAIS

Os resultados apresentados neste estudo demonstraram que a natureza flutuante da OME pode comprometer fortemente o padrão normal do desenvolvimento auditivo, no mínimo em relação à habilidade de figura-fundo.

Portanto, é relevante enfatizar a necessidade de encaminhamentos de crianças diagnosticadas com OME precoce para avaliação e intervenção terapêutica, visto que o transtorno do PAC é uma condição tratável.

REFERÊNCIAS:

1. Bluestone CD, Gates GA, Klein JO, et al. Definitions, terminology, and classification of otitis media. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2000; 111: 8-18.
2. Saffer M, Miura MS. Otite média com efusão. In: Caldas Neto S, Mello Júnior JF, Martins RHG, Costa SS. *Tratado de otorrinolaringologia e cirurgia cervicofacial*. Volume II. 2nd ed. São Paulo: Roca; 2011: 84-98.
3. Hogan SCM, Moore DR. Impaired binaural hearing in children produced by a threshold level of middle ear disease. *Journal of the Association for Research in Otolaryngology (JARO)* 2003; 4: 123-129.
4. Hartley DEH, Moore DR. Effects of otitis media with effusion on auditory temporal resolution. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology* 2005; 69: 757-769.
5. Zumach A, Gerrits E, Chenault MN, Anteunis LJC. Otitis media and speech-in-noise recognition in school-aged children. *Audiol Neurotol* 2009; 14: 121-129.
6. Gravel JS, Roberts JE, Roush J, et al. Early otitis media with effusion, hearing loss, and auditory process at school age. *Ear & Hearing* 2006; 27 (4): 353-368.
7. Eisen NH. Some effects of early sensory deprivation on later behavior: the quodam hadr-of-hearing child. *Journal of Abnormal and Social Psychology* 1962; 65 (5): 338-342.
8. Welsh LW, Welsh JJ, Healy MP. Effect of sound deprivation on central hearing. *Laryngoscope* 1983; 93: 1569-1575.
9. Hogan SCM, Meyer SE, Moore DR. Binaural unmasking returns to normal in teenagers who had otitis media in infancy. *Audiol Neurotol* 1996; 1: 104-111.
10. Stollman MHP, Snik AFM, Schilder AGM, Broek PVD. Measures of binaural hearing in children with a history of asymmetric otitis media with effusion. *Audiol Neurotol* 1996; 1: 175-185.
11. Machado MS. Reconhecimento de sentenças no silêncio e no ruído em escolares com e sem histórico de otite média recorrente [dissertation]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2002: 84.
12. Borges LR, Paschoal JR, Colella-Santos MF. (Central) Auditory processing: the impact of otitis media. *Clinics* 2013; 68(7): 954-959.
13. Khavarghazalani B, Farahani F, Emadi M, Dastgerdi ZH. Auditory processing abilities in children with chronic otitis media with effusion. *Acta Oto-Laryngologica* 2016; 136 (5): 456-459.

14. Niclasen J, Obel C, Homoe P, et al. Associations between otitis media and child behavioural and learning difficulties: results from a Danish cohort. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology* 2016; 84: 12-20.
15. Gravel JS, Wallace IF. Listening and language at 4 years of age: effects of early otitis media. *Journal of Speech and Hearing Research* 1992; 35: 588-595.
16. Maruthy S, Mannarukrishnaiah J. Effect of early onset otitis media on brainstem and cortical auditory processing. *Behavioral and Brain Functions* 2008; 4: 17.
17. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. The PRISMA Group. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *Plos Medicine* 2009; 6 (7): 1000097.
18. Oxford Centre for Evidence-Based Medicine (OCEBM). "The Oxford 2011 Levels of Evidence". Table of Evidence Working Group. <http://www.cebm.net/index.aspx?o=5653>.
19. Schilder AGM, Snick AFM, Straatman H, Broek VD. The effect of otitis media with effusion at preschool age on some aspects of auditory perception at school age. *Ear & Hearing* 1994; 15: 224-231.
20. Hutchings ME, Meyer SE, Moore DR. Binaural masking level differences in infants with and without otitis media with effusion. *Hearing Research* 1992; 63: 71-78.

Figura 1- Diagrama da estratégia de busca.

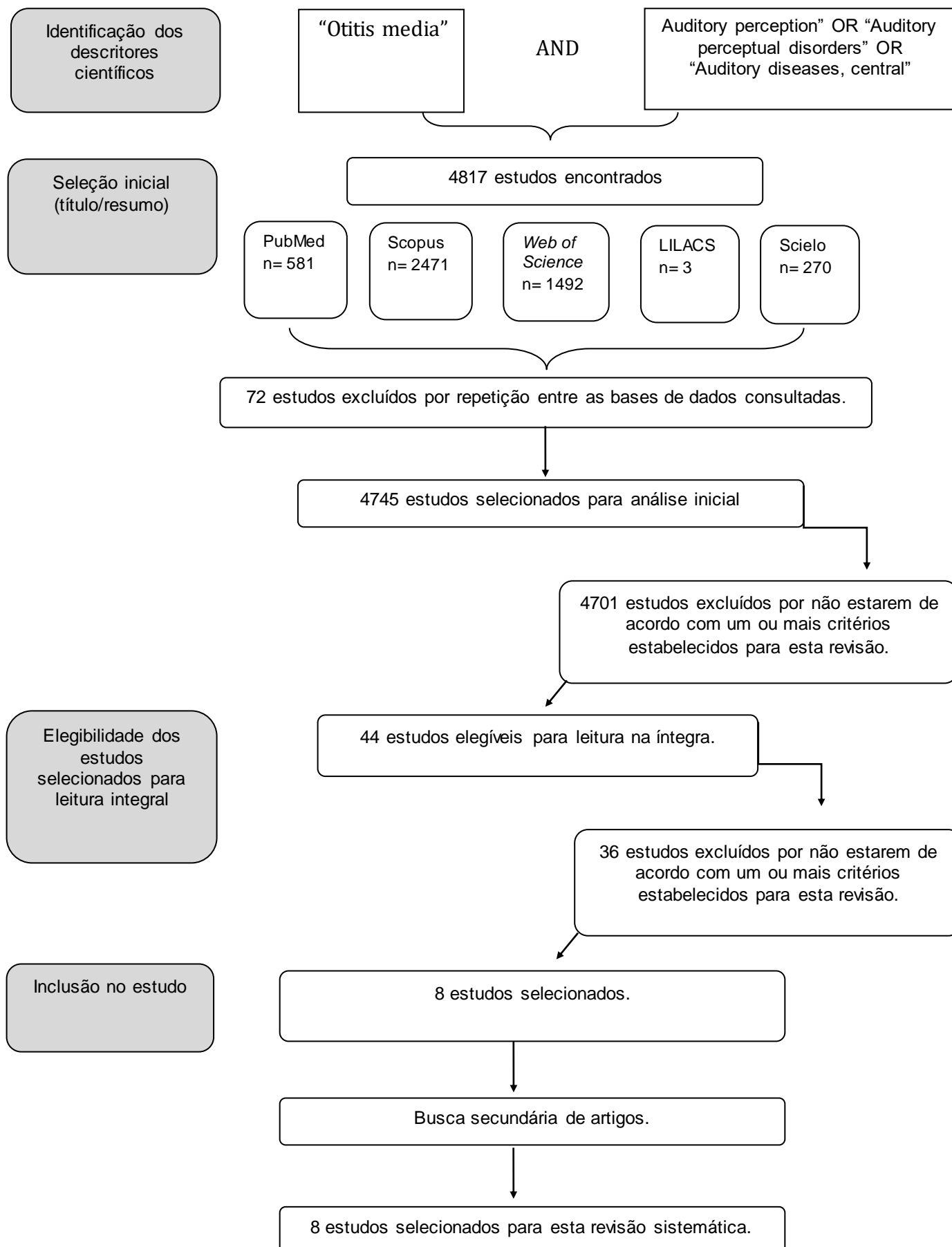


Figura 2- Características dos estudos incluídos nesta revisão.

Autores e ano de publicação	País de origem	Objetivo	Amostra		Diagnóstico da OME precoce		Testes PAC	Habilidades auditivas avaliadas
			n	Idade Média (anos)	Procedimentos	CrITÉrios		
Gravel & Wallace (1992)	Estados Unidos	Examinar uma coorte de crianças pré-escolares cujas condições de orelha média foram adequadamente documentadas durante o primeiro ano de vida.	23	4,1	Otoscopia periódica durante o primeiro ano de vida.	Presença de efusão na orelha média bilateral em 30% das avaliações.	PSI adaptativo	Figura-fundo auditiva
Hutchings <i>et al.</i> (1992)	Reino Unido	Avaliar o MLD em lactentes, crianças e adultos com audição normal e comparar estes resultados com o MLD de lactentes com OME documentada.	37	7meses (lactentes). 9,5 (crianças) 23,9 (adultos)	Otoscopia e timpanometria mensal no período de 4 a 7 semanas de vida.	Curva timpanométrica tipo B em, no mínimo, 3 avaliações.	MLD	Interação binaural
Schilder <i>et al.</i> (1994)	Países Baixos	Avaliar o efeito da OME em pré-escolares sobre a percepção auditiva na idade escolar.	89	8,02	Timpanometria a cada 3 meses durante triagem para OME entre 2 e 4 anos.	Curva timpanométrica tipo B.	TFR TFF TFB TED	Integração binaural, interação binaural, fechamento auditivo, figura-fundo auditivo.
Stoolman <i>et al.</i> (1996)	Países Baixos	Avaliar os possíveis efeitos da OME assimétrica precoce na audição binaural.	5	11,1	Timpanometria a cada 3 meses entre 2 e 4 anos.	OME predominantemente unilateral (no mínimo em 5 das 9 avaliações).	MLD	Interação binaural
Hogan & Moore (2003)	Reino Unido	Correlacionar a história da OME com audição binaural em crianças com o estado da orelha média médio documentado prospectivamente.	31	6,7	Otoscopia e timpanometria mensal durante os primeiros cinco anos de vida.	Curva timpanométrica tipo B.	MLD	Interação binaural

Hartley & Moore (2005)	Reino Unido	Investigar os efeitos residuais da OME na resolução temporal.	42	8,2	Timpanometria mensal durante os cinco primeiros anos de vida.	Curva timpanométrica tipo B uni ou bilateral em mais que 34% das visitas realizadas.	CRM	Resolução temporal
Gravel <i>et al.</i> (2006)	Estados Unidos	Analisar os processos auditivos periféricos e centrais em um grupo de crianças de 8 anos de idade, cuja função de orelha média e acuidade auditiva foram documentadas prospectivamente.	Coorte 1= 73 Coorte 2= 59	Coorte 1= 8,2 Coorte 2= 8,1	Coorte 1= otoscopia a cada 3 meses entre 7 e 39 meses. Coorte 2= timpanometria a cada 3 meses entre 7 e 39 meses.	Coorte 1= presença de efusão na orelha média. Coorte 2= curva timpanométrica tipo B.	MLD LVA PSI	Interação binaural Localização sonora Figura-fundo auditiva
Zumach <i>et al.</i> (2009)	Países Baixos	Avaliar a história de OME precoce e sua perda auditiva associada em relação aos efeitos a longo prazo sobre a percepção auditiva.	55	7,2	Otosopia, timpanometria e audiometria a cada 3 meses entre zero e 24 meses.	Presença de efusão na orelha média e curva timpanométrica tipo B.	SPIN test	Figura-fundo auditiva

LEGENDA: n (número), OME (otite média com efusão), PAC (processamento auditivo central), PSI (*Pediatric Speech Intelligibility*), TFR (teste de fala no ruído), TFF (Teste de fala filtrada), TFB (Teste de fusão binaural), TED (Teste de escuta dicótica), MLD (*Masking Level Difference*), LVA (Localização virtual auditiva), SPIN (*Speech-in-noise*), CRM (*Comodulation Masking Release*).

10 ARTIGO 2 EM PORTUGUÊS

(Este artigo será submetido a uma revista com Qualis A2 ou superior).

Processamento auditivo central em adolescentes com otite média crônica não colesteatomatosa.

Márcia Salgado Machado¹, Adriane Ribeiro Teixeira², Sady Selaimen da Costa³.

¹ Fonoaudióloga, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (RS, Brasil).

² Fonoaudióloga, Doutora em Gerontologia e Geriatria pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Professora Adjunta do Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (RS, Brasil).

³ Médico otorrinolaringologista, Doutor em Medicina pela Universidade de São Paulo, Professor do Departamento de Oftalmologia e Otorrinolaringologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (RS, Brasil).

Autor para Correspondência:

Márcia Salgado Machado

Rua Sarmiento Leite, 245

Departamento de Fonoaudiologia (Prédio principal)

Porto Alegre –RS, Brasil

CEP 90050-170

RESUMO

Introdução: A literatura sobre os efeitos da otite média no processamento auditivo central (PAC) é restrita a estudos em sujeitos com otite média com efusão, não sendo encontrados trabalhos que demonstrem o PAC em sujeitos com otite média crônica. **OBJETIVO:** Investigar e analisar o impacto da otite média crônica não colesteatomatosa (OMCNC) no processamento auditivo central de adolescentes. **Metodologia:** Trata-se de um estudo observacional, transversal controlado, no qual foram recrutados 68 adolescentes, sendo 34 com diagnóstico de OMCNC (grupo estudo) e 34 adolescentes sem histórico otológico (grupo controle). A avaliação dos sujeitos foi constituída de: anamnese, audiometria tonal liminar, logaudiometria e bateria de avaliação comportamental do processamento auditivo central (*Masking Level Difference- MLD*, *Synthetic Sentence Identification* com mensagem competitiva ipsilateral- *SSI/MCI*, *Random Gap Detection Test- RGDT*, Teste de Padrão de Duração-TPD e Teste Dicótico de Dígitos- DD). **Resultados:** verificou-se diferença estatisticamente significativa entre as médias observadas nos grupos estudo e controle em todos os testes realizados. O desempenho entre os testes demonstrou que o SSI foi o mais afetado, seguido do DPS, RGDT, MLD e DD. Constatou-se associação entre o GC e os subgrupos do GE com alterações unilaterais em todos os testes. Foi verificada associação entre os resultados dos GC e GE em relação à renda familiar, com maior impacto nos sujeitos com menor renda. **Conclusões:** A OMCNC afeta o processamento auditivo central em adolescentes com OMCNC, sendo a escuta monoaural de baixa redundância o mecanismo auditivo mais atingido. Alterações condutivas unilaterais provocam mais prejuízo que as bilaterais, bem como a menor renda familiar parece provocar mais alterações no PAC de sujeitos com OMCNC.

Palavras-Chave: percepção auditiva, otite média, transtornos da percepção auditiva, doenças auditivas centrais, adolescente.

INTRODUÇÃO

O processamento auditivo central (PAC) consiste na eficiência e eficácia que o sistema nervoso central utiliza informações auditivas (AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION, 2005), o qual envolve uma série de habilidades específicas necessárias à compreensão do que se ouve (SANCHEZ e ALVAREZ, 2006; RAMOS *et al.*, 2014). Quando alterado, observam-se dificuldades no processamento da percepção da informação auditiva (AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION, 2005), caracterizando o transtorno do processamento auditivo central (TPAC) (AMERICAN ACADEMY OF AUDIOLOGY, 2010).

Existem diversas causas para alterações do PAC, como lesões cerebrais, distúrbios neurológicos ou atraso na maturação das vias auditivas centrais (PEREIRA, 2013). Além dos citados, a otite média com efusão recorrente precoce também é considerada como um fator de risco para o desenvolvimento de alterações no PAC (MACHADO *et al.*, 2006; RAMOS *et al.*, 2014; CARVALHO *et al.*, 2015). Destaca-se que o termo ‘recorrente’ se refere aos indivíduos com histórico de seis ou mais episódios da doença (HOWIE *et al.*, 1975), bem como o termo ‘precoce’ é aplicado a esta condição durante os cinco primeiros anos de vida (HOGAN e MOORE, 2003; HARTLEY e MOORE, 2005). Por isso, recomenda-se que indivíduos com histórico significativo de otite média precoce ou outra condição que resulte em privação sensorial auditiva sejam encaminhados para avaliação do PAC (AMERICAN ACADEMY OF AUDIOLOGY, 2010).

Grandes esforços já foram direcionados para tentar esclarecer o que, de fato, ocorre no desenvolvimento do PAC nos casos de privação auditiva associada à otite média com efusão precoce (ZINKUS e GOTTLIEB, 1980; HOFFMAN-LAWLESS *et al.*, 1981; BRANDES e EHINGER, 1981; JERGER *et al.*, 1983; WELSH *et al.*, 1983; WEBSTER *et al.*, 1989;

MOORE *et al.*, 1991; UPDIKE e THORNBURG, 1992; HUTCHINGS *et al.*, 1992; GRAVEL e WALLACE, 1992; HALL e GROSE, 1993; HALL e GROSE, 1994; BROWN, 1994; SCHILDER *et al.*, 1994; CAMPBELL *et al.*, 1995; HALL *et al.*, 1995; WELSH *et al.*, 1996; HOGAN *et al.*, 1996; STOLLMAN *et al.*, 1996; CRANFORD *et al.*, 1997; EMERSON *et al.*, 1997; HALL *et al.*, 1998a; HALL *et al.*, 1998b; ASBJORNSEN *et al.*, 2000; KLAUSEN *et al.*, 2000; SANTOS *et al.*, 2001; MACHADO, 2002; DEMANEZ *et al.*, 2003; HOGAN e MOORE, 2003; HALL *et al.*, 2003; KEOGH *et al.*, 2005; HARTLEY e MOORE, 2005; GRAVEL *et al.*, 2006; MARUTHY e MANNARUKRISHNAIAH, 2008; SANDEEP e JAYARAM, 2008; KEOGH *et al.*, 2009; TAALAT *et al.*, 2009; ZUMACH *et al.*, 2009; LIMA-GREGIO *et al.*, 2010; BORGES *et al.*, 2013; VILLA e ZANCHETTA, 2014; HAAPALA *et al.*, 2014; TOMLIN e RANCE, 2014; EL-KABARITY *et al.*, 2016; HAAPALA *et al.*, 2016), mas este aspecto ainda não está completamente esclarecido na literatura até a atualidade (NICLASSEN *et al.*, 2016; KHAVARGHAZALANI *et al.*, 2016).

Neste sentido, se existem indícios de associação da OME precoce com alterações permanentes do PAC (BRANDES e EHINGER, 1981; WELSH *et al.*, 1983; UPDIKE e THORNBURG, 1992; HALL e GROSE, 1994; CAMPBELL *et al.*, 1995), torna-se relevante hipotetizar que esta relação também pode existir nos casos de otite média crônica (OMC), a qual caracteriza-se pela infecção crônica da orelha média e mastoide (BLUESTONE, 1991). No entanto, a literatura aponta apenas estudos relacionando o PAC ao histórico recorrente (prospectivo ou retrospectivo) de otite média com efusão precoce.

Entre as afecções crônicas que atingem a orelha média, a otite média crônica não colesteatomatosa (OMCNC) é considerada a mais comum (CALDAS, 1999a), sendo acompanhada de perfurações ou retrações timpânicas (SILVA E SELAIMEN, 2015), bem como otorreia e hipoacusia de longa duração (COSTA *et al.*, 2011; SILVA e SELAIMEN, 2015).

Desta forma, o objetivo geral deste estudo foi investigar e analisar o impacto da otite média crônica não colesteatomatosa (OMCNC) no PAC de adolescentes, além de analisar suas possíveis relações com aspectos socioeconômicos e comparar os resultados obtidos em casos de alteração condutiva unilateral e bilateral.

MÉTODOS

Trata-se de um estudo de delineamento observacional, transversal controlado. A amostra foi constituída por dois grupos, selecionados de forma consecutiva (amostra não probabilística): um grupo controle (GC) composto por 34 adolescentes normo-ouvintes sem passado otológico e um grupo estudo (GE) constituído por 34 adolescentes com diagnóstico de OMCNC. Foram considerados adolescentes indivíduos com idade entre 12 e 18 anos completos (BRASIL, 1990).

Os seguintes critérios de inclusão foram estabelecidos para a composição do GC: adolescentes provenientes de escolas públicas, sem histórico de otite média recorrente (HOWIE *et al.*, 1975) precoce (HOGAN e MOORE, 2003; HARTLEY e MOORE, 2005), com avaliação audiológica normal (audiometria e imitanciometria) e desenvolvimento global típico. O grupo estudo foi constituído por adolescentes provenientes de escolas públicas, com diagnóstico de OMCNC unilateral ou bilateral e média de limiares auditivos nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz de até 40 dBNA na (s) orelha (s) afetada (s) sem histórico de cirurgia otológica. Os grupos GE e GC foram pareados por idade, sexo, escolaridade materna (BRASIL, 1996) e renda familiar (SECRETARIA DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS, 2012).

Para ambos os grupos foram considerados os seguintes critérios de exclusão: presença de transtornos mentais, neurológicos ou síndromes genéticas; ser canhoto; ter histórico de

ensino formal de música e apresentar outros indicadores de risco para a deficiência auditiva (JOINT COMMITTEE ON INFANT HEARING, 2007). A informação acerca desses critérios foi realizada por meio da análise dos prontuários clínicos de cada paciente (grupo estudo) ou anamnese com os pais (grupo controle).

Os indivíduos do GE foram convidados para este estudo na ocasião da avaliação audiológica agendada no Serviço de Fonoaudiologia, a qual é realizada como procedimento de rotina no Ambulatório de Otite Média Crônica de origem. Já os sujeitos do grupo controle foram recrutados em escolas públicas. Todas as avaliações propostas foram realizadas por pesquisador treinado e com experiência na aplicação dos procedimentos.

Foram realizados os seguintes procedimentos nos indivíduos da amostra do GC e do GE: anamnese, avaliação audiológica básica (audiometria e logaudiometria), bateria de avaliação comportamental do processamento auditivo central (*Masking Level Difference-MLD*, *Synthetic Sentence Identification* com mensagem competitiva ipsilateral- SSI-MCI, *Random Gap Detection Test- RGDT*, *Duration Pattern Sequence- DPS*- versão Musiek e Teste Dicótico de dígitos- DD).

O teste MLD (*Masking Level Difference*) foi realizado em intensidade de 70 dB nas orelhas com limiares auditivos dentro dos parâmetros da normalidade (média quadritonal ≤ 25 dB) ou de até 50dBNS na (s) orelha (s) com limiares alterados (média quadritonal > 25 dB). O critério de normalidade adotado para análise dos dados seguiu a recomendação proposta por RAMOS *et al* (2014), ou seja, $MLD \geq 9$ dB.

O SSI (MCI) foi aplicado a uma intensidade de 40 dBNS na mensagem principal, sendo que a intensidade da mensagem competitiva ipsilateral foi realizada em duas condições de relação sinal/ruído (0 e -15 dB). Os critérios de normalidade seguiram a recomendação das autoras do teste (≥ 80 % de acertos para uma relação sinal/ruído de 0 dB e ≥ 60 % de acertos para uma relação de -15 dB) (PEREIRA e SCHOCHAT, 2011).

Já o RGDT foi realizado e registrado de acordo com as recomendações descritas no manual do teste (KEITH, 2000), sendo utilizado o padrão de normalidade proposto por RAMOS *et al.* (2014) para sujeitos com 12 anos ou mais ($RGDT \leq 10ms$).

O DPS foi realizado a uma intensidade de 50 dBNS, com apresentação binaural, sendo que o padrão de normalidade adotado foi de, no mínimo, 73% de acertos (MUSIEK, 1994).

Por fim, o DD (etapa de integração) foi realizado e analisado de acordo com as recomendações descritas por Pereira e Schochat (2011) e, portanto, um percentual de acertos $\geq 95\%$ em ambas as orelhas foi considerado como parâmetro de normalidade.

Destaca-se que o diagnóstico de TPAC é realizado por meio da análise global dos resultados obtidos nos testes selecionados para avaliação comportamental do PAC, uma vez que estes representam o funcionamento dos mecanismos fisiológicos do sistema nervoso auditivo central. No entanto, para fins deste estudo, a análise foi realizada por mecanismos fisiológicos do PAC (ACADEMIA BRASILEIRA DE AUDIOLOGIA, 2016), representadas por testes específicos para sua avaliação: interação binaural (MLD), escuta monoaural de baixa redundância (SSI-MCI), processamento temporal (resolução temporal- RGDT; ordenação temporal- DPS) e escuta dicótica (DD).

Todos os procedimentos de avaliação audiológica e da avaliação comportamental do PAC (GE e GC) foram realizados em cabina acústica e por meio de um audiômetro de dois canais do modelo AC40, da marca *Interacoustics*®.

Para viabilizar a análise do impacto da unilateralidade e bilateralidade da alteração auditiva condutiva provocada pela OMCNC, o GE foi inicialmente dividido em dois grupos, sendo um constituído de alterações condutivas unilaterais (todos os indivíduos do GE que apresentaram presença de diferencial aéreo-ósseo, denominado “*gap*”, sem média quadritonal de limiares auditivos suficiente para classificação de perda auditiva ou perda auditiva condutiva de grau leve em apenas uma orelha) e outro de alterações condutivas bilaterais

(sujeitos do GE que demonstraram presença de *gap* sem média quadritonal de limiares auditivos suficiente para classificação de perda auditiva em ambas as orelhas ou perda auditiva condutiva de grau leve em ambas as orelhas ou, ainda, os casos bilaterais mistos caracterizados por uma orelha com *gap* e a outra com perda auditiva condutiva).

Além desta análise, a amostra do GE também foi estratificada em cinco subgrupos de acordo com o tipo de alteração condutiva: perda auditiva condutiva unilateral (PAUNI), perda auditiva condutiva bilateral (PABIL), *gap* unilateral (GAPUNI), *gap* bilateral (GAPBIL) e misto (presença de perda auditiva condutiva em uma orelha e *gap* na outra).

O cálculo do tamanho da amostra foi realizado no programa *WINPEPI* versão 11.43. Para um nível de significância de 5%, poder de 90%, com um tamanho de efeito mínimo de 0,8 desvios padrão entre os grupos, conforme estudo de Khavarghalani *et al.* (2016), obteve-se um total mínimo de 33 sujeitos por grupo, totalizando 66 indivíduos.

A análise estatística dos dados foi realizada da seguinte forma: as variáveis quantitativas foram descritas por média e desvio padrão ou mediana e amplitude interquartilica; as variáveis qualitativas foram descritas por frequências absolutas e relativas; o Teste *t-Student* foi aplicado para comparar médias entre os grupos; o teste de *Mann-Whitney* foi utilizado em caso de assimetria; os coeficientes de correlação de *Pearson* (distribuição simétrica) ou *Spearman* (distribuição assimétrica) foram aplicados para avaliar a associação entre os resultados dos testes; o teste *t-Student* para amostras pareadas foi utilizado para comparar os resultados do DD entre as orelhas direita e esquerda do grupo estudo; e o teste de *Cochran* foi usado para comparar as alterações entre os testes de PAC no grupo estudo. O Teste *Dunnnett* foi utilizado para verificar a associação entre o grupo controle e os grupos de alterações condutivas unilaterais, bilaterais e mistas. O nível de significância adotado foi de 5% ($p \leq 0,05$) e as análises foram realizadas no programa *SPSS* versão 21.0.

RESULTADOS

As características da amostra estudada podem ser visualizadas na Tabela 1.

<TABELA 1>

Todos os adolescentes do grupo estudo apresentaram alteração em, no mínimo, dois mecanismos fisiológicos do PAC. Na Tabela 2 são apresentados os resultados comparativos obtidos nos testes de PAC entre os grupos estudo e controle.

<TABELA 2>

O Gráfico 1 apresenta as associações relacionadas ao desempenho entre os testes de PAC no grupo estudo.

<GRÁFICO 1>

Em relação aos resultados obtidos de acordo com o tipo de alteração condutiva, os dados foram inicialmente comparados entre o GC e os subgrupos do GE com alterações condutivas unilaterais e bilaterais. Nesta análise, constatou-se diferença estatística significativa em todos os testes de PAC na comparação entre o GC e o subgrupo de alterações condutivas unilaterais. Já em relação à comparação entre o GC e o subgrupo de alterações condutivas bilaterais, observou-se associação significativa nos testes SSI (OD e OE em ambas as condições de escuta realizadas), DPS e RGDT (TABELA 3).

<TABELA 3>

Além dos dados apresentados, os resultados provenientes da comparação entre o GC e os cinco subgrupos de acordo com o tipo de alteração condutiva podem ser visualizados no Gráfico 2.

<GRÁFICO 2>

Constatou-se diferença estatística significativa entre o GC e os subgrupos descritos nos testes: SSI 0dB e -15dB nas OD e OE (todos os subgrupos, $p < 0,001$), DD OD (PAUNI, p

<0,001), DD OE (GAPUNI, $p= 0,012$), MLD (PAUNI, $p<0,001$; PABIL, $p= 0,037$; MISTO, $p= 0,005$) e RGDT (todos os subgrupos, $p < 0,001$). Não foi verificada associação do GC com nenhum subgrupo no DPS.

Quanto à renda familiar analisada na amostra, foi realizada a comparação entre os resultados obtidos nos testes de PAC nos grupos estudo e controle em cada faixa de renda familiar observada nos sujeitos deste estudo (vulnerável, baixa classe média e média classe média), conforme pode ser visualizado na TABELA 4.

<TABELA 3>

Ao comparar os piores resultados médios nos testes de PAC do GC com os melhores do GE, foi observada diferença estatística significativa entre os testes SSI ($p< 0,001$) e RGDT ($p< 0,001$). No entanto, nos demais testes, essa diferença não foi significativa: DD OD ($p= 0,480$), DD OE ($p= 0,551$), DPS ($p= 0,599$) e MLD ($p= 0,286$).

Além das análises apresentadas, as seguintes variáveis foram estudadas para verificar a existência de associação com os resultados dos testes de PAC do grupo estudo, sendo que nenhuma associação foi constatada: sexo ($p> 0,05$), idade ($p> 0,05$), escolaridade ($p> 0,05$), idade de início da otite média ($p> 0,05$), escolaridade materna ($p> 0,10$) e repetência escolar ($p> 0,2$). Também foi realizada uma análise para verificar se havia vantagem da orelha direita no DD em relação à orelha esquerda, a qual não foi encontrada ($p=0,08$).

DISCUSSÃO

Este estudo demonstrou que os adolescentes com OMCNC deste estudo evidenciaram resultados significativamente piores quando comparados ao grupo controle em todos os testes de PAC realizados (MLD, SSI- MCI, DPS, RGDT e DD). No entanto, no DD, apesar da

diferença significativa entre os grupos, o grupo estudo apresentou resultados dentro dos parâmetros de normalidade estabelecidos para o teste.

Com relação ao desempenho entre os testes de PAC realizados no grupo estudo, o SSI foi o mais afetado, seguido do DPS, RGDT, MLD e DD (menos afetado). Portanto, a OMCNC provocou maior impacto na escuta monoaural de baixa redundância e menor impacto na interação binaural e na escuta dicótica, sendo que o processamento temporal (ordenação e resolução temporal, respectivamente) merece destaque pois também demonstrou grande impacto no PAC destes sujeitos.

Não foram encontrados na literatura compulsada estudos que avaliassem o PAC de adolescentes com OMCNC. Desta forma, os dados encontrados serão confrontados com os resultados de estudos que avaliaram o PAC em crianças com histórico de OME recorrente precoce.

Em relação às alterações em testes que avaliam o mecanismo de escuta monoaural de baixa redundância, a literatura confirma essa alteração em sujeitos com OME (JERGER *et al.*, 1983; GRAVEL e WALLACE, 1992; SCHILDER *et al.*, 1994; KEOGH *et al.*, 2009; ZUMACH *et al.*, 2009; TAALAT *et al.*, 2009; BORGES *et al.*, 2013). Além disso, Borges *et al.* (2013) observaram que crianças com histórico de otite média secretora oriundas de escolas públicas apresentaram maior probabilidade de alterações na habilidade de figura-fundo auditiva quando comparadas a um grupo controle, bem como Schilder *et al.* (1994) considerou o reconhecimento de fala com competição como a tarefa mais sensível à privação auditiva.

Destaca-se que, neste estudo, a diferença estatística encontrada nos resultados do SSI em ambas as orelhas e nas duas condições de apresentação (relação sinal/ruído de 0 e -15dB) demonstraram tamanho de efeito muito forte, ou seja, $> 1,30$ (ROSENTHAL, 1996). Assim, não há dúvidas quanto à dificuldade que estes sujeitos apresentam na escuta monoaural de

baixa redundância (SSI). Estas habilidades são fundamentais em sala de aula (GRAVEL e WALLACE, 1992; ZUMACH *et al.*, 2009; RAMOS *et al.*, 2014; KATZ *et al.*, 2015), cujo ambiente não proporciona condições favoráveis para a audição devido ao ruído, à reverberação e à distância entre aluno e professor (KATZ *et al.*, 2015). Desta forma, torna-se difícil para o aluno ignorar os sons que interferem na escuta da fala do professor (ventilador, passos no corredor, fala de colegas, buzinas ou barulhos da rua) (GRAVEL e WALLACE, 1992; RAMOS *et al.*, 2014; KATZ *et al.*, 2015), dificultando a compreensão do que está sendo dito e podendo provocar prejuízos na sua aprendizagem (ZUMACH *et al.*, 2009; BORGES *et al.*, 2013; RAMOS *et al.*, 2014; KATZ *et al.*, 2015).

Quanto à interação binaural, outros estudos já demonstraram alterações em crianças com histórico de OME (MOORE *et al.*, 1991; HALL e GROSE, 1993; HALL *et al.*, 1995; HOGAN *et al.*, 1996; HALL *et al.*, 1998a; ASBJORNSEN *et al.*, 2000; KLAUSEN *et al.*, 2000; DEMANEZ *et al.*, 2003; TOMLIN e RANCE, 2014), corroborando os resultados encontrados neste estudo. Por outro lado, alguns trabalhos referem que a OME não compromete a interação binaural (HUTCHINGS *et al.*, 1992) ou só compromete quando uma incidência elevada da doença afeta os sujeitos durante os primeiros cinco anos de vida (HOGAN e MOORE, 2003) ou, ainda, é recuperada na adolescência (HOGAN *et al.*, 1996). Neste estudo, a correlação forte ($TE = 0,85$) demonstrada nos resultados do MLD permite inferir que, na OMCNC, a interação binaural apresenta-se alterada.

No que tange ao processamento temporal, estudos já demonstraram comprometimento em crianças com histórico de OME precoce (SANDEEP e JAYARAM, 2008; BORGES *et al.*, 2013; VILLA e ZANCHETTA, 2014; KHAVARGHAZALANI *et al.*, 2016). Borges *et al.* (2013) verificaram que a resolução e a ordenação temporal foram as habilidades mais afetadas em sujeitos com histórico de otite média secretora provenientes de escolas públicas, sendo constatada uma probabilidade maior de apresentarem prejuízo nessas habilidades quando

comparadas a sujeitos do grupo controle. Por outro lado, Hartley e Moore (2005) sugerem que a resolução temporal normaliza após a recuperação dos limiares tonais, demonstrando que este aspecto ainda gera dúvidas quando se trata de OME precoce. Neste estudo, o processamento temporal demonstrou-se como um dos mecanismos mais afetados, sendo que o tamanho de efeito observado na análise dos dados foi considerado “muito forte” ($ES= 2,15$) no teste RGDT (resolução temporal) e forte ($TE= 0,81$) no DPS (ordenação temporal).

Torna-se relevante salientar que, no DPS, os valores observados no grupo controle estiveram abaixo dos parâmetros de normalidade previstos pelo autor do teste. Neste sentido, destaca-se que o DPS é um teste mais difícil quando comparado ao teste de ordenação temporal *Pitch Pattern Sequence-PPS*, o qual tem sido mais utilizado para a avaliação desta habilidade (BELLIS, 2003). Entretanto, pelo fato da seleção criteriosa dos sujeitos que compuseram o GC desse estudo, acredita-se que esses valores possam estar associados a aspectos socioeconômicos, tendo em vista que os testes de ordenação temporal podem ser influenciados pelo aprimoramento intelectual dos sujeitos (DELECRODE *et al.*, 2014). Deste modo, novos estudos precisam ser realizados para analisar os parâmetros de normalidade do DPS na população brasileira em diferentes faixas etárias e níveis socioeconômicos.

Quanto à integração binaural, estudos prévios já demonstraram vantagem da orelha direita em escuta dicótica em crianças com histórico de OME precoce (ASBJORNSEN *et al.*, 2000; KLAUSEN *et al.*, 2000; BORGES *et al.*, 2013), fato que é explicado como um atraso maturacional ocasionado provavelmente pela inconsistência da estimulação auditiva provocada pela perda auditiva flutuante associada à otite média com efusão precoce (BORGES *et al.*, 2013). No presente estudo, não ocorreu essa vantagem, o que já era esperado em função das idades dos sujeitos da amostra (≥ 12 anos), tendo em vista que a maturação perceptual auditiva se mantém estável a partir dos 10/12 anos (KATZ e TILLERY, 1997). Além disso, os resultados desse estudo corroboram os resultados significativamente menores

no DD observados por Borges *et al.* (2013) e Khavarghalani *et al.* (2016) quando comparados a um grupo controle.

No presente estudo, apesar do percentual médio de acertos no DD do grupo estudo demonstrar normalidade em ambas orelhas, constatou-se diferença significativa em relação ao GC com tamanho de efeito forte. Desta forma, este resultado não pode ser ignorado e, portanto, acredita-se em um provável prejuízo também no mecanismo de integração binaural em adolescentes com OMCNC, embora menos evidente que os demais.

Em relação às características da alteração auditiva condutiva provocada pela OMCNC, é necessário detalhar alguns aspectos. A associação observada entre os resultados de todos os testes de PAC do GC e os grupos com alterações condutivas unilaterais e bilaterais demonstra que ambas alteram a percepção auditiva a nível de SNAC. No entanto, os casos unilaterais são claramente mais prejudicados.

Portanto, quando o cérebro é privado de entrada binaural e recebe apenas estímulo monoaural, o córtex sofre uma reorganização nos anos seguintes (BILECEN *et al.*, 2000; GORDON *et al.*, 2013). Além disso, sabe-se que a perda auditiva unilateral não afeta só as funções auditivas como a localização do som e escuta no ruído (KEOGH *et al.*, 2009; ROTHPLETZ *et al.*, 2012), mas também no desenvolvimento da fala e da linguagem (FENIMAN *et al.*, 1999; MONDELLI *et al.*, 2016; VIEIRA *et al.*, 2011), bem como do comportamento e desempenho educacional (TIBBETTS *et al.*, 2011). Essas alterações parecem ocorrer devido à uma restrição na entrada dos sinais ao longo das vias auditivas bilaterais, possivelmente causando reorganização permanente. Desta forma, a entrada unilateral fortalece as vias auditivas do lado estimulado, deixando as vias de desenvolvimento da orelha privada imaturas ou sujeitas a alterações degenerativas ou reorganização (GORDON *et al.*, 2013).

Além disso, em relação aos efeitos da perda auditiva condutiva unilateral, estudo em modelo animal também já demonstrou alteração na audição binaural (POLLEY *et al.*, 2013), a qual foi justificada pela atenuação e pelo atraso na condução sonora que provocariam distorções de pistas acústicas utilizados para a localização sonora e outros aspectos da audição binaural. Desta forma, parece que o sistema auditivo central responde dinamicamente ao nível de entrada neural que recebe das orelhas (MOORE *et al.*, 2003).

Portanto, há evidências de que a perda auditiva condutiva presente na otite média pode causar assimetria nos níveis auditivos das orelhas, como nos casos de alteração condutiva unilateral, a qual provocaria um efeito negativo no processamento auditivo complexo (WILLIAMS e JACOBS, 2009), como demonstrado neste estudo.

Na análise dos subgrupos estratificados referentes ao tipo de alteração condutiva unilateral e bilateral, pode-se constatar que os testes SSI e RGDT (mecanismos de escuta monoaural de baixa redundância e processamento temporal- resolução temporal) foram afetados da mesma forma, independentemente da magnitude da alteração condutiva resultante (unilateral *versus* bilateral, perda auditiva condutiva leve *versus* presença de *gap* sem grau de perda). Esses resultados corroboram os dados obtidos na análise de desempenho entre os testes de PAC do GE.

Além disso, o DD demonstrou associação significativa com alterações exclusivamente unilaterais, demonstrando a relevância da audição binaural também para o mecanismo de escuta dicótica. Por outro lado, o MLD foi significativamente associado a todos os subgrupos com perda auditiva (PAUNI, PABIL e misto), fato que reforça a influência que este teste geralmente demonstra em perdas auditivas periféricas condutivas e/ou neurosensoriais (JERGER *et al.*, 1984).

Neste contexto, este estudo demonstra um aspecto muito relevante no sentido de se observar não apenas a perda auditiva condutiva, mas também valorizar os casos de limiares

auditivos por via aérea dentro dos padrões de normalidade com presença de *gap* unilateral e bilateral. Ênfase deve ser dada aos casos unilaterais, os quais geralmente são menos considerados na clínica para encaminhamento à avaliação e reabilitação terapêutica pelo fato de terem a orelha contralateral normal. No entanto, como apresentado neste estudo, estes casos parecem ter maior impacto no processamento auditivo central do que os casos bilaterais e, portanto, não podem ser ignorados.

É evidente que pesquisas adicionais são necessárias para esclarecer esses aspectos que relacionam as alterações condutivas unilaterais e bilaterais associadas à otite média crônica e o processamento auditivo central. No entanto, trata-se de uma primeira evidência digna de consideração e maior investigação.

Quanto ao aspecto socioeconômico, sabe-se da sua relevância quando se trata de otite média. No entanto, não tem sido muito discutido na literatura, provavelmente por ser uma área que não contempla a expertise dos pesquisadores da área biomédica (BLUESTONE *et al.*, 1983). Portanto, os dados relacionados à escolaridade materna e à renda familiar foram considerados neste estudo como indicadores socioeconômicos para análise de suas correlações com o PAC dos adolescentes da amostra. No entanto, a escolaridade materna não demonstrou associação com os resultados do PAC. Por outro lado, alguns resultados relacionados à renda familiar demonstram correlações relevantes, como o fato de todos os sujeitos do GE com renda familiar ‘vulnerável’ demonstrarem resultados significativamente piores em todos os testes de PAC quando comparados aos indivíduos do GC com a mesma renda. Estas associações também ocorreram em três testes (SSI, MLD e RGDT) entre os grupos controle e estudo classificados no estrato ‘baixa classe média’ e apenas em dois testes (SSI e RGDT) no subgrupo ‘média classe média’. Desta forma, os dados sugerem que as alterações parecem ser menos evidentes à medida em que a renda familiar aumenta.

Vale ressaltar que os testes SSI e RGDT demonstraram diferenças significativas entre os GC e GE em todos os estratos de renda familiar, dados que corroboram a análise referente ao percentual de alterações observados em cada teste, nos quais eles foram o primeiro e o terceiro mais afetados, respectivamente. Outro dado relevante é que os testes DD e DPS, os quais exigem uma maior demanda cognitiva devido às estruturas do SNAC envolvidas nos mecanismos de integração binaural e ordenação temporal, demonstraram associação entre os grupos apenas do subgrupo ‘vulnerável’. Desta forma, verifica-se que o aspecto socioeconômico, neste estudo representado pela renda familiar, parece interferir negativamente no processamento auditivo central de adolescentes com OMCNC.

Além dos dados apresentados, também foi verificado se os piores resultados obtidos no GC poderiam ser similares aos melhores resultados do GE. No entanto, esta semelhança foi observada somente nos testes DD, DPS e MLD, não sendo verificada nos testes SSI e RGDT, corroborando as demais análises apresentadas.

Portanto, com base nos resultados apresentados, pode-se verificar que grande parte do sistema auditivo nervoso central encontra-se funcionalmente comprometido em adolescentes com OMCNC, uma vez que os testes de PAC utilizados nesse estudo para a avaliação de cada mecanismo auditivo são sensíveis às seguintes lesões: tronco encefálico encefálico baixo (interação binaural) (BELLIS, 2003), tronco encefálico e córtex auditivo primário (escuta monoaural de baixa redundância) (SANCHEZ e ALVAREZ, 2006), intra-hemisféricas e inter-hemisféricas (ordenação temporal) (RAMOS *et al.*, 2014) e córtex auditivo primário (resolução temporal) (COSTA-FERREIRA, 2015).

Sendo assim, a hipótese inicial de que a otite média crônica afetaria o PAC foi confirmada de forma mais ampla do que esperado. Este fato está relacionado a gravidade e longa duração dos sintomas que cursam com a doença. Neste sentido, é essencial citar a teoria do *continuum* (PAPARELLA, 1970) que caracteriza a otite média como uma série de eventos

contínuos que podem iniciar como uma otite média secretora e evoluir (se não tratada ou não apresentar regressão espontânea) para uma otite média crônica (COSTA *et al.*, 2006). Assim, acredita-se que os adolescentes diagnosticados com OMCNC provavelmente apresentaram alterações na orelha média, mesmo que sutis, ao longo do seu desenvolvimento.

Desta forma, pode-se inferir que essas alterações interferiram no desenvolvimento adequado do sistema nervoso auditivo central dos adolescentes deste estudo devido aos efeitos deletérios sobre a qualidade dos sinais auditivos (BELLIS, 2003; SANDEEP e JAYARAM, 2008) que ocorreram a nível de orelha média desde a infância, somado à presença de líquido na orelha média como um agente de interferência na percepção da fala (KATZ e TILLERY, 1997), mesmo na ausência de uma alteração auditiva relevante.

Tendo em vista os resultados apresentados, destaca-se ainda a relevância deste estudo por se tratar de um trabalho inédito, o qual foi delineado de forma criteriosa tendo como base um ambulatório de referência no atendimento à otite média crônica. Salienta-se também que a amostra representativa e o poder elevado dos dados estatísticos constatados na análise dos dados, o qual reflete a intensidade das alterações do PAC dos adolescentes testados.

Entretanto, é essencial registrar a necessidade de maior esclarecimento quanto ao mecanismo de escuta dicótica neste público, visto que os adolescentes do grupo estudo apresentaram índices normais de acertos, o que deixa dúvidas quanto ao impacto da OMCNC nesta função. Nos demais mecanismos avaliados, fica evidente o impacto das alterações no PAC.

Este trabalho demonstrou que a OMCNC pode afetar o PAC de adolescentes e, portanto, urge salientar aos clínicos que atendem esse público para que realizem o encaminhamento destes indivíduos para a avaliação do PAC e intervenção terapêutica adequada, com vistas à melhor qualidade de vida dos mesmos. Sugere-se novos estudos em indivíduos com otite média crônica (colesteatomatosa e não colesteatomatosa) para que seja

ampliado o conhecimento acerca do seu impacto no PAC, possibilitando que os profissionais envolvidos realizem os devidos encaminhamentos necessários para essa população.

CONCLUSÕES

Este estudo demonstrou que a OMCNC provoca alterações nos seguintes mecanismos fisiológicos do processamento auditivo central: interação binaural, processamento temporal e escuta monoaural de baixa redundância, sendo esta última a mais afetada. O PAC é afetado por alterações condutivas unilaterais e bilaterais associados à OMCNC, sendo mais prejudicado em casos de alterações condutivas unilaterais. A renda familiar é um indicador socioeconômico associado ao agravamento das alterações do PAC em pacientes com OMCNC.

REFERÊNCIAS

ACADEMIA BRASILEIRA DE AUDIOLOGIA. (2016). **Fórum de diagnóstico audiológico**. 31º Encontro Internacional de Audiologia. São Paulo, SP. Disponível em: http://www.audiologiabrasil.org.br/31eia/pdf/forum_f.pdf. Acesso em: 28 fev. 2017.

AMERICAN ACADEMY OF AUDIOLOGY. **Clinical Practice Guidelines**: Diagnosis, treatment and management of children and adults with central auditory processing disorder. 2010. Disponível em: www.audiology.org. Acesso em: 27 fev. 2017.

AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION. **(Central) auditory processing disorders [Technical Report]**. 2005. Disponível em: www.asha.org/policy. Acesso em: 27 fev. 2017.

ASBJORNSEN, A.; HOLMEFJORD, A.; REISAETER, S. *et al.* Lasting auditory attention impairment after persistente middle ear infections: a dichotic listening study. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 42, p. 481-486, 2000.

BELLIS, T.J. **Assessment and management of central auditory processing disorders in the educational setting from Science to practice**. 2. ed. Clifton Park, NY: Thomson/Delmar Learning, 2003. 532 p.

BILECEN, D.; SEIFRITZ, E.; RADU, E.W. *et al.* Cortical reorganization after acute unilateral hearing loss traced by fMRI. **Neurology**, v. 54, p. 765–767, 2000.

BLUESTONE, C.D. Diseases and disorders of the Eustachian tube-middle ear. In: PAPARELLA, M.M., SHUMRICK, D.A. **Otolaryngology**. Volume II: Otolology and neurootology. 3. ed. Saunders: Philadelphia, 1991.

BLUESTONE, C.D.; KLEIN, J.O.; PARADISE, J.L. *et al.* Workshop on effects of otitis media on the child. **Pediatrics**, v. 71, n. 4, p. 639-652, 1983.

BORGES, L.R.; PASCHOAL, J.R.; COLELLA-SANTOS, M.F. (Central) Auditory processing: the impact of otitis media. **Clinics**, v. 68, n. 7, p. 954-959, 2013.

BRANDES, P.J.; EHINGER, D. The Effects of Early Middle Ear Pathology on Auditory Perception and Academic Achievement. **Journal of Speech and Hearing Disorders**, v. 46, p. 301-307, 1981.

BRASIL. Lei 8.069, de 13 de Julho de 1990. **Estatuto da Criança e do Adolescente**. Brasília: Ministério da Justiça, 1990.

BRASIL. Lei 9394, de 20 de Dezembro de 1996. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília: Presidência da República, 1996.

BROWN, D.P. Speech recognition in recurrent otitis media: results in a set of identical twins. **J Am Acad Audiol**, v. 5, n.1, p. 1-6, 1994.

CALDAS, N. Otite média crônica não colesteatomatosa. In: CALDAS, N.; NETO, S.C.; SIH, T. **Otologia e audiologia em pediatria**. Revinter: Rio de Janeiro, 1999. p. 94-98.

CAMPBELL, N.; HUGO, R.; UYS, I. *et al.* Early recurrent otitis media, language and central auditory processing in children. **S Afr J Commun Disord**. v. 42, p. 73-84, 1995.

CARVALHO, N.G.; NOVELLI, C.V.L.; COLELLA-SANTOS, M.F. Fatores na infância e adolescência que podem influenciar o processamento auditivo: revisão sistemática. **Rev CEFAC**. v. 17, n. 5, p. 1590-1603, 2015.

COSTA, S.S.; DORNELLES, C.C.; NETTO, L.F.S.; BRAGA, M.E.L. Aspectos gerais das otites médias. In: COSTA, S.S.; CRUZ, O.L.M.; OLIVEIRA, J.A.A. *et al* (org). **Otorrinolaringologia: princípios e prática**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 254-273.

COSTA, S.S.; ROSITO, L.P.S.; DORNELLES, C.; COSTA, L.M. Otite média crônica não colesteatomatosa. In: NETO, S.C.; JÚNIOR, J.F.M.; MARTINS, R.H.G.; COSTA, S.S. **Tratado de Otorrinolaringologia**, volume II: otologia e otoneurologia. 2. ed. São Paulo: Roca, 2011. p. 99-121.

COSTA-FERREIRA, M.I.D. Reflexões sobre a avaliação de processamento auditivo na infância. In: CARDOSO, M.C. (org). **Fonoaudiologia na infância: avaliação e terapia**. 1. ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2015. p. 61-71.

CRANFORD, J.L.; THOMPSON, N.; HOYER, E.; FAIRES, W. Brief Tone Discrimination by Children with Histories of Early Otitis Media. **J Am Acad Audiol**, v. 8, p. 137-141, 1997.

DELECRODE, C.R.; CARDOSO, A.C.V.; FRIZZO, A.C.F.; GUIDA, H.L. Pitch pattern sequence and duration pattern tests in Brazil: literature review. **Rev. CEFAC**, v 16, n. 1, p. 283-293, 2014.

DEMANEZ, L.; BONIVER, V.; DONY-CLOSON, B.; LHONNEUX-LEDOUX, F.; DEMANEX, J.P. Central auditory processing disorders: some cohorts studies. **Acta Otorhinolaryngol Belg**. v. 57, n. 4, p. 291-299, 2003.

EL-KABARITY, R.H.; RAHMAN, T.T.A.; KADER, H.A.A.; SANYELBHAA, H. Effect of otitis media with effusion on brainstem timing in children. **Hearing, Balance and Communication**, v. 14, n. 1, p. 20-24, 2016.

EMERSON, M.F.; CRANDALL, K.K.; SEIKEL, J.A.; CHERMAK, G.D. Observations on the use of SCAN to identify children at risk for central auditory processing disorder. **Language, Speech, and Hearing Services in Schools**, v. 28, p. 43-49, 1997.

FENIMAN, M.R.; KEITH, R.W.; CUNNINGHAM, R.F. Assessment of auditory processing in children with attention deficit hyperactivity disorder and language – based learning impairments. **Disturb Comun**, v. 11, n. 1, p. 9-27, 1999.

GORDON, K.A.; WONG, D.D.E.; PAPSIN, B.C. Bilateral input protects the córtex from unilaterally-driven reorganization in children who are deaf. **Brain**, v. 136, p. 1609-1625, 2013.

GRAVEL, J.S.; WALLACE, I.F. Listening and language at 4 years of age: effects of early otitis media. **Journal of Speech and Hearing Research**, v. 35, p. 588-595, 1992.

GRAVEL, J.S.; ROBERTS, J.E.; ROUSH, J. *et al.* Early otitis media with effusion, hearing loss, and auditory process at school age. **Ear & Hearing**, v. 27, n. 4, p. 353-368, 2006.

HAAPALA, S.; NIEMITALO-HAAPOLA, E.; RAAPPANA, A. *et al.* Effects of recurrent acute otitis media on cortical speech-sound processing in 2-year old children. **Ear & Hearing**, v. 35, n. 3, p. e75-e83, 2014.

HAAPALA, S.; NIEMITALO-HAAPOLA, E.; RAAPPANA, A. *et al.* Long-term influence of recurrent acute otitis media on neural involuntary attention switching in 2-year-old children. **Behavioral and Brain Functions**, v. 12, n. 1, 2016.

HALL, J.W.; GROSE, J.H. The Effect of Otitis Media with Effusion on the Masking-Level Difference and the Auditory Brainstem Response. **Journal of Speech, Language, and Hearing Research**, v. 36, p. 210-217, 1993.

HALL, J.W.; GROSE, J.H. Effect of Otitis Media with Effusion on Comodulation Masking Release in Children. **Journal of Speech, Language, and Hearing Research**, v. 37, p. 1441-1449, 1994.

HALL, J.W.; GROSE, J.H.; BUSS, E. *et al.* The Effect of Otitis Media with Effusion on Perceptual Masking. **Arch Otolaryngol Head Neck Surg**, v. 129, n. 10, p. 1056-1062, 2003.

HALL, J.W.; GROSE, J.H.; DEV, M.B. *et al.* The Effect of Otitis Media with Effusion on Complex Masking Tasks in Children. **Arch Otolaryngol Head Neck Surg**, v. 124, n. 8, p. 892-896, 1998a.

HALL, J.W.; GROSE, J.H.; DEV, M.B.; GHIASSI, S. The Effect of Masker Interaural Time Delay on the Masking Level Difference in Children with History of Normal Hearing or History of Otitis Media with Effusion. **Ear & Hearing**, v. 19, n. 6, p. 429-433, 1998b.

HALL, J.W.; GROSE, J.H.; PILLSBURY, H.C. Long-term Effects of Chronic Otitis Media on Binaural Hearing in Children. **Arch Otolaryngol Head Neck Surg**, v. 121, n. 8, p. 847-852, 1995.

HARTLEY, D.E.H.; MOORE, D.R. Effects of otitis media with effusion on auditory temporal resolution. **International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology**, v. 69, p. 757-769, 2005.

HOFFMAN-LAWLESS, K.; KEITH, R.; COTTON, R.T. Auditory processing abilities in children with previous middle ear effusion. **Annals of Otology, Rhinology & Laryngology**, v. 90, n. 6, p. 543-545, 1981.

HOGAN, S.C.M.; MEYER, S.E.; MOORE, D.R. Binaural unmasking returns to normal in teenagers who had otitis media in infancy. **Audiol Neurootol**, v. 1, p. 104-111, 1996.

HOGAN, S.C.M.; MOORE, D.R. Impaired binaural hearing in children produced by a threshold level of middle ear disease. **Journal of the Association for Research in Otolaryngology (JARO)**, v. 4, p. 123-129, 2003.

HOWIE, V.M.; PLOUSSARD, J.H.; SLOYER, J. The 'otitis-prone' condition. **American Journal of Diseases in Children**, v. 129, p. 676-678, 1975.

HUTCHINGS, M.E.; MEYER, S.E.; MOORE, D.R. Binaural masking level differences in infants with and without otitis media with effusion. **Hearing Research**, v. 63, p. 71-78, 1992.

JERGER, S.; JERGER, J.; ALFORD, B.R.; ABRAMS, S. Development of speech intelligibility in children with recurrent otitis media. **Ear & Hearing**, v. 4, n. 3, p.138-145, 1983.

JERGER, J.; BROWN, D.; SMITH, S. Effect of peripheral hearing loss on the MLD. **Arch Otolaryngol**, v. 110, p. 290-296, 1984.

JOINT COMMITTEE ON INFANT HEARING. Position Statement: principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs. **Pediatrics**, v. 120, n.4, p. 898-921, 2007.

KATZ, J.; TILLERY, K.L. An introduction to auditory processing. In: LICHTIG, I.; CARVALLO, R.M.M. **Audição: abordagens atuais**. Carapicuíba, SP: Pró-Fono, 1997. p. 119-143.

KATZ J, FERRE J, KEITH W, ALEXANDER A L. Central auditory processing disorder: therapy and management. In: KATZ, J.; CHASIN, M.; ENGLISH, K. *et al.* **Handbook of clinical audiology**. 7. ed.: Philadelphia: Wolters Kluwer Health, 2015. p.561-582.

KEOGH, T.; KEI, J.; DRISCOLL, C.J. *et al.* Measuring the Ability of School Children with a History of Otitis Media to Understand Everyday Speech. **Journal of the American Academy of Audiology**, v. 16, n. 5, p. 301-311, 2005.

KEOGH, T.; KEI, J.; DRISCOLL, C.J.; KHAN, A. Children with Minimal Conductive Hearing Impairment: Speech Comprehension in Noise. **Audiology and Neurotology**, v. 15, n. 1, p. 27-35, 2009.

KHAVARGHAZALANI, B.; FARAHANI, F.; EMADI, M.; DASTGERDI, Z.H. Auditory processing abilities in children with chronic otitis media with effusion. **Acta Otolaryngologica**, v. 136, n. 5, p. 456-459, 2016.

KLAUSEN, O.; MOLLER, P.; HOLMEFJORD, A. *et al.* Lasting effects of otitis media with effusion on language skills and listening performance. **Acta Otolaryngologica**, v. 543 (Suppl), p. 73-76, 2000.

KEITH, R.W. Random Gap Detection Test. St Louis, MO: **Auditec**, 2000.

LIMA-GREGIO, A.M.; CALAIS, L.L.; FENIMAN, M.R. Otitis media and sound localization ability in preschool children. **Rev CEFAC**, v. 12, n. 6, p. 1033-1040, 2010.

MACHADO MS. **Reconhecimento de sentenças no silêncio e no ruído em escolares com e sem histórico de otite média recorrente.** Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana. Universidade Federal de Santa Maria, 2002.

MACHADO, L.P.; PEREIRA, L.D.; AZEVEDO, M.F. Processamento auditivo central: reabilitação. In: COSTA, S.S.; CRUZ, O.L.M.; OLIVEIRA, J.A.A. *et al* (org). **Otorrinolaringologia: princípios e prática.** 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 203- 212.

MARUTHY, S.; MANNARUKRISHNAIAH, J. Effect of early onset otitis media on brainstem and cortical auditory processing. **Behavioral and Brain Functions**, v. 4, n. 17, 2008.

MONDELLI, M.F.C.G.; SANTOS, M.M.; JOSÉ, M.R. Speech perception in noise in unilateral hearing loss. **Braz J Otorhinolaryngol**, v. 82, n. 4, p. 427-432, 2016.

MOORE, D.R.; HARTLEY, D.E.H.; HOGAN, S.C.M. Effects of otitis media with effusion (OME) on central auditory function. **International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology**, v. 67, n. S1, p. S 63-67, 2003.

MOORE, D.R.; HUTCHINGS, M.E.; MEYER, S.E. Binaural Masking Level Differences in Children with a History of Otitis Media. **International Journal of Audiology**, v. 30, n. 2, p. 91-101, 1991.

MUSIEK, F. Frequency (Pitch) and duration pattern tests. **J Am Acad Audiol**, v. 5, p. 265-268, 1994.

NICLASSEN, J.; OBEL, C.; HOMOIE, P. *et al.* Associations between otitis media and child behavioural and learning difficulties: results from a Danish cohort. **International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology**, v. 84, p. 12-20, 2016.

PAPARELLA, M.M.; HIRAIDE, F.; JUHN, S.K.; KANECO, J. Cellular events involved in middle ear fluid production. **Ann Rhinol Otol Laryngol**, v. 79, n. 4, p. 766-779, 1970.

PEREIRA, L.D. Introdução ao processamento auditivo central. In: BEVILACQUA, M.C. *et al.* In: **Tratado de audiologia.** São Paulo: Santos, 2013. p. 279-291.

PEREIRA, L.D.; SCHOCHAT, E. **Testes auditivos comportamentais para avaliação do processamento auditivo central.** Barueri, SP: Pró-Fono, 2011.

POLLEY, D.B.; THOMPSON, J.H.; GUO, W. Brief hearing loss disrupts binaural integration during two early critical periods of auditory cortex development. **Nat Commun**, v. 4, p. 2547, 2013.

RAMOS, B.D.; COSTA-FERREIRA, M.I.D.; GUEDES, M.C.; ALVAREZ, A.M. Processamento auditivo e transtornos de aprendizagem. In: JUNIOR, D.C.; BURNS, D.A.R.; LOPEZ, F.A. **Tratado de pediatria:** Sociedade Brasileira de Pediatria. 3. ed. Barueri, SP: Manole, 2014. p. 2341-2350.

ROSENTHAL, J. A. Qualitative Descriptors of Strength of Association and Effect Size. **Journal of Social Service Research**, v. 21, n. 4, p. 37-59, 1996.

ROTHPLETZ AM, WIGHTMAN FL, KISTLER DJ. Informational masking and spatial hearing in listeners with and without unilateral hearing loss. **Journal of Speech, Language and Hearing Research**, v. 55, p. 511-531, 2012.

SANCHEZ, M.L.; ALVAREZ, A.M.M.A. Processamento auditivo central: avaliação. In: COSTA, S.S.; CRUZ, O.L.M.; OLIVEIRA, J.A.A. *et al* (org). **Otorrinolaringologia: princípios e prática**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 191-202.

SANDEEP, M.; JAYARAM, M. Effect of Early Otitis Media on Speech Identification. **Australian and New Zealand Journal of Audiology**, v. 30, n. 1, p. 38-49, 2008.

SANTOS, M.F.C.; ZILIOTO, K.N.; MONTEIRO, V.G.; WECKX, L.L.M. Assessment of central auditory processing in children with and without history of otitis media. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, v. 67, n. 4, p. 448-454, 2001.

SCHILDER, A.G.M.; SNICK, A.F.M.; STRAATMAN, H.; BROEK, V.D. The effect of otitis media with effusion at preschool age on some aspects of auditory perception at school age. **Ear & Hearing**, v. 15, p. 224-231, 1994.

SECRETARIA DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS, PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. *Relatório de definição da classe média no Brasil*. 2012. Disponível em: <http://www.sae.gov.br/documentos/publicacoes/relatorio-de-definicao-da-classe-media-no-brasil>. Acesso em 23 jan. 2015.

SILVA, M.N.L.; SELAIMEN, F. Otite média crônica não colesteatomatosa. In: PILTCHER, O.B.; COSTA, S.S.; MAAHS, G.S.; KUHL, G. (org). **Rotinas em otorrinolaringologia**. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 34-40.

STOLLMAN, M.H.P.; SNIK, A.F.M.; SCHILDER, A.G.M.; BROEK, P.V.D. Measures of binaural hearing in children with a history of asymmetric otitis media with effusion. **Audiol Neurotol**, v. 1, p. 175-185, 1996.

TALAAT, H.S.; KABEL, A.H.; QATANANI, E. Paediatric speech intelligibility (PSI) in normal hearing children with history of recurrent otitis media with effusion (OME). **Audiological Medicine**, v. 7, n. 2, p. 112-119, 2009.

TIBBETTS, K., EAD, B.; UMANSKY, A. *et al*. Interregional brain interactions in children with unilateral hearing loss. **American Academy of Otolaryngology- Head and Neck Surgery**, v. 144, n. 4, p. 602-611, 2011.

TOMLIN, D.; RANCE, G. Long-term hearing deficits after childhood middle ear disease. **Ear & Hearing**, v. 35, n.6, p. e233-242, 2014.

UPDIKE, C.; THORNBURG, J.D. Reading skills and auditory processing ability in children with chronic otitis media in early childhood. **Ann Otol Rhinol Laryngol**, v. 101, n. 6, p. 530-537, 1992.

VIEIRA, M.R.; NISHIHATA, R.; CHIARI, B.M.; PEREIRA, L.D. Perception of limitations on communicative activities, temporal resolution and figure-to-ground in unilateral hearing loss. **Rev Soc Bras Fonoaudiol**, v. 16, n.4, p. 445-453, 2011.

VILLA, P.C.; ZANCHETTA, S. Auditory temporal abilities in children with history of recurrent otitis media in the first years of life and persistent in preschool and school ages. **CoDAS**, v. 26, n. 6, p. 494 – 502, 2014.

WEBSTER, A.; BAMFORD, J.M.; THYER, N.J.; AYLES, R. The psychological, educational and auditory sequelae of early, persistent secretory otitis media. **J Child Psychol Psychiatry**, v. 30, n. 4, p. 529-546, 1989.

WELSH, L.W.; WELSH, J.J.; HEALY, M.P. Early sound deprivation and long-term hearing. **Ann Otol Rhinol Laryngol**, v. 105, n. 11, p. 877-881, 1996.

WELSH, L.W.; WELSH, J.J.; HEALY, M.P. Effect of sound deprivation on central hearing. **Laryngoscope**, v. 93, p. 1569-1575, 1983.

WILLIAMS, CJ; JACOBS AM. The impact of otitis media on cognitive and educational outcomes. **MJA**, v. 191, n. 9, p. s69-s72, 2009.

ZINKUS, P.W.; GOTTLIEB, M.I. Patterns of Perceptual and Academic Deficits Related to Early Chronic Otitis Media. **Pediatrics**, v. 66, n. 2, 1980.

ZUMACH, A.; GERRITS, E.; CHENAULT, M.N.; ANTEUNIS, L.J.C. Otitis media and speech-in-noise recognition in school-aged children. **Audiol Neurotol**, v. 14, p. 121-129. 2009.

Tabela 1 - Caracterização da amostra.

Variáveis	Grupo OMCNC (n= 34)	Grupo Controle (n= 34)	P
Idade (anos) – média ± DP	14,9±2,1	15,1±2,1	0,569
Sexo – n (%)			1,000
Masculino	22 (64,7)	22 (64,7)	
Feminino	12 (35,3)	12 (35,3)	
Anos de escolaridade – média ± DP	8,8±1,9	9,3±2,3	0,308
Idade de início OM – média ± DP	2,24±1,8	---	
Escolaridade da mãe – n (%)			0,452
Ensino fundamental incompleto	15 (44,1)	11 (32,4)	
Ensino fundamental completo	3 (8,8)	1 (2,9)	
Ensino médio incompleto	5 (14,7)	6 (17,6)	
Ensino médio completo	11 (32,4)	16 (47,1)	
Renda familiar – n (%)			0,865
Vulnerável	16 (47,1)	17 (50,0)	
Baixa classe média	12 (35,3)	10 (29,4)	
Média classe média	6 (17,6)	7 (20,6)	
Média Quadrilateral VA – média ± DP			
OD	21,2±10,8	5,9±3,9	<0,001*
OE	21,2±11,4	5,7±3,4	<0,001*
Média gap aéreo-ósseo – média ± DP			
OD	19,3±9,6	---	
OE	17,7±9,0	---	

LEGENDA: OMCNC (otite média crônica não colesteatomatosa), DP (desvio padrão), n (número), OD (orelha direita), OE (orelha esquerda), VA (via aérea).

* $p \leq 0,05$ (nível de significância estatística).

Tabela 2 – Resultados comparativos dos testes de PAC entre os grupos estudo e controle.

Variáveis	Grupo OMCNC (n= 34)	Grupo Controle (n= 34)	P	Tamanho de efeito (TE)
SSI 0 – média ± DP				
OD	53,2±15,5	100±0,0	<0,001*	4,27
OE	53,5±15,2	100±0,0	<0,001*	4,33
SSI -15 – média ± DP				
OD	29,1±15,8	96,2±6,0	<0,001*	5,63
OE	31,8±15,3	95,3±6,1	<0,001*	5,46
DD- média ± DP				
OD	96,3±4,6	99,3±1,1	0,001*	0,90
OE	97,6±3,0	99,4±1,1	0,003*	0,80
DPS- média ± DP	45,6±22,1	61,8±18,0	0,002*	0,81
MLD- média ± DP	9,2±3,6	11,5±1,3	0,001*	0,85
RGDT- média ± DP	14,1±6,4	4,1±1,6	<0,001*	2,15

LEGENDA: OMCNC (otite média crônica não colesteatomatosa), DP (desvio padrão), n (número), OD (orelha direita), OE (orelha esquerda), SSI (*Synthetic Sentence Identification*), DD (Teste Dicótico de Dígitos), DPS (*Duration Pattern Sequence*), MLD (*Masking Level Difference*), RGDT (*Random Gap Detection Test*).

* $p \leq 0,05$ (nível de significância estatística).

Tabela 3 - Resultados comparativos dos testes de PAC entre os indivíduos do GC e os subgrupos do GE com alteração condutiva unilateral e bilateral.

Variáveis	Grupo controle (n= 34)	Subgrupo com alteração condutiva unilateral (n= 15)	P	Subgrupo com alteração condutiva bilateral (n= 19)	P
SSI 0 – média ± DP					
OD	100±0,0	50,7±10,3	<0,001*	55,3±18,7	<0,001*
OE	100±0,0	52,7±10,9	<0,001*	54,2±18,0	<0,001*
SSI -15 –média ± DP					
OD	96,2±6,0	27,3±13,9	<0,001*	30,5±17,5	<0,001*
OE	95,3±6,2	28,7±9,2	<0,001*	34,2±18,7	<0,001*
DD- média ± DP					
OD	99,3±1,1	95,2±5,9	<0,001*	97,2±3,1	0,054
OE	99,4±1,1	97,2±3,4	0,004*	98,0±2,7	0,068
DPS- média ± DP					
	61,8±18,0	46,4±23,1	0,034*	44,9±21,9	0,010*
MLD- média ± DP					
	11,5±1,3	8,4±3,6	0,001*	9,9±3,5	0,082
RGDT- média ± DP					
	4,1±1,6	13,0±6,9	<0,001*	15,1±5,9	<0,001*

LEGENDA: DP (desvio padrão), n (número), OD (orelha direita), OE (orelha esquerda), SSI (*Synthetic Sentence Identification*), DD (Teste Dicótico de Dígitos), DPS (*Duration Pattern Sequence*), MLD (*Masking Level Difference*), RGDT (*Random Gap Detection Test*).

* $p \leq 0,05$ (nível de significância estatística).

Tabela 4 - Resultados comparativos dos testes de PAC entre os GC e GE de acordo com a classificação de renda familiar.

Variáveis	Vulnerável			Baixa classe média			Média classe média		
	GE (n= 16)	GC (n= 17)	P	GE (n= 12)	GC (n= 10)	P	GE (n= 6)	GC (n= 7)	P
SSI 0dB média ± DP									
OD	50,0±13,2	100±0,0	<0,001*	60,8±15,1	100±0,0	<0,001*	46,7±18,6	100±0,0	<0,001*
OE	51,9±11,7	100±0,0	<0,001*	59,2±16,2	100±0,0	<0,001*	46,7±19,7	100±0,0	<0,001*
SSI -15dB média ± DP									
OD	28,8±18,2	95,9±6,2	<0,001*	30,0±11,3	94,0±7,0	<0,001*	28,3±19,4	100±0,0	<0,001*
OE	30,6±12,9	95,9±6,2	<0,001*	35,8±15,6	93,0±6,7	<0,001*	26,7±20,7	97,1±4,9	<0,001*
DD média ± DP									
OD	94,5±5,6	99,3±1,2	0,005*	97,5±2,8	99,3±1,2	0,083	98,8±2,1	99,6±0,9	0,368
OE	97,0±3,4	99,6±1,0	0,011*	98,1±2,8	98,8±1,3	0,531	98,3±2,0	100±0,0	0,102
DPS média ± DP	42,9±19,1	62,0±16,9	0,005*	47,8±23,3	55,3±22,2	0,449	48,3±29,8	70,4±11,3	0,136
MLD média ± DP	8,9±4,2	11,4±1,4	0,033*	9,3±3,2	11,6±1,3	0,041*	10,0±2,8	11,4±1,5	0,270
RGDT média ± DP	16,0±7,0	3,9±1,6	<0,001*	12,4±3,3	4,6±2,1	<0,001*	12,8±8,8	3,6±0,61	0,050*

LEGENDA: GE (grupo estudo), GC (grupo controle), DP (desvio padrão), n (número), OD (orelha direita), OE (orelha esquerda), SSI (*Synthetic Sentence Identification*), DD (Teste Dicótico de Dígitos), DPS (*Duration Pattern Sequence*), MLD (*Masking Level Difference*), RGDT (*Random Gap Detection Test*), dB (decibéis).

* $p \leq 0,05$ (nível de significância estatística).

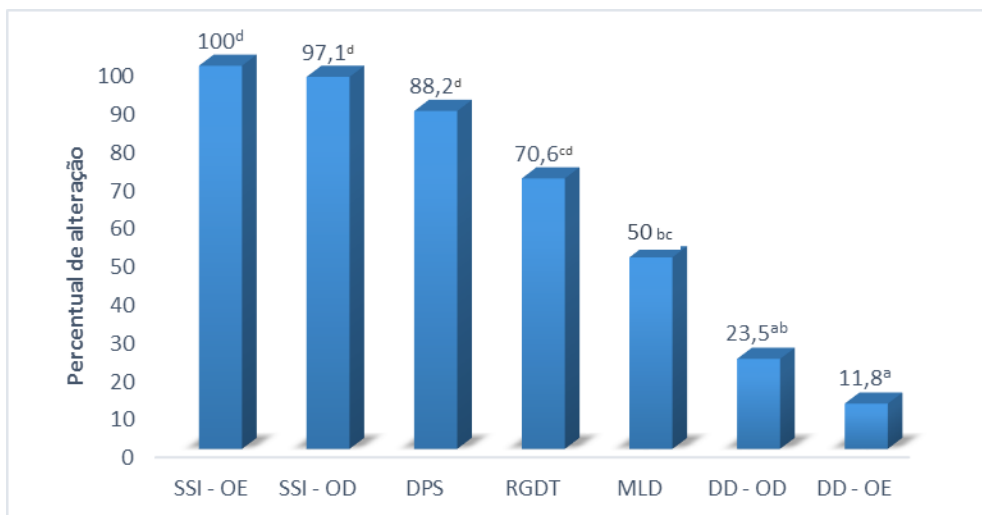


Figura 1- Percentual de alterações entre os testes de PAC no grupo estudo.

LEGENDA: OD (orelha direita), OE (orelha esquerda), SSI (*Synthetic Sentence Identification*), DD (Teste Dicótico de Dígitos), DPS (*Duration Pattern Sequence*), MLD (*Masking Level Difference*), RGDT (*Random Gap Detection Test*).

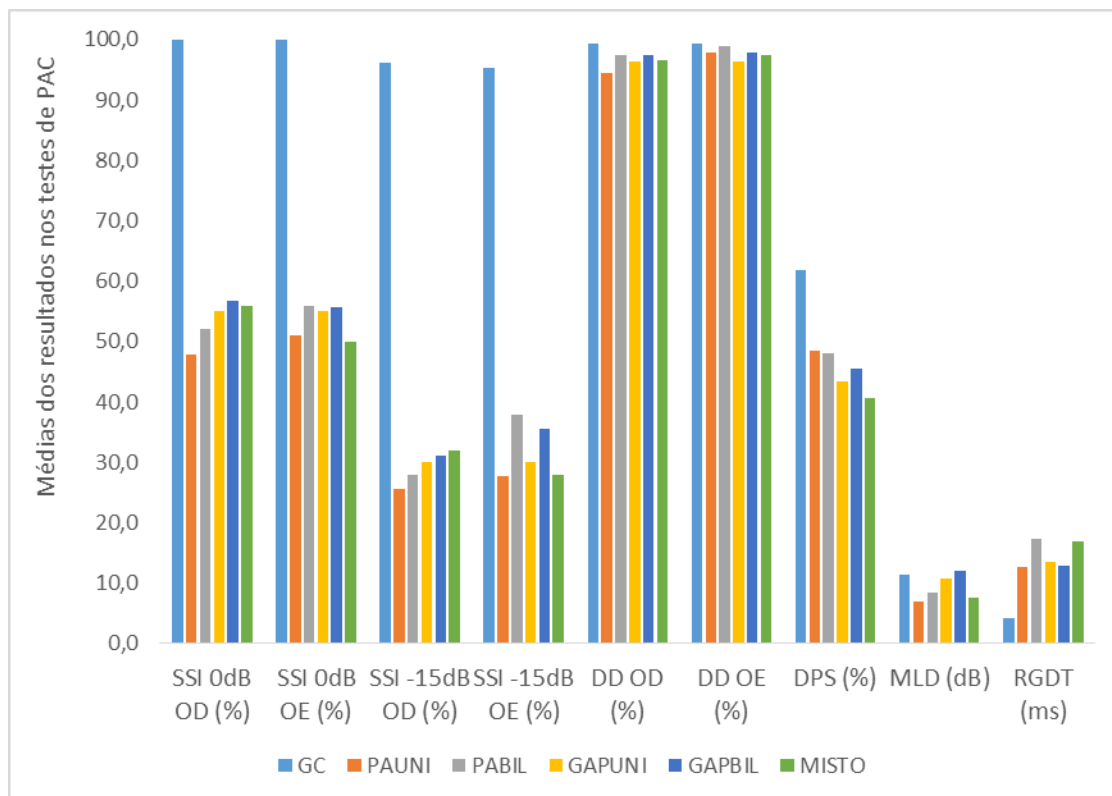


Figura 2 – Gráfico demonstrativo dos resultados comparativos entre os testes do GC e os subgrupos do GE de acordo com o tipo de alteração condutiva.

LEGENDA: PAC (processamento auditivo central), GC (grupo controle), PAUNI (perda auditiva condutiva unilateral), PABIL (perda auditiva condutiva bilateral), GAPUNI (*gap* unilateral), GAPBIL (*gap* bilateral), OD (orelha direita), OE (orelha esquerda), SSI (*Synthetic Sentence Identification*), DD (Teste Dicótico de Dígitos), DPS (*Duration Pattern Sequence*), MLD (*Masking Level Difference*), RGDT (*Random Gap Detection Test*), dB (decibéis), ms (milissegundos).

11 ARTIGO 3 EM PORTUGUÊS

(Submetido para apreciação na Revista *European Archives of Otorhinolaryngology*)

Otite média crônica não colesteatomatosa em adolescentes: efeito na atenção, memória, função executiva e processamento auditivo central.

Márcia Salgado Machado¹, Adriane Ribeiro Teixeira², Sady Selaimen da Costa³.

¹ Fonoaudióloga, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (RS, Brasil).

² Fonoaudióloga, Doutora em Gerontologia e Geriatria pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Professora Adjunta do Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (RS, Brasil).

³ Médico otorrinolaringologista, Doutor em Medicina pela Universidade de São Paulo, Professor do Departamento de Oftalmologia e Otorrinolaringologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (RS, Brasil).

Autor para Correspondência:

Márcia Salgado Machado

Rua Sarmiento Leite, 245

Departamento de Fonoaudiologia (Prédio principal)

Porto Alegre –RS, Brasil

CEP 90050-170

RESUMO

Introdução: A privação auditiva associada à otite média com efusão precoce tem sido considerada como um fator de risco para o processamento auditivo central (PAC), bem como para o desenvolvimento de algumas funções cognitivas. No entanto, não foram encontrados estudos similares em sujeitos com otite média crônica. **Objetivo:** estudar as funções neuropsicológicas de atenção, memória de trabalho e função executiva em adolescentes com e sem otite média crônica não colesteatomatosa, bem como analisar suas inter-relações com a avaliação comportamental do PAC. **Material e métodos:** foram recrutados 68 adolescentes, sendo 34 com diagnóstico de OMCNC (grupo estudo- GE) e 34 sem passado otológico (grupo controle- GC). Foram utilizados os sub testes de atenção, memória de trabalho e funções executivas (fluência verbal fonêmica) do Instrumento de Avaliação Neuropsicológica Breve Neupsilin. O PAC foi avaliado por: MLD (*Masking Level Difference*), SSI (*Synthetic Sentence Identification*), RGDT (*Random Gap Detection Test*), DPS (*Duration Pattern Sequence*) e DD (Teste Dicótico de Dígitos). **Resultados:** Os resultados do Neupsilin demonstraram pontuações inferiores no grupo estudo quando comparados ao grupo controle nos seguintes testes: repetição de sequência de dígitos, ordenação ascendente de dígitos, *span* auditivo de sentenças e fluência verbal fonêmica. Constatou-se associação entre os testes de processamento auditivo central com os sub testes utilizados do Neupsilin. **Conclusões:** Os efeitos da OMCNC nas funções de atenção, memória e função executiva relacionadas ao transtorno do processamento auditivo central em adolescentes parecem ser potencializados pela gravidade da doença.

Palavras-Chave: percepção auditiva, adolescente, atenção, memória, função executiva, cognição.

INTRODUÇÃO

A cognição humana é constituída por diferentes funções, tais como atenção, memória, linguagem, funções executivas, entre outras (ZIMMERMANN *et al.*, 2016). Tais funções compartilham ações com estruturas auditivas específicas do sistema nervoso central auditivo durante o processamento da informação auditiva (SANCHEZ e ALVAREZ, 2006; AMERICAN ACADEMY OF AUDIOLOGY, 2010). Desta forma, é necessário estudar e incluir a neurociência na compreensão das interfaces entre o processamento auditivo central e as funções cognitivas (JORGE, 2016).

A literatura aponta evidências de prejuízos na função de atenção em indivíduos com histórico de otite média (KLAUSEN *et al.*, 2000; ASBJORNSEN *et al.*, 2000), bem como existem prováveis associações entre a memória de trabalho e escuta no ruído (KATZ e TILLERY, 1997; BRANNSTROM *et al.*, 2012; YATHIRAJ e MAGGU, 2013). Além disso, PRANDO *et al.* (2010) observaram que a função executiva compartilha mecanismos cognitivos subjacentes às habilidades auditivas.

Assim, existe um grande interesse quanto às inter-relações entre habilidades auditivas e cognitivas (PEREIRA, 2013). Neste sentido, a privação auditiva associada à otite média com efusão precoce tem sido considerada como um fator de risco não só para o processamento auditivo central, mas também para o desenvolvimento de algumas funções cognitivas (NORTHERN e DOWNS, 2005). Alguns estudos investigaram os efeitos da otite média com efusão precoce no desenvolvimento cognitivo (ZINKUS *et al.*, 1978; SAK e RUBEN, 1981; JOHNSON *et al.*, 2000; KLAUSEN *et al.*, 2000; NICLASEN *et al.*, 2016), mas não foram encontrados trabalhos referentes a sujeitos com otite média crônica.

O objetivo deste estudo foi estudar as funções neuropsicológicas de atenção, memória de trabalho e função executiva em adolescentes com e sem otite média crônica não

colesteatomatosa, bem como analisar suas inter-relações com a avaliação comportamental do PAC e com as variáveis: sexo, idade, repetência escolar, idade de início da otite média, escolaridade materna e renda familiar.

MÉTODOS

Este estudo consiste em um estudo observacional, transversal controlado, no qual foram recrutados 68 adolescentes de 12 a 18 anos (BRASIL, 1990), sendo 34 com diagnóstico de otite média crônica não colesteatomatosa (grupo estudo- GE) e 34 sem passado otológico (grupo controle- GC).

Para o grupo controle, foram considerados os seguintes critérios de inclusão: adolescentes provenientes de escolas públicas, sem histórico de otite média, com avaliação audiológica normal e desenvolvimento global típico. O grupo estudo foi constituído por adolescentes provenientes de escolas públicas, com diagnóstico de OMCNC unilateral ou bilateral e média de limiares auditivos nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz de até 40 dBNA na (s) orelha (s) afetada (s).

Para ambos os grupos foram considerados os seguintes critérios de exclusão: presença de transtornos mentais, neurológicos ou síndromes genéticas, ser canhoto, ter histórico de ensino formal de música e apresentar outros indicadores de risco para a deficiência auditiva. A informação acerca desses critérios foi realizada por meio da análise dos prontuários clínicos de cada paciente (grupo estudo) ou por meio de anamnese com os pais (grupo controle).

Os sujeitos que concordaram em participar da pesquisa realizaram os seguintes procedimentos: anamnese; avaliação neuropsicológica das funções de atenção, memória de trabalho e função executiva (fluência verbal); avaliação audiológica (audiometria tonal liminar e logaudiometria); e bateria de avaliação comportamental do PAC (MLD- *Masking*

Level Difference, SSI- *Synthetic Sentence Identification* com mensagem competitiva ipsilateral, RGDT- *Random Gap Detection Test*, DPS- *Duration Pattern Sequence* e DD- Teste Dicótico de Dígitos).

Todas as avaliações propostas foram realizadas por pesquisadores devidamente treinados e com experiência na realização das avaliações descritas.

Para a avaliação dos aspectos neuropsicológicos selecionados para este estudo, foi utilizado o Instrumento de Avaliação Neuropsicológica Breve Neupsilin (FONSECA *et al.*, 2008; PAWLOWSKI *et al.*, 2008), o qual foi aplicado de acordo com as instruções descritas no manual do instrumento. No entanto, apenas os seguintes sub testes foram realizados: atenção (contagem inversa e repetição de sequência de dígitos), memória de trabalho (ordenação ascendente de dígitos e *span* auditivo de sentenças) e função executiva (teste de fluência verbal).

No teste de contagem inversa, o escore máximo foi de 20 pontos, no qual cada ponto representou um acerto. Na repetição de sequência de dígitos, o escore máximo foi de sete pontos. Desta forma, o escore total das provas de atenção foi de 27 pontos.

Já na tarefa de ordenação ascendente de dígitos a pontuação máxima foi de 10 pontos, enquanto no *span* auditivo de sentenças o escore máximo foi de 28 pontos.

No teste de fluência verbal fonêmica, o escore foi definido pelo número de itens emitidos durante o período estabelecido para o teste.

É relevante esclarecer que os critérios de normalidade apresentados no manual do teste tiveram que ser adaptados à amostra deste estudo, uma vez que os valores de média e desvio padrão disponíveis no manual do teste são apresentados por série (7^a e 8^a série do ensino fundamental e 1^o, 2^o e 3^o ano do ensino médio). No entanto, alguns sujeitos deste estudo, apesar de apresentarem a idade mínima para a aplicação do teste (12 anos), ainda não estavam na 7^a série (devido à repetência escolar). Desta forma, utilizou-se o parâmetro indicado para 7^a

série, pois, pelo aspecto cronológico, deveria ser a série em andamento dos sujeitos. Além disso, em virtude da mudança no número de anos do ensino fundamental no país (o qual passou de oito para nove anos), os sujeitos que frequentaram o 9º ano foram enquadrados nos parâmetros de normalidade do 8º ano, uma vez que o manual do teste não apresenta parâmetros para esta série.

O cálculo do tamanho da amostra foi realizado no programa *WINPEPI* versão 11.43. Para um nível de significância de 5%, poder de 90%, com um tamanho de efeito mínimo de 0,8 desvios padrão entre os grupos, obteve-se um total mínimo de 33 sujeitos por grupo, totalizando 66 indivíduos.

A análise estatística dos dados foi realizada da seguinte forma: as variáveis qualitativas foram descritas por frequências absolutas e relativas, os testes qui-quadrado de *Pearson* ou Exato de *Fisher* foram utilizados para a comparação de proporções e os coeficientes de correlação de *Pearson* (distribuição simétrica) ou *Spearman* (distribuição assimétrica) foram aplicados para avaliar a associação entre os resultados dos testes. O nível de significância adotado foi de 5% ($p \leq 0,05$) e as análises foram realizadas no programa SPSS versão 21.0.

RESULTADOS

Os dados referentes às características da amostra estudada podem ser visualizados na Tabela 1.

<TABELA 1>

A Tabela 2 apresenta os resultados nos sub testes do Neupsilin realizados nos grupos controle e grupo estudo.

<TABELA 2>

Não foi observado associação entre os resultados dos sub testes do neupsilin realizados quando comparados com sexo ($p>0,20$), idade ($p> 0,05$), escolaridade da mãe ($p>0,4$), renda familiar ($p>0,05$), repetência escolar ($p>0,2$) e idade de início da otite média ($p>0,3$).

Na Tabela 3, pode-se verificar a associação entre os testes de processamento auditivo central e os testes neuropsicológicos realizado por meio do coeficiente de correlação de *Spearman*.

<TABELA 3>

DISCUSSÃO

Os resultados do Neupsilin demonstraram pontuações inferiores no grupo estudo quando comparados ao grupo controle nos seguintes testes: repetição de sequência de dígitos (atenção), ordenação ascendente de dígitos (memória de trabalho), *span* auditivo de sentenças (memória de trabalho) e fluência verbal fonêmica (função executiva). Constatou-se associação entre os testes DD, DPS e RGDT com o sub teste de contagem inversa (atenção), bem como do DD com os sub testes de repetição de sequência de dígitos (atenção), escore geral da função de atenção e fluência verbal fonêmica (função executiva). Além disso, o SSI foi associado à memória de trabalho (sub teste de ordenação ascendente de dígitos) e função executiva (fluência verbal fonêmica).

Em relação às alterações no teste de atenção (repetição de sequência de dígitos), acredita-se numa provável inter-relação entre a atenção e o PAC, a qual já foi documentada em alguns estudos realizados com indivíduos com histórico de otite média (KLAUSEN *et al.*, 2000; ASBJORNSEN *et al.*, 2000; HAAPALA *et al.*, 2016). Destaca-se o estudo de HAAPALA *et al.* (2016), o qual investigou as consequências da otite média aguda recorrente na atenção auditiva involuntária de crianças de dois anos de idade, por meio de potenciais

evocados de latência tardia. Neste estudo, os autores detectaram um controle imaturo da mudança de atenção em crianças com otite média aguda recorrente, relacionando-o com o comportamento típico de distração destas crianças. Além disso, também identificaram latência aumentada no MMN (*Mismatch Negativity*), sugerindo atraso na reorientação para o retorno da atividade em curso na amostra estudada. Portanto, quando expostos a sons perturbadores, os sujeitos com histórico positivo para otite média apresentaram organização neural atípica nos mecanismos neurais de atenção involuntária (HAAPALA *et al.*, 2016).

Destaca-se que, no presente estudo, foram utilizados dois sub testes para avaliação da função de atenção. No entanto, apenas um deles (repetição da sequência de dígitos) demonstrou diferença significativa entre os grupos estudo e controle. Acredita-se que isso ocorreu devido à facilidade do teste de contagem inversa, sendo o teste de repetição da sequência de dígitos mais complexo e, conseqüentemente, com nível maior de exigência atencional.

Quanto às diferenças observadas entre os grupos nos sub testes para avaliação da memória de trabalho, ressalta-se que, quando existe um déficit no processamento da entrada auditiva, tanto esforço é gasto na compreensão da informação auditiva que resta pouca energia para que ela seja lembrada (BELLIS, 2003). Desta forma, nos casos de processamento de entrada auditiva lento, a informação apresentada no início da comunicação não pode ser mantida na memória de trabalho no momento em que a última parte da mensagem é processada e, portanto, toda a mensagem pode ser "esquecida" ou não completamente entendida (BELLIS, 2003). Além disso, a literatura aponta associação entre a memória de trabalho e a dificuldade de escuta no ruído (KATZ e TILLERY, 1997; MODY *et al.*, 1999; BRANNSTROM *et al.*, 2012; YATHIRAJ e MAGGU, 2013) por serem tarefas desempenhadas por regiões cerebrais próximas (KATZ e TILLERY, 1997). Um exemplo disso é o hipocampo (um dos principais centros de memória no cérebro) na sua porção medial

inferior do lobo temporal anterior, sendo que déficits de fala no ruído também estão associados ao lobo temporal anterior (KATZ e SMITH, 1991). Por outro lado, THOMPSON *et al.* (2017) não encontraram relação entre a percepção de fala no ruído e a memória de trabalho em escolares ao investigar os processos biológicos e cognitivos envolvidos na percepção da fala no ruído na primeira infância. No entanto, o autor destaca a complexidade da percepção da fala no ruído, a qual consiste em uma tarefa complexa que requer a integração simultânea do processamento sensorial, atenção, memória e conhecimento linguístico (THOMPSON *et al.*, 2017).

Com relação à diferença observada entre os grupos no sub teste que avalia fluência verbal fonêmica, trata-se de um resultado esperado, uma vez que a fluência verbal é essencial para que os indivíduos possam apresentar comportamentos complexos e encadeados, tanto em relação a contextos de interação social/comunicativa quanto em situações cognitivas complexas que exijam maior controle mental e raciocínio (ZIMMERMANN *et al.*, 2016), como no PAC. Além disso, no estudo de PRANDO *et al.* (2010), verificou-se que a tarefa de função executiva foi uma das que menos se dissociou das tarefas do PAC, demonstrando que esta função compartilha mecanismos cognitivos subjacentes com as habilidades auditivas e, portanto, corroboram os achados desse estudo.

Quanto às associações identificadas entre os sub testes do Neupsilin e os testes de avaliação comportamental do PAC, o estudo de PRANDO *et al.* (2010) permite algumas considerações em relação aos resultados observados no presente estudo. As autoras demonstraram correlações fortes entre o desempenho de adolescentes em testes que avaliam o PAC e tarefas que avaliam habilidades neuropsicológicas como atenção e memória de trabalho, as quais são justificadas pelo compartilhamento de habilidades cognitivas subjacentes entre as mesmas.

Neste sentido, numa perspectiva da neurociência cognitiva, existem poucas (se existirem) áreas inteiramente compartimentadas no cérebro que sejam responsáveis por apenas uma modalidade sensorial (PRANDO *et al.*, 2010), uma vez que a organização cerebral não é modular (JERGER e MUSIEK, 2000). De acordo com a AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION (2005), há indícios de que o processamento de informações sensoriais é interdependente e integrado a domínios cognitivos que incluem a atenção e a memória. Neste sentido, as correlações observadas neste estudo entre os testes de PAC e as tarefas do Neupsilin podem ser compreendidas.

PRANDO *et al.* (2010) observaram correlação entre o SSI e uma tarefa de atenção, a qual foi justificada pelos autores pela elevada demanda de atenção exigida para a realização da tarefa. No entanto, nesse estudo, esta correlação não foi observada, sendo demonstrada relação do SSI com tarefas de memória de trabalho e fluência verbal. Esses resultados se assemelham a outros estudos que observaram correlações entre a percepção de fala no ruído e a memória de trabalho (KATZ e TILLERY, 1997; MODY *et al.*, 1999; BRANNSTROM *et al.*, 2012; YATHIRAJ e MAGGU, 2013).

As demais associações observadas neste trabalho não foram verificadas na literatura. No entanto, acredita-se que elas ocorreram devido à sobreposição de áreas cerebrais envolvidas na realização de tarefas auditivas e cognitivas em geral (MUSIEK *et al.*, 2005), as quais mantêm uma relação de interdependência entre esses processos (BELLIS, 2003). Do mesmo modo, PRANDO *et al.* (2010) reforçam que não existe uma relação causal entre déficits em funções neuropsicológicas e déficits na percepção auditiva e, portanto, a avaliação do PAC deve ser realizada e analisada num processo de complementaridade à avaliação neuropsicológica.

Os resultados apresentados neste estudo confirmam os achados da literatura em relação às correlações observadas entre as habilidades do PAC e as funções de atenção e memória

(PRANDO *et al.*, 2010; BELLIS, 2003). No entanto, ainda são restritos os trabalhos envolvendo estas correlações (PRANDO *et al.*, 2010), fato que dificulta o total esclarecimento do tema.

No que tange especificamente à OMCNC, é importante ressaltar que a extensão do efeito da privação auditiva necessária para provocar uma alteração cognitiva em humanos é desconhecida (RUBEN, 1984), uma vez que se trata de uma doença dinâmica (RAMOS *et al.*, 2006) que deve ser considerada como um evento que faz parte de um processo contínuo de doença (PEREIRA *et al.*, 2006). Além disso, a privação auditiva decorrente da OMCNC não ocorre apenas no período de desenvolvimento do sistema nervoso auditivo central, mas acompanha o indivíduo de forma flutuante ou permanente por longos períodos.

Portanto, o papel da otite média em relação ao desenvolvimento dos aspectos neuropsicológicos ainda divide os profissionais em diferentes perspectivas (NORTHERN e DOWNS, 2005; WILLIAMS e JACOBS, 2009). No entanto, aceita-se na literatura da área que uma história precoce de otite média crônica com efusão esteja associada a uma maior incidência de dificuldades de aprendizagem, déficits de linguagem e distúrbios de atenção (BELLIS, 2003). A hipótese é de que isso ocorre pois a recepção e análise das características dos sons (tais como frequência, intensidade e duração) servem como base construtora da linguagem, principalmente no que diz respeito ao desenvolvimento da memória dos padrões de sons da língua (PEREIRA, 1999).

No entanto, é necessário reforçar que não foram encontrados estudos similares realizados em sujeitos com otite média crônica, sendo que o foco tem sido na otite média com efusão precoce. Desta forma, deve-se considerar que, na OMCNC, os efeitos no PAC e na cognição provavelmente sejam potencializados pela gravidade da doença.

Destaca-se ainda que, nesta pesquisa, não foi realizada a avaliação neuropsicológica completa proposta no Neupsilin, uma vez que estudos prévios relacionam o PAC com as

funções de atenção e memória de trabalho. Entretanto, sugere-se que novos estudos sejam realizados com a bateria completa de avaliação do instrumento para proporcionar a análise de outras hipóteses envolvendo outras funções cognitivas.

Tendo em vista que os dados obtidos reforçam a hipótese de que a função auditiva central envolve muito mais do que um mapa do sistema nervoso central para a porção auditiva (PRANDO *et al.*, 2010), este estudo traz reflexões acerca de alterações em funções neuropsicológicas de sujeitos com OMCNC com TPAC, as quais devem ser consideradas e investigadas em estudos futuros.

CONCLUSÕES

Este estudo demonstrou que as funções neuropsicológicas de atenção, memória de trabalho e função executiva (fluência verbal fonêmica) demonstraram alterações em adolescentes com OMCNC quando comparadas com o grupo controle. Também foram encontradas associações entre os resultados dos sub testes para avaliação das funções neuropsicológicas e dos testes utilizados para avaliação comportamental do processamento auditivo central em adolescentes com OMCNC. Desta forma, os efeitos da OMCNC nas funções de atenção, memória e função executiva testadas relacionadas ao transtorno do PAC em adolescentes parecem ser potencializados pela gravidade da doença.

REFERÊNCIAS

ACADEMIA BRASILEIRA DE AUDIOLOGIA. (2016). Fórum de diagnóstico audiológico. 31º Encontro Internacional de Audiologia. São Paulo, SP. Disponível em: http://www.audiologiabrasil.org.br/31eia/pdf/forum_f.pdf . Acesso em: 28 fev. 2017.

AMERICAN ACADEMY OF AUDIOLOGY. **Clinical Practice Guidelines**: Diagnosis, treatment and management of children and adults with central auditory processing disorder. 2010. Disponível em: www.audiology.org. Acesso em: 27 fev. 2017.

AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION. (Central) auditory processing disorders [Technical Report]. 2005. Disponível em: www.asha.org/policy. Acesso em: 27 fev. 2017.

ASBJORNSEN, A.; HOLMEFJORD, A.; REISAETER, S. et al. Lasting auditory attention impairment after persistente middle ear infections: a dichotic listening study. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 42, p. 481-486, 2000.

BELLIS, T.J. **Assessment and management of central auditory processing disorders in the educational setting from Science to practice**. 2. ed. Clifton Park, NY: Thomson/Delmar Learning, 2003. 532 p.

BRANNSTROM, K.J.; ZUNIC, E.; BOROVAC, A.; IBERTSSON, T. Acceptance of background noise, working memory capacity, and auditory evoked potentials in subjects with normal hearing. **J Am Acad Audiol**, v. 23, p. 542-552, 2012.

BRASIL. Lei 8.069, de 13 de Julho de 1990. **Estatuto da Criança e do Adolescente**. Brasília: Ministério da Justiça, 1990.

FONSECA, R.P.; SALLES, J.F.; PARENTE, M.A.M.P. Development and content validity of the Brazilian Brief Neuropsychological Assessment Battery Neupsilin. **Psychology & Neuroscience**, v. 1, n. 1, p. 55-62, 2008.

HAAPALA, S.; NIEMITALO-HAAPOLA, E.; RAAPPANA, A. et al. Long-term influence of recurrent acute otitis media on neural involuntary attention switching in 2-year-old children. **Behavioral and Brain Functions**, v. 12, n. 1, 2016.

JERGER, J.; MUSIEK, F. Report of the consensus conference on the diagnosis of auditory processing disorders in school-age children. **J Am Acad Audiol**, v. 11, n. 9, p. 467-474, 2000.

JOHNSON, D.L.; SWANK, P.R.; OWEN, M.J. *et al.* Effects of early middle ear effusion on child intelligence at three, five, and seven years of age. **Journal of Pediatric Psychology**, v. 25, n. 1, p. 5-13, 2000.

JORGE, V. Neuropsicologia: área de atuação na avaliação e intervenção fonoaudiológica. **Revista do Conselho Regional de Fonoaudiologia Nossa Voz**, n.13, p. 13-14, 2016.

KATZ, J.; TILLERY, K.L. An introduction to auditory processing. In: LICHTIG, I.; CARVALLO, R.M.M. **Audição: abordagens atuais**. Carapicuíba, SP: Pró-Fono, 1997. p. 119-143.

KATZ, J.; SMITH, P. The staggered spondaic word test: a ten minute look at the central nervous system through the ears. **Ann Acad Sci**, v. 620, p. 223-251, 1991.

KLAUSEN, O.; MOLLER, P.; HOLMEFJORD, A. et al. Lasting effects of otitis media with effusion on language skills and listening performance. **Acta Otolaryngol**, v. 543 (Suppl), p. 73-76, 2000.

MODY, M.; SCHWARTZ, R.G.; GRAVEL, J.S.; RUBEN, R.J. Speech perception and verbal memory in children with and without histories of otitis media. **Journal of Speech, Language, and Hearing Research**, v. 42, p. 1069-1079, 1999.

MUSIEK, F.E.; BELLIS, T.J.; CHERMAK, G.D. Nonmodularity of the central auditory nervous system: implications for (central) auditory processing disorder. **Am J Audiol**, v. 14, n.2, p. 128-138, 2005.

NICLASSEN, J.; OBEL, C.; HOMOE, P. et al. Associations between otitis media and child behavioural and learning difficulties: results from a Danish cohort. **International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology**, v. 84, p. 12-20, 2016.

NORTHERN, J.L.; DOWNS, M.P. **Audição na infância**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005. 359p.

PAWLOWSKI, J.; FONSECA, R.P.; SALLES, J.F. et al. Evidências de validade do instrumento de avaliação neuropsicológica breve Neupsilin. **Arquivos Brasileiros de Psicologia**, v. 60, n. 2, p. 101-116, 2008.

PEREIRA, L.D. Avaliação do processamento auditivo central: objetivo e encaminhamento. In: CALDAS, N.; NETO, S.C.; SIH, T. **Otologia e audiologia em pediatria**. Rio de Janeiro: Revinter, 1999. p. 224-230.

PEREIRA, L.D. Introdução ao processamento auditivo central. In: BEVILACQUA, M.C. et al. In: **Tratado de audiologia**. São Paulo: Santos, 2013. p. 279-291.

PEREIRA, M.B.R.; RAMOS, B.D.; COSTA, S.S. Otite média com efusão. In: COSTA, S.S.; CRUZ, O.L.M.; OLIVEIRA, J.A.A. et al. (org). **Otorrinolaringologia: princípios e prática**. 2.ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 283-288.

PRANDO, M.L.; PAWLOWSKI, J.; FACHEL, J.M.G. et al. Relação entre habilidades de processamento auditivo e funções neuropsicológicas em adolescentes. **Rev CEFAC**, v. 12, n. 4, p. 646-661, 2010.

RAMOS, B.D.; PEREIRA, M.B.R.; COSTA, S.S. Otite média aguda e otite média aguda recorrente. In: COSTA, S.S.; CRUZ, O.L.M.; OLIVEIRA, J.A.A. et al. (org). **Otorrinolaringologia: princípios e prática**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 274-282.

RUBEN, R.J. An inquiry into the minimal amount of auditory deprivation which results in a cognitive effect in man. **Acta Otolaryngol Suppl**, v. 414, p. 157-164, 1984.

SANCHEZ, M.L.; ALVAREZ, A.M.M.A. Processamento auditivo central: avaliação. In: COSTA, S.S.; CRUZ, O.L.M.; OLIVEIRA, J.A.A. et al. (org). **Otorrinolaringologia: princípios e prática**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 191-202.

SAK, R.J.; RUBEN, R.J. Recurrent middle ear effusion in childhood: Implications of temporary auditory deprivation for language and learning. **Annals of Otology, Rhinology, and Laryngology**, v. 90, p. 546-551, 1981.

THOMPSON, E.C.; CARR, K.W.; WHITE-SCHWOCH, T. et al. Individual differences in speech-in-noise perception parallel neural speech processing and attention in preschoolers. **Hearing Research**, v. 344, p. 148-157, 2017.

WILLIAMS, C.J.; JACOBS, A.M. The impact of otitis media on cognitive and educational outcomes. **MJA**, v. 191, n. 9, p. s69-s72, 2009.

YATHIRAJ, A.; MAGGU, A.R. Screening test of auditory processing (STAP): a preliminary report. **J Am Acad Audiol**, v. 24, p. 867-878, 2013.

ZIMMERMANN, N.; CARDOSO, C.O.; MORAES, A.L. et al. Funções executivas e linguagem na infância: conceitos e relações entre componentes cognitivos para a interpretação neuropsicológica e neuropsicológica. In: FONSECA, R.P.; PRANDO, M.L.; ZIMMERMANN, N. **Tarefas para avaliação neuropsicológica**. Volume 1. Avaliação de linguagem e funções executivas em crianças. São Paulo: Memnom, 2016. p. 15-25

ZINKUS, P.W.; GOTTLIEB, M.I.; SCHAPIRO, M. Developmental and psychoeducational sequelae of chronic otitis media. **Am J Dis Child**, v. 132, p. 1100-1104, 1978.

Tabela 1- Caracterização da amostra.

Variáveis	Grupo OMCNC (n=34)	Grupo Controle (n=34)
Idade (anos) – média ± DP	14,9±2,1	15,1±2,1
Sexo – n(%)		
Masculino	22 (64,7)	22 (64,7)
Feminino	12 (35,3)	12 (35,3)
Anos de escolaridade – média ± DP	8,8±1,9	9,3±2,3

LEGENDA: n (número), DP (desvio padrão).

Tabela 2- Resultados dos testes neuropsicológicos.

Variáveis	Grupo OMCNC	Grupo Controle	P
	(n= 34) n (%)	(n= 34) n (%)	
Atenção- Contagem Inversa			0,053
Normal	29 (85,3)	34 (100)	
Alterado	5 (14,7)	0 (0,0)	
Atenção- Repetição de Sequência de Dígitos			0,011*
Normal	27 (79,4)	34 (100)	
Alterado	7 (20,6)	0 (0,0)	
Atenção Escore Total			0,114
Normal	30 (88,2)	34 (100)	
Alterado	4 (11,8)	0 (0,0)	
Memória de Trabalho- Ordenação Ascendente de Dígitos			0,025*
Normal	28 (82,4)	34 (100)	
Alterado	6 (17,6)	0 (0,0)	
Memória de Trabalho- <i>Span</i> auditivo de sentenças			0,002*
Normal	25 (73,5)	34 (100)	
Alterado	9 (26,5)	0 (0,0)	
Função Executiva- Fluência Verbal Fonêmica			0,001*
Normal	23 (67,6)	34 (100)	
Alterado	11 (32,4)	0 (0,0)	

LEGENDA: n (número), OMCNC (otite média crônica não colesteatomatosa).

* $p \leq 0,05$ (nível de significância estatística).

Tabela 3- Associação entre os testes de PAC e os testes neuropsicológicos através do coeficiente de correlação de Spearman.

Variáveis	Resultados do Neupsilin					
	Contagem Inversa	Repetição de Sequência Dígitos	Geral Atenção	Ordenação Ascendente de Dígitos	Span auditivo de sentenças	Fluência Verbal Fonêmica
SSI 0						
OD	0,039	0,241	0,090	0,168	0,059	0,326
OE	0,097	0,173	0,159	0,477**	-0,218	0,342*
SSI -15						
OD	0,095	0,292	0,119	0,133	-0,087	0,219
OE	0,104	0,219	0,180	0,221	-0,205	0,392*
DD						
OD	0,346*	0,428*	0,376*	0,235	0,125	0,188
OE	0,431*	0,346*	0,434*	0,025	0,018	0,354*
DPS	0,390*	0,056	0,322	0,130	0,072	0,260
MLD	0,082	0,128	0,000	-0,084	0,200	0,039
RGDT	-0,353*	-0,298	-0,285	0,047	-0,205	-0,026

*p<0,05; **p<0,01

LEGENDA: OMCNC (otite média crônica não colesteatomatosa), OD (orelha direita), OE (orelha esquerda), SSI (*Synthetic Sentence Identification*), DD (Teste Dicótico de Dígitos), DPS (*Duration Pattern Sequence*), MLD (*Masking Level Difference*), RGDT (*Random Gap Detection Test*).

* p ≤ 0,05 (nível de significância estatística).

12 CONCLUSÕES

- A OMCNC demonstrou alterações nos seguintes mecanismos fisiológicos do processamento auditivo central: interação binaural, processamento temporal e escuta monoaural de baixa redundância, sendo esta última a mais afetada.
- O processamento auditivo central é afetado por alterações condutivas unilaterais e bilaterais associados à OMCNC, sendo maior nos casos unilaterais.
- A renda familiar parece ser um indicador socioeconômico associado ao agravamento das alterações do PAC em pacientes com OMCNC.
- As funções de memória de trabalho, atenção e fluência verbal semântica demonstraram-se alteradas em adolescentes com OMCNC quando comparados ao grupo controle.
- As funções do PAC e alguns aspectos neuropsicológicos (memória de trabalho, atenção e fluência verbal semântica) não demonstraram associação com as seguintes variáveis em adolescentes com OMCNC: sexo, idade, idade de início da otite média, escolaridade materna e repetência escolar.
- Foram evidenciadas algumas correlações entre os testes de PAC e os sub testes de fluência verbal, atenção e memória de trabalho em adolescentes com OMCNC, principalmente em relação ao mecanismo de escuta dicótica e a função de atenção.

APÊNDICES

APÊNCIDE A- ARTIGO 1 EM INGLÊS

(Submitted for International Archives of Otorhinolaryngology)

Auditory deprivation caused by early otitis media with effusion: myths and truths about changes in auditory processing

Márcia Salgado Machado¹, Adriane Ribeiro Teixeira², Andressa Colares da Costa Otavio³, Bruna Macangnin Seimetz⁴, Sady Selaimen da Costa⁵.

1 Speech therapist, Ph.D. student, Graduate Program in Child and Adolescent Health of the Federal University of Rio Grande do Sul, Assistant Professor, Department of Speech Pathology, Federal University of Health Sciences of Porto Alegre.

2 Speech Therapist, Ph.D., Adjunct Professor, Department of Speech Pathology, Federal University of Rio Grande do Sul.

3 Speech Therapist, M.S. student, Graduate Program in Child and Adolescent Health of the Federal University of Rio Grande do Sul.

4 Speech Therapist, M.S. in Child and Adolescent Health at the Federal University of Rio Grande do Sul.

5 Otorhinolaryngologist, Ph.D., Associate Professor, Department of Ophthalmology and Otorhinolaryngology, Federal University of Rio Grande do Sul.

Corresponding author: Marcia Salgado Machado

Address: Rua Sarmiento Leite, 245. Department of Speech Pathology. Porto Alegre –RS, Brasil. CEP 90050-170

Phone: (+555133038817)

E-mail: marciasm@ufcspa.edu.br

ABSTRACT

Introduction: In the past 40 years, the literature has attempted to clarify the evidence on the effect of early auditory deprivation caused by early otitis media with effusion (OME) on central auditory processing (CAP). **Objective:** The aim of this study was to evaluate the scientific evidence on the effects of auditory deprivation caused by early OME on the CAP of children and adolescents. **Data Synthesis:** A systematic search was conducted in the following databases: Scientific Electronic Library Online (Scielo), Latin American and Caribbean Health Sciences (Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde–LILACS), PubMed, Scopus, and Web of Science, PubMed, Medline, and Cochrane databases from the earliest publication, up until October 2016. Eight prospective studies that reported children or adolescents (aged less than 18 years) with early OME in the first years of life were selected. **Conclusions:** The results indicated a correlation between auditory deprivation caused by early OME and changes in CAP in children and adolescents. The hearing ability that was consistently susceptible to auditory deprivation was the auditory figure-ground.

Key words: auditory perception; otitis media; children.

INTRODUCTION

Otitis media with effusion (OME) is a middle-ear inflammation characterized by the presence of fluid in the middle ear without signs or symptoms of acute infection and perforation of the tympanic membrane ¹. This condition reduces the mobility of the tympanic membrane and limits the transmission of sound waves ².

The high prevalence of OME in early childhood has generated speculation about its effect on the development of the human auditory system because this condition is the most common reason for medical consultations and surgeries in children ³. When it affects children in the first five years of life, it can be considered "early" ^{3,4}. It is believed that temporary and fluctuating hearing loss caused by the disease at this stage of life may impair hearing development ³⁻⁵ and is considered a form of auditory deprivation ⁶.

The first study that described a probable association between early auditory deprivation and changes in auditory development in the long term dates from 1962. This case report described the effects of auditory deprivation on the late behavior of a patient ⁷. Since then, several studies ^{3-6,8-13} have attempted to elucidate the effect of early auditory deprivation caused by early OME on central auditory processing (CAP) in the long term.

However, despite the large number of studies published in the past 40 years, many controversies persist ^{13,14}. These controversies are criticized by several authors because most of these studies were retrospective ^{3,5,15,16}, which limited the establishment of a precise correlation between the disease and outcomes ³. Therefore, longitudinal studies are needed to see if the negative effects of early OME persist after the recovery of tonal auditory thresholds¹⁶.

The aim of this study was to analyze the scientific evidence on the effects of auditory deprivation caused by early OME on the CAP of children and adolescents. Therefore, this study was developed by the following questions:

- The association between hearing deprivation caused by early OME and changes in the CAP in children and adolescents;
- The auditory skills of CAP that are susceptible to auditory deprivation caused by early OME.

REVIEW OF LITERATURE

This systematic review involved the search of studies on the effect of early OME on the CAP of children and adolescents. Systematic reviews are used as a starting point for the conduct of clinical practice and thus are crucial in health care ¹⁷. The planning and development of this study were based on the guidelines of the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) ¹⁷.

The search was conducted in the following databases: Scientific Electronic Library Online (SciELO), Latin American and Caribbean Health Sciences (Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde–LILACS), PubMed, Scopus, and Web of Science.

The descriptors were searched using the structured and trilingual "Descriptors in Health Sciences" (Descritores em Ciências da Saúde–DeCS), prepared by the Latin American and Caribbean Center of Information in Health Sciences (Centro Latino-Americano e do Caribe de Informações em Ciências da Saúde) from the Regional Library of Medicine (Biblioteca Regional de Medicina–BIREME) for use in the indexing of articles from scientific journals, books, conference proceedings, technical reports, and other materials.

The search strategy was performed with the following descriptors: “*Auditory*

perception” OR “Auditory perceptual disorders” OR “Auditory diseases, central” AND “Otitis media.” There was no restriction of the initial date for the search of the articles and, therefore, the selection period involved all articles published until October 2016.

The following inclusion criteria were adopted: studies that evaluated children or adolescents (aged less than 18 years) with early OME; studies with a prospective design about to the monitoring of early OME and recommendation grade of at least B¹⁸; studies with detailed descriptions of the criteria used for the diagnosis of otitis media in the subjects investigated; studies that described the evaluation procedures and interpretation criteria of the auditory processing tests used; and studies published in English, Portuguese, and Spanish.

The studies that did not agree with the inclusion criteria and those that did not present the data clearly were excluded from the selection process. The studies were selected from August to October 2016. The studies were selected by two independent researchers and subsequently analyzed by a third professional (judge), who analyzed whether the articles selected were in accordance with the established criteria.

Figure 1 shows the results of the search strategy.

<FIGURE 1>

Figure 2 shows the characteristics of studies included in this review.

<FIGURE 2>

The results observed in the selected studies will be presented according to the assessed auditory ability.

In the auditory figure-ground, three studies^{5, 15, 19} that used tests for their evaluation verified changes. Only one of the studies⁶ showed no evidence of changes in this ability. Furthermore, the study by Hogan and Moore (2003)³ found changes only in children with very persistent OME.

The binaural hearing was investigated in cases of asymmetric OME, but no alterations were found in the study sample ¹⁰. One study ³ found alteration in this ability only in children with very persistent OME (> 45%), two studies found no evidence of deficit in this aspect ^{19, 20}.

The auditory temporal resolution was evaluated in a single study included in this review ⁴, wherein this ability was recovered after normalization of the hearing thresholds changed by OME.

Other hearing abilities were less emphasized in the selected studies, including binaural integration and auditory closure. Only one study evaluated these abilities ¹⁹ and indicated no changes in the comparison of the group with and without early OME. In addition to these abilities, Gravel *et al* (2006) ⁶ evaluated sound localization and found no changes in the study sample.

DISCUSSION

This study was conducted to elucidate the likely changes in the CAP in children and adolescents with a history of early OME documented prospectively.

The auditory figure-ground ability is usually affected in children with a history of early OME documented prospectively ^{5, 15, 19}. Furthermore, the analysis of the ages at follow-up indicated that the changes in the auditory figure-ground persisted even in cases in which the OME was documented only in the first year of life ¹⁵. Other studies extended the follow-up to the first 2 years of life ⁵, and between 2 and 4 years of life ¹⁹. Therefore, it is possible to infer that early OME is a risk factor for changes in the auditory figure-ground even in cases in which the episodes are limited to the first year of life.

On the other hand, the three studies that evaluated binaural interaction did not identify changes^{6, 10, 20}. Regarding temporal resolution, the results demonstrated in the selected study⁴ presented evidence of recovery of this ability after hearing normalization. For other auditory abilities that compose the CAP, no data were found in the studies selected for this review. This review included only prospective studies because of the need for adequate documentation of episodes of early OME for the validation of relevant scientific evidence.

The discussion held in this study allowed the clarification of the pre-established guiding questions.

With regard to the presence of a correlation between hearing deprivation caused by early OME and likely changes in the CAP of children and adolescents, it can be inferred that this correlation occurs to some extent. For CAP abilities that are considered susceptible to early OME, it is possible to infer that the auditory figure-ground ability is considered susceptible because the changes were consistently observed in different studies with a high level of scientific evidence^{5, 15, 19}. Therefore, the auditory figure-ground ability is negatively affected by a history of early OME¹⁵.

It should be noted that the speech-in-noise perception might have negative consequences in everyday situations and might limit communication in adverse listening situations⁵. Therefore, interventions are essential in these children considering the significant impact of this ability in the social environment, especially in schools, when the ability in competitive speech is necessary for children to acquire a primary message and ignore concurrent messages, which are potentially distorted¹⁵. Moreover, the association between age at the first episode and the score in the noise speech test⁵ should be a warning sign to clinicians of cases of early OME.

FINAL COMMENTS

Finally, the results presented in this study demonstrate that the fluctuating nature of OME may strongly compromise the normal pattern of hearing development, at least with respect to the figure-ground ability.

Therefore, it is important to emphasize the need for referral of children diagnosed with early OME to evaluation and therapeutic intervention because this condition is treatable.

REFERENCES

1. Bluestone CD, Gates GA, Klein JO, et al. Definitions, terminology, and classification of otitis media. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2000; 111: 8-18.
2. Saffer M, Miura MS. Otite média com efusão. In: Caldas Neto S, Mello Júnior JF, Martins RHG, Costa SS. *Tratado de otorrinolaringologia e cirurgia cervicofacial*. Volume II. 2nd ed. São Paulo: Roca; 2011: 84-98.
3. Hogan SCM, Moore DR. Impaired binaural hearing in children produced by a threshold level of middle ear disease. *Journal of the Association for Research in Otolaryngology (JARO)* 2003; 4: 123-129.
4. Hartley DEH, Moore DR. Effects of otitis media with effusion on auditory temporal resolution. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology* 2005; 69: 757-769.
5. Zumach A, Gerrits E, Chenault MN, Anteunis LJC. Otitis media and speech-in-noise recognition in school-aged children. *Audiol Neurotol* 2009; 14: 121-129.
6. Gravel JS, Roberts JE, Roush J, et al. Early otitis media with effusion, hearing loss, and auditory process at school age. *Ear & Hearing* 2006; 27 (4): 353-368.
7. Eisen NH. Some effects of early sensory deprivation on later behavior: the quodam hadr-of-hearing child. *Journal of Abnormal and Social Psychology* 1962; 65 (5): 338-342.
8. Welsh LW, Welsh JJ, Healy MP. Effect of sound deprivation on central hearing. *Laryngoscope* 1983; 93: 1569-1575.
9. Hogan SCM, Meyer SE, Moore DR. Binaural unmasking returns to normal in teenagers who had otitis media in infancy. *Audiol Neurotol* 1996; 1: 104-111.
10. Stollman MHP, Snik AFM, Schilder AGM, Broek PVD. Measures of binaural hearing in children with a history of asymmetric otitis media with effusion. *Audiol Neurotol* 1996; 1: 175-185.
11. Machado MS. Reconhecimento de sentenças no silêncio e no ruído em escolares com e sem histórico de otite média recorrente [dissertation]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2002: 84.
12. Borges LR, Paschoal JR, Colella-Santos MF. (Central) Auditory processing: the impact of otitis media. *Clinics* 2013; 68(7): 954-959.
13. Khavarghazalani B, Farahani F, Emadi M, Dastgerdi ZH. Auditory processing abilities in children with chronic otitis media with effusion. *Acta Oto-Laryngologica* 2016; 136 (5): 456-459.

14. Niclasen J, Obel C, Homoe P, et al. Associations between otitis media and child behavioural and learning difficulties: results from a Danish cohort. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology* 2016; 84: 12-20.
15. Gravel JS, Wallace IF. Listening and language at 4 years of age: effects of early otitis media. *Journal of Speech and Hearing Research* 1992; 35: 588-595.
16. Maruthy S, Mannarukrishnaiah J. Effect of early onset otitis media on brainstem and cortical auditory processing. *Behavioral and Brain Functions* 2008, 4: 17.
17. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. The PRISMA Group. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *Plos Medicine* 2009; 6 (7): e1000097.
18. Oxford Centre for Evidence-Based Medicine (OCEBM). "The Oxford 2011 Levels of Evidence". Table of Evidence Working Group. <http://www.cebm.net/index.aspx?o=5653>.
19. Schilder AGM, Snick AFM, Straatman H, Broek VD. The effect of otitis media with effusion at preschool age on some aspects of auditory perception at school age. *Ear & Hearing* 1994; 15: 224-231.
20. Hutchings ME, Meyer SE, Moore DR. Binaural masking level differences in infants with and without otitis media with effusion. *Hearing Research* 1992; 63: 71-78.

Figure 1 - Diagram of the search strategy.

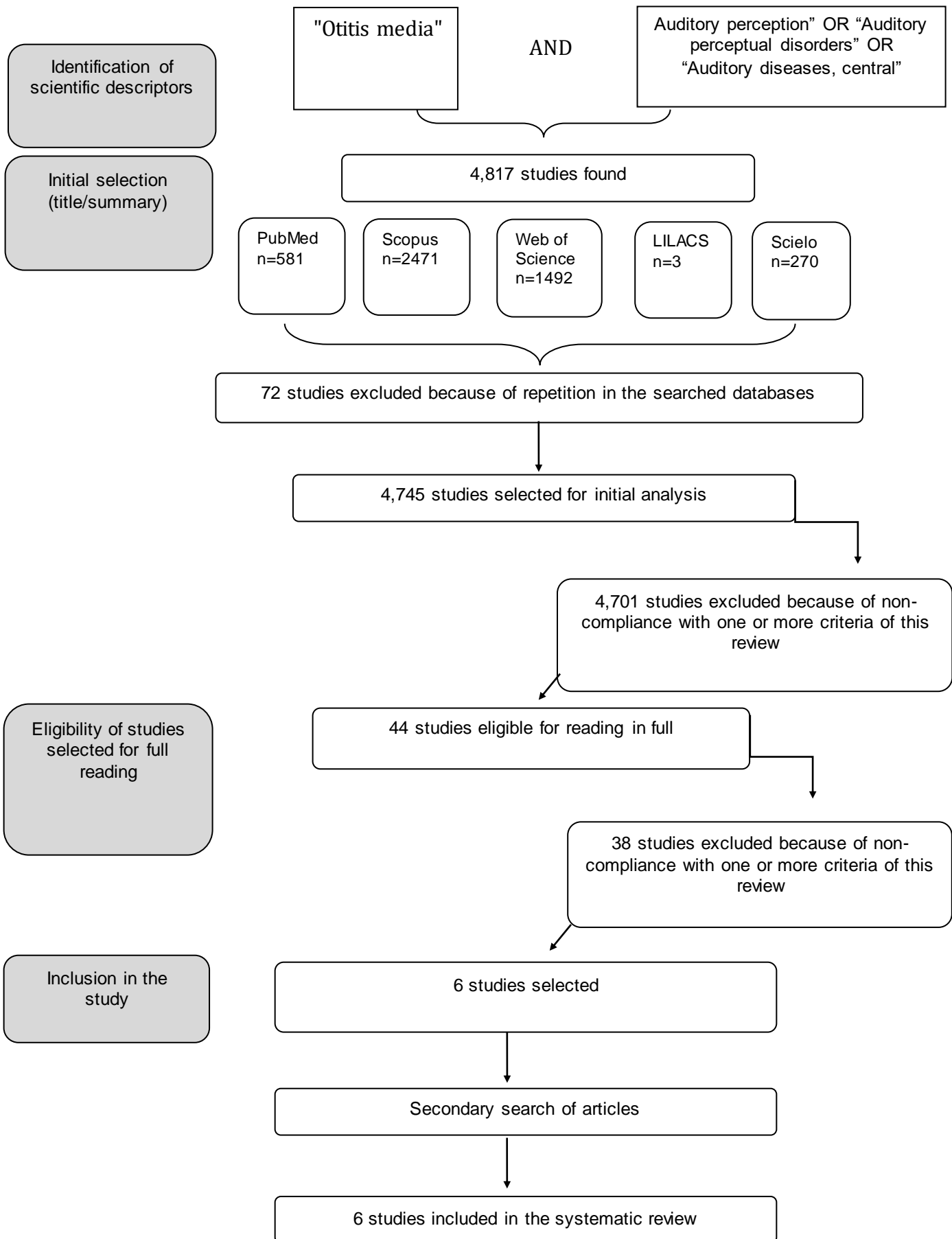


FIGURE 2. Characteristics of the studies included in this review.

Authors and year of publication	Country	Objective	Study sample		Diagnosis of early OME		CAP tests	Assessed hearing abilities
			n	Average age (years)	Procedures	Criteria		
Gravel and Wallace (1992)	United States	Examine a cohort of preschool children whose middle ear conditions were properly documented during the first year of life.	23	4,1	Periodic otoscopy during the first year of life.	Presence of effusion in the bilateral middle ear in 30% of the evaluations.	Adaptive PSI	Auditory figure-ground.
Hutchings <i>et al</i> (1992)	UK	Evaluate the MLD in infants, children, and adults with normal hearing and compare these results with MLD of infants with documented OME.	37	0,58 (infants). 9,5 (children) 23,9 (adults)	Otoscopy and tympanometry monthly home visits initiated 4 to 7 weeks after birth.	Type B tympanogram (at least 3 evaluations).	MLD	Binaural integration.
Schilder <i>et al</i> (1994)	Netherlands	Evaluate the effect of OME in preschool children on auditory perception in school age.	89	8,02	Tympanometry every 3 months during screening for OME at ages 2 to 4 years.	Type B tympanogram on either ear.	STN FST BFT DLT	Binaural integration, binaural interaction, auditory closure, auditory figure-ground.
Stoolman <i>et al</i> (1996)	Netherlands	Assess the possible effects of early asymmetric OME on binaural hearing.	5	11,1	Tympanometry every 3 months for 2 to 4 years.	OME predominantly unilateral (at least 5 episodes in 9 evaluations).	MLD	Binaural interaction
Hogan & Moore (2003)	UK	Correlate the history of OME with binaural hearing in children with the status of the middle ear documented prospectively.	31	6,7	Otoscopy and tympanometry every month in the first 5 years of life.	Type B tympanogram on either ear.	MLD	Binaural interaction
Hartley & Moore (2005)	UK	Investigate the residual effects of OME in auditory perception in	42	8,2	Tympanometry every month in the first 5 years of life.	Type B tympanogram on either ear (at least 34% of evaluations)	CRM	Temporal resolution.

		school age.						
Gravel <i>et al</i> (2006)	United States	Analyze peripheral and central auditory processes in a group of children aged 8 years, whose middle ear function and auditory acuity were documented prospectively.	73 (cohort 1) 59 (cohort 2)	8,2 (cohort 1) 8,1 (cohort 2)	Cohort 1= Otoscopy every 3 months for 7 to 39 months. Cohort 2= Tympanometry every 3 months for 7 to 39 months.	Cohort 1= Presence of effusion in the middle ear Cohort 2= Type B tympanogram	- MLD - AVL - PSI	- Binaural interaction; - Sound localization; - Auditory figure-ground.
Zumach <i>et al</i> (2009)	Netherlands	The evaluation of the history of early OME and its associated hearing loss has long-term effects on auditory perception.	55	7,2	Otoscopy, tympanometry and audiometry every 3 months for 0 to 24 months.	Presence of effusion in the middle ear and type B tympanogram.	SPIN test	Auditory figure-ground.

LEGENDA: n (number), OME (otitis media with effusion), CAP (central auditory processing), PSI (*Pediatric Speech Intelligibility*), SNT (speech in noise test), STN (speech test in noise), FST (filtered speech test), BFT (binaural fusion test), DLT (Dichotic listening test), MLD (*Masking Level Difference*), AVL (auditory virtual location), SPIN (*Speech-in-noise*), CRM (*Comodulation Masking Release*).

APÊNCIDE B- ARTIGO 2 EM INGLÊS

(This manuscript will be submitted to a journal with Qualis A2 or higher)

**Central auditory processing in teenagers with non-cholesteatomatous chronic otitis
media.**

Márcia Salgado Machado¹, Adriane Ribeiro Teixeira², Sady Selaimen da Costa³.

1 Speech therapist, Ph.D. student, Graduate Program in Child and Adolescent Health of the Federal University of Rio Grande do Sul, Assistant Professor, Department of Speech Pathology, Federal University of Health Sciences of Porto Alegre.

2 Speech Therapist, Ph.D., Adjunct Professor, Department of Speech Pathology, Federal University of Rio Grande do Sul.

3 Otorhinolaryngologist, Ph.D., Associate Professor, Department of Ophthalmology and Otorhinolaryngology, Federal University of Rio Grande do Sul.

Corresponding author: Marcia Salgado Machado

Address: Rua Sarmiento Leite, 245. Department of Speech Pathology. Porto Alegre –RS, Brasil. CEP 90050-170

Phone: (+555133038817)

E-mail: marciasm@ufcspa.edu.br

ABSTRACT

Introduction: The literature on the effects of otitis media on central auditory processing (CAP) is restricted to studies in subjects suffering from otitis media with effusion, and no studies have been found that demonstrate CAP in subjects with chronic otitis media. **Aim:** To investigate and analyze the impact of non-cholesteatomatous chronic otitis media (NCCOM) on central auditory processing in teenagers. **Methodology:** This is a controlled cross-sectional, observational study in which 68 teenagers were recruited, 34 with a diagnosis of NCCOM (study group) and 34 without otological history (control group). The evaluation of the subjects consisted of: anamnesis, pure-tone threshold audiometry, speech audiometry and a behavioral test battery for assessment of central auditory processing (Masking Level Difference - MLD, Synthetic Sentence Identification with ipsilateral competitive message - SSI/ICM, Random Gap Detection Test - RGDT, Duration Pattern Sequence Test – DPS, and Dichotic Digits Test - DDT). **Results:** A statistically significant difference was found between the means observed in the study and control groups in all tests performed. The performance in the tests demonstrated that SSI was the most affected, followed by DPS, RGDT, MLD, and DDT. An association was found between the control group and subgroups of the study group with unilateral alterations in all tests. An association was shown between the results for the control group and study group for family income, with a greater impact on subjects with a lower income. **Conclusions:** NCCOM affects the central auditory processing in teenagers suffering from the disorder, and monaural low-redundancy hearing is the most affected auditory mechanism. Unilateral conductive changes cause more damage than bilateral ones, and lower family income seems to lead to more changes to the CAP of subjects with NCCOM.

Keywords: Auditory perception, otitis media, auditory perception disorders, central auditory diseases, teenager.

INTRODUCTION

Central auditory processing (CAP) consists of the efficiency and effectiveness with which the central nervous system uses auditory information (AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION, 2005), which involves a number of specific skills necessary to understand what is heard (SANCHEZ and ALVAREZ, 2006; RAMOS *et al.*, 2014). When this is altered, difficulties in the processing of auditory information perception are experienced (AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION, 2005), characterizing a central auditory processing disorder (CAPD) (AMERICAN ACADEMY OF AUDIOLOGY, 2010).

Several causes for CAP changes are known to exist, such as brain injuries, neurological disorders or delayed maturation of central auditory pathways (PEREIRA, 2013). In addition to those mentioned, early recurrent otitis media with effusion is also considered a risk factor for the development of CAP changes (MACHADO *et al.*, 2006; RAMOS *et al.*, 2014; CARVALHO *et al.*, 2015). It should be noted that the term 'recurrent' refers to individuals with a history of six or more episodes of the disease (HOWIE *et al.*, 1975), and the term 'early' is applied to this condition during the first five years of life (HOGAN and MOORE, 2003; HARTLEY and MOORE, 2005). Therefore, it is recommended that individuals with a significant history of early otitis media or other condition that results in auditory sensory deprivation be referred for CAP assessment (AMERICAN ACADEMY OF AUDIOLOGY, 2010).

Great efforts have been made to elucidate what actually occurs in the development of CAP in cases of hearing loss associated with early otitis media with effusion (ZINKUS and GOTTLIEB, 1980; HOFFMAN-LAWLESS *et al.*, 1981; BRANDES and EHINGER, 1981; JERGER *et al.*, 1983; WELSH *et al.*, 1983; WEBSTER *et al.*, 1989; MOORE *et al.*, 1991;

UPDIKE and THORNBURG, 1992; HUTCHINGS *et al.*, 1992; GRAVEL and WALLACE, 1992; HALL and GROSE, 1993; HALL and GROSE, 1994; BROWN, 1994; SCHILDER *et al.*, 1994; CAMPBELL *et al.*, 1995; HALL *et al.*, 1995; WELSH *et al.*, 1996; HOGAN *et al.*, 1996; STOLLMAN *et al.*, 1996; CRANFORD *et al.*, 1997; EMERSON *et al.*, 1997; HALL *et al.*, 1998a; HALL *et al.*, 1998b; ASBJORNSEN *et al.*, 2000; KLAUSEN *et al.*, 2000; SANTOS *et al.*, 2001; MACHADO, 2002; DEMANEZ *et al.*, 2003; HOGAN and MOORE, 2003; HALL *et al.*, 2003; KEOGH *et al.*, 2005; HARTLEY and MOORE, 2005; GRAVEL *et al.*, 2006; MARUTHY and MANNARUKRISHNAIAH, 2008; SANDEEP and JAYARAM, 2008; KEOGH *et al.*, 2009; TAALAT *et al.*, 2009; ZUMACH *et al.*, 2009; LIMA-GREGIO *et al.*, 2010; BORGES *et al.*, 2013; VILLA and ZANCHETTA, 2014; HAAPALA *et al.*, 2014; TOMLIN and RANCE, 2014; EL-KABARITY *et al.*, 2016; HAAPALA *et al.*, 2016), but this aspect has not been completely elucidated in the literature so far (NICLASSEN *et al.*, 2016; KHAVARGHAZALANI *et al.*, 2016).

In this sense, if there is evidence of an association between early OME with permanent CAP changes (BRANDES and EHINGER, 1981; WELSH *et al.*, 1983; UPDIKE and THORNBURG, 1992; HALL and GROSE, 1994; CAMPBELL *et al.*, 1995), it is important to hypothesize that this relationship may also exist in cases of chronic otitis media (COM), which is characterized by a chronic middle ear and mastoid infection (BLUESTONE, 1991). However, the literature only mentions studies relating CAP to a recurrent (prospective or retrospective) history of early otitis media with effusion.

Among the chronic diseases affecting the middle ear, non-cholesteatomatous chronic otitis media (NCCOM) is considered to be the most common (CALDAS, 1999a) and is accompanied with tympanic perforations or retractions (SILVA and SELAIMEN, 2015), as well as otorrhea and long-term hearing loss (COSTA *et al.*, 2011, SILVA and SELAIMEN, 2015).

Thus, the general objective of this study was to investigate and analyze the impact of NCCOM on central auditory processing in teenagers, as well as to analyze their relationships with socioeconomic aspects and to compare the results obtained in cases of unilateral and bilateral conductive alterations.

METHODS

This is a controlled study with an observational, cross-sectional design. The sample consisted of two consecutively selected groups (non-probabilistic sample): a control group (CG) comprising adolescents without an otological history and a study group (SG) made up of adolescents diagnosed with NCCOM. Individuals aged between 12 and 18 years old were considered adolescents (BRAZIL, 1990).

The following inclusion criteria were established for the CG composition: 34 adolescents from public schools, without a history of recurrent (HOWIE *et al.*, 1975) or early otitis media (HOGAN and MOORE, 2003; HARTLEY and MOORE, 2005), with normal audiological assessment (audiometry and immitanciometry) and typical overall development. The study group consisted of 34 adolescents from public schools with a diagnosis of unilateral or bilateral NCCOM without history of otological surgery and mean auditory thresholds at the frequencies of 500, 1000, 2000 and 4000 Hz of up to 40 dB HL in the affected ear(s). The SG and CG groups were paired by age, sex, maternal education (Brazil, 1996) and family income (DEPARTMENT OF STRATEGIC MATTERS, 2012).

For both groups the following exclusion criteria were considered: presence of mental, neurological disorders or genetic syndromes, being left-handed, having a history of formal music education and presenting with other risk factors for hearing loss (JOINT COMMITTEE ON INFANT HEARING, 2007). The information about these criteria was collected by

analyzing the clinical records of each patient (study group) or through an anamnesis with their parents (control group).

The subjects in the SG were invited to this study at the time of their audiological evaluation scheduled at the Speech-Language Pathology and Audiology Service, which is performed as a routine procedure at the Chronic Otitis Media Outpatient Clinic of origin. The subjects in the control group were recruited in public schools. All evaluations were performed by a trained researcher experienced in applying the procedures.

The following procedures were performed on the individuals in the control and study groups: anamnesis, basic audiological assessment (audiometry and speech audiometry), behavioral test battery for assessment of central auditory processing (Masking Level Difference - MLD, Synthetic Sentence Identification with ipsilateral competitive message - SSI -ICM, Random Gap Detection Test- RGDT, Duration Pattern Sequence- DPS- Musiek version, and Dichotic Digits Test- DD).

The MLD (Masking Level Difference) test was performed at the intensity of 70 dB in the ears with auditory thresholds within normal parameters (quadrilateral average ≤ 25 dB) or up to 50dBNS in the ear (s) with altered thresholds (quadrilateral average > 25 dB). The normality criterion adopted for data analysis followed the recommendation proposed by RAMOS et al (2014), that is, $MLD \geq 9$ dB.

The SSI (ICM) was applied at an intensity of 40 dB HL in the main message, and the intensity of the ipsilateral competitive message was performed under two signal-to-noise ratio conditions (0 and -15 dB). The criteria of normality followed the recommendations of the test authors ($\geq 80\%$ of correct responses for a signal-to-noise ratio of 0 dB and $\geq 60\%$ of correct responses for a ratio of -15 dB) (PEREIRA and SCHOCHAT, 2011).

The RGDT was performed and recorded according to the recommendations described in the test manual (KEITH, 2000), and the parameter of normality used was that proposed by RAMOS *et al.* (2014) for subjects aged 12 or older ($RGDT \leq 10ms$).

The DPS was performed at an intensity of 50 dB HL with a binaural presentation, and the parameter of normality adopted was that of at least 73% correct responses (MUSIEK, 1994).

Finally, the DD (integration stage) was performed and analyzed according to the recommendations described by Pereira and Schochat (2011) and, therefore, a percentage of correct responses $\geq 95\%$ in both ears was considered as the parameter of normality.

It is noteworthy that the diagnosis of CAPD is performed by means of the overall analysis of the results obtained in the tests selected for behavioral evaluation of CAP, since these represent the functioning of the physiological mechanisms of the central auditory nervous system. However, for the purpose of this study, the analysis was performed focusing on auditory mechanisms (BRAZILIAN ACADEMY OF AUDIOLOGY, 2016), represented by specific tests for their evaluation: binaural interaction (MLD), monaural low-redundancy hearing (SSI-ICM), temporal processing (temporal resolution- RGDT, temporal ordering- DPS), and dichotic hearing (DD).

All procedures for audiological assessment and behavioral evaluation of CAP (SG and CG) were performed in an acoustic booth using an Interacoustics® two-channel audiometer, AC40 model.

In order to make possible the analysis of the impact of unilaterality and bilaterality of the conductive alteration caused by the NCCOM, the SG was divided into two groups, one consisting of unilateral conductive alterations (all SG individuals that presented *gap* without auditory thresholds sufficient for auditory hearing loss or mild conductive hearing loss of only one ear) and another of bilateral conductive alterations (subjects of the SG that showed a

presence of *gap* without a sufficient mean quadrant of auditory thresholds for classification of hearing loss in both ears or mild conductive hearing loss in both ears or mixed bilateral cases characterized by one ear with *gap* and the other with conductive hearing loss).

In addition to this analysis, the GE sample was also stratified into five subgroups according to the type of conductive change: unilateral conductive hearing loss (UNICHL), bilateral conductive hearing loss (BILCHL), unilateral *gap* (UNIGAP), bilateral *gap* (BILGAP) and “MIXED” (presence of conductive hearing loss in one ear and *gap* in the other).

The sample size was calculated using the WINPEPI software, version 11.43. For a significance level of 5%, 90% power, with a minimum effect size of 0.8 standard deviations between groups, according to a study by Khavarghazalani *et al.* (2016), a minimum total of 33 individuals were obtained per group, totaling 66 individuals.

The statistical analysis of data was performed as follows: The quantitative variables were described as mean and standard deviation or median and interquartile range; the qualitative variables were described as absolute and relative frequencies; Student's t-test was applied to compare means between groups; the Mann-Whitney test was used for asymmetry; the Pearson correlation coefficient (symmetric distribution) or Spearman's rank correlation coefficient (asymmetric distribution) was applied to evaluate the association between test results; Student's t-test for paired samples was used to compare the DD results between the right and left ears in the study group; and Cochran's test was used to compare changes between CAP tests in the study group. The Dunnett Test was used to verify the association between the control group and the groups of unilateral, bilateral and mixed conductive changes. The significance level was set at 5% ($p \leq 0.05$), and analyses were performed using the SPSS software version 21.0.

RESULTS

The characteristics of the sample under study can be seen in Table 1.

<TABLE 1>

All teenagers in the study group showed a change in at least two physiological mechanisms of CAP. Table 2 shows the comparative results obtained from the CAP testing between the study and control groups.

<TABLE 2>

Graph 1 shows the performance-related associations between the CAP tests in the study group.

<GRAPH 1>

Regarding the results obtained according to the type of conductive change, the data were initially compared between the control group and SG subgroups with unilateral and bilateral conductive changes. In this analysis, a statistically significant difference was found in all CAP tests by comparing the CG with the subgroup of unilateral conductive changes. Regarding the comparison between the CG and the subgroup of bilateral conductive alterations, a significant association was observed in the SSI (right ear and left ear under both listening conditions), DPS and RGDT tests (TABLE 3).

<TABLE 3>

In addition to the data presented, the results from the comparison between the CG and the five subgroups according to the type of conductive change can be seen in Graph 2.

<GRAPH 2>

A significant statistical difference was found between the CG and the described subgroups in the tests: SSI 0dB and -15dB in the right and left ears (all subgroups, $p < 0.001$), DD right ear (PAUNI, $p < 0.001$), DDT left ear (GAPUNI, $p = 0.012$), MLD (PAUNI, $p < 0.001$;

PABIL, $p= 0.037$; Mixed, $p= 0.005$), and RGDT (all subgroups, $p < 0.001$). No association was found between the CG and any subgroup in the DPS.

Regarding the analysis of family income in the sample, a comparison was made between the results obtained in the CAP tests in the study and control groups for each family income range observed for the subjects in this study (vulnerable, lower middle class and middle middle class), as can be seen in TABLE 4.

<TABLE 4>

When comparing the worse mean results from the CAP tests in the CG with the best ones in the SG, a statistically significant difference was noted between the SSI ($p < 0.001$) and the RGDT ($p < 0.001$) tests. However, for the other tests, this difference was not significant: DDT right ear ($p = 0.480$), DDT left ear ($p = 0.551$), DPS ($p = 0.599$), and MLD ($p = 0.286$).

In addition to the analyses, the following variables were studied to verify the existence of an association with the CAP test results for the study group, but no association was found: sex ($p > 0.05$), age ($p > 0.05$), schooling ($p > 0.05$), age of otitis media onset ($p > 0.05$), maternal schooling ($p > 0.10$), and grade repetition ($p > 0.2$). An analysis was also conducted to verify the presence of an advantage for the right ear in the DDT in comparison with the left ear, but no advantage was found ($p=0.08$).

DISCUSSION

This study demonstrated that teenagers with NCCOM in this study showed significantly worse results when compared with the control group in all CAP tests performed (MLD, SSI-ICM, DPS, RGDT, and DD). However, in the DD, despite the significant difference between the groups, the study group had results within the parameters of normality established for the test.

Regarding the performance among the CAP tests performed on the study group, the SSI was the most affected, followed by the DPS, RGDT, MLD and DD (the least affected). Therefore, NCCOM caused a greater impact on monaural low-redundancy hearing and a lower impact on binaural interaction and dichotic hearing, and temporal processing (temporal ordering and temporal resolution, respectively) should be highlighted, as it also showed a great impact on CAP in these subjects.

No studies were found in the literature assessing CAP in teenagers with NCCOM. Thus, the data found will be compared against the results of studies assessing CAP in children with a history of early recurrent OME.

Regarding changes in tests assessing monaural low-redundancy hearing, the literature confirms this change in subjects suffering from OME (JERGER *et al.*, 1983; GRAVEL and WALLACE, 1992; SCHILDER *et al.*, 1994; KEOGH *et al.*, 2009; ZUMACH *et al.*, 2009; TAALAT *et al.*, 2009; BORGES *et al.*, 2013). In addition, Borges *et al.* (2013) noted that children with a history of secretory otitis media from public schools were more likely to have alterations in their auditory figure-ground ability when compared with a control group, and Schilder *et al.* (1994) considered speech recognition with competition to be the task that was most sensitive to auditory deprivation.

It should be noted that, in this study, the statistical difference found in the SSI results for both ears and under the two presentation conditions (signal-to-noise ratio 0 dB and -15 dB) showed a very strong effect size, i.e., > 1.30 (ROSENTHAL, 1996). Thus, there is no doubt about the difficulty that these subjects face in monaural low-redundancy listening (auditory figure-ground and auditory closure skills). These skills are crucial in the classroom (GRAVEL and WALLACE, 1992; ZUMACH *et al.*, 2009; RAMOS *et al.*, 2014; KATZ *et al.*, 2015), the environment of which does not provide favorable conditions for hearing due to noise, reverberation and the distance between the student and the teacher (KATZ *et al.*, 2015).

Therefore, it is difficult for students to ignore sounds that interfere with the teacher's speech (fan, steps in the hallway, classmates talking, honks, or noises from the street) (GRAVEL and WALLACE, 1992; RAMOS *et al.*, 2014; KATZ *et al.*, 2015), hampering the understanding of what is being said and possibly impairing their learning (ZUMACH *et al.*, 2009; BORGES *et al.*, 2013; RAMOS *et al.*, 2014; KATZ *et al.*, 2015).

As to binaural interaction, other studies have already shown alterations in children with a history of OME (MOORE *et al.*, 1991; HALL and GROSE, 1993; HALL *et al.*, 1995; HOGAN *et al.*, 1996; HALL *et al.*, 1998a; ASBJORNSEN *et al.*, 2000; KLAUSEN *et al.*, 2000; DEMANEZ *et al.*, 2003; TOMLIN and RANCE, 2014), supporting the results found in this study. On the other hand, some studies report that OME does not compromise binaural interaction (HUTCHINGS *et al.*, 1992) or this is compromised only when a high incidence of the disease affects the subjects during their first five years of life (HOGAN and MOORE, 2003), or when it is recovered in adolescence (HOGAN *et al.*, 1996). In this study, the strong correlation ($ES = 0.85$) demonstrated in the MLD results allows us to infer that, in NCCOM, binaural interaction is altered.

As regards temporal processing, several studies have already shown impairment in children with a history of early OME (SANDEEP and JAYARAM, 2008; BORGES *et al.*, 2003; VILLA and ZANCHETTA, 2014; KHAVARGHAZALANI *et al.*, 2016). Borges *et al.* (2013) found that temporal resolution and ordering were the most affected abilities in subjects with a history of secretory otitis media from public schools, a greater probability of having these abilities impaired was found when they were compared to subjects in the control group. On the other hand, Hartley and Moore (2005) suggest that temporal resolution becomes normal following the recovery of tonal thresholds, demonstrating that this aspect still raises doubts when early OME is concerned. In this study, temporal processing proved to be one of the most affected mechanisms, and the effect size observed in data analysis was considered

"very strong" (ES = 2.15) in the RGDT (temporal resolution) and strong (ES = 0.81) in the DPS (temporal ordering).

It should be noted that, in the DPS, the values observed in the control group were below the parameters of normality stipulated by the test author. In this sense, this is a more difficult test when compared to the temporal ordering test Pitch Pattern Sequence (PPS), which has been most used to assess this skill (BELLIS, 2003). However, because of the careful selection of the subjects who made up the CG in this study, these values are believed to be possibly associated to socioeconomic aspects, since temporal ordering tests may be influenced by the greater intellectual ability of subjects (DELECRODE *et al.*, 2014). Thus, further studies need to be conducted to analyze the parameters of normality of the DPS across different age groups and socioeconomic levels in the Brazilian population.

As for binaural integration, a number of studies have shown a right ear advantage in dichotic listening in children with a history of early OME (ASBJORNSEN *et al.*, 2000; KLAUSEN *et al.*, 2000; BORGES *et al.*, 2003), a fact that is explained as a maturational delay probably arising from the inconsistency of auditory stimulation caused by fluctuating hearing loss associated with early otitis media with effusion (BORGES *et al.*, 2013). In this study, such advantage did not occur, which was already expected due to the age of the subjects in the sample (≥ 12 years old), given that the maturation of auditory perception remains stable from age 10/12 (KATZ and TILLERY, 1997). In addition, the results of this study corroborate the significantly lower DD results observed by Borges *et al.* (2013) and Khavarghalani *et al.* (2016) when compared to a control group.

In this study, although the average percentage of correct answers in the DD for the study group showed normality in both ears, a significant difference was found in comparison to the CG with a strong effect size. Thus, this result cannot be ignored and, therefore, the

mechanism of binaural integration is believed to be probably impaired in adolescents with NCCOM, despite being less evident than the others.

Regarding the characteristics of conductive hearing loss caused by NCCOM, some aspects need to be scrutinized. The association observed between the results of all CAP tests in the CG and in the groups with unilateral and bilateral conductive changes demonstrates that both change auditory perception at the level of the CANS. However, unilateral cases are clearly more compromised.

Therefore, when the brain is deprived of binaural input and receives only monaural stimulation, the cortex undergoes reorganization in the ensuing years (BILECEN *et al.*, 2000; GORDON *et al.*, 2013). In addition, not only is unilateral hearing loss known to affect auditory functions such as localizing sounds and listening to noise (KEOGH *et al.*, 2009; ROTHPLETZ *et al.*, 2012), but also the development of speech and language ((FENIMAN *et al.*, 1999; MONDELLI *et al.*, 2016; VIEIRA *et al.*, 2011), behavior, and school performance (TIBBETTS *et al.*, 2011). These changes seem to occur due to a restriction to signal input across the bilateral auditory pathways, possibly leading to permanent reorganization. Thus, unilateral input strengthens the auditory pathways on the stimulated side, while the developmental pathways of the deprived ear remain immature or are subject to degenerative changes or reorganization (GORDON *et al.*, 2013).

Furthermore, regarding the effects of unilateral conductive hearing loss, an animal model study also demonstrated alteration in binaural hearing (POLLEY *et al.*, 2013), which was explained by the attenuation and delay in sound conduction, which would cause distortions of the acoustic cues used for sound localization and other aspects of binaural hearing. Consequently, it seems that the central auditory system responds dynamically to the level of neural input received from the ears (MOORE *et al.*, 2003).

Thus, there is evidence that the conductive hearing loss present in otitis media can cause asymmetry to the auditory levels of the ears, as in cases of unilateral conductive change, which would result in a negative effect on complex auditory processing (WILLIAMS and JACOBS, 2009), as demonstrated in this study.

In the analysis of the subgroups stratified per type of conductive alteration (unilateral or bilateral), it can be seen that the SSI and RGDT tests (monaural low-redundancy hearing and temporal processing) were affected in the same way regardless of the extension of the resulting conductive change (unilateral versus bilateral, mild conductive hearing loss versus presence of gap without degree of loss). These results support the data obtained from the analysis of performance between the CAP tests in the SG.

Additionally, the DD showed a significant association with exclusively unilateral alterations, indicating the relevance of binaural hearing for the ability of binaural integration as well. On the other hand, the MLD was significantly associated to all subgroups with hearing loss (UNICHL, BILCHL, and MIXED), which reinforces the influence that this test usually shows on peripheral conductive and/or sensorineural hearing losses (JERGER *et al.*, 1984).

Therefore, this study points out a very relevant aspect, as not only does it observe conductive hearing loss, but also values cases of auditory thresholds by airways within the parameters of normality with the presence of a unilateral and bilateral gap. Emphasis should be given to unilateral cases, which, at the clinic, are generally disregarded for referral for assessment and therapeutic rehabilitation on the grounds that the contralateral ear is normal. However, as shown in this study, these cases seem to have a greater impact on central auditory processing than bilateral cases and, therefore, must not be ignored.

It is evident that further research is needed to elucidate these aspects relating unilateral and bilateral conductive changes to chronic otitis media and central auditory processing. However, this first piece of evidence is worthy of consideration and further investigation.

With regard to the socioeconomic aspect, its relevance to otitis media is well known. However, it has not been much discussed in the literature, probably because it is a field that does not encompass the expertise of biomedical researchers (BLUESTONE *et al.*, 1983). Consequently, the data on maternal schooling and family income were considered in this study to be socioeconomic indicators for the analysis of their correlations with CAP in the adolescents in the sample. In this context, maternal schooling showed no association with CAP results. On the other hand, some results related to family income showed relevant correlations, such as the fact that all SG subjects with a 'vulnerable' family income had significantly worse results in all CAP tests when compared to individuals with the same income. These associations also occurred in three tests (SSI, MLD, and RGDT) between the control and study groups classified in the 'lower middle class' stratum and only in two tests (SSI and RGDT) in the 'middle middle class' subgroup. Thus, the data suggest that changes seem to be less evident as family income increases.

It should be noted that the SSI and RGDT tests showed significant differences between the CG and SG across all family income strata, and these data support the analysis of the percentage of changes seen in each test, in which they were the first and third most affected, respectively. It is also noteworthy that the DD and DPS tests, which require greater cognitive demand due to the CANS structures involved in the binaural integration and temporal ordering mechanisms, showed an association between the groups only for the 'vulnerable' subgroup. Accordingly, the socioeconomic aspect, in this study represented by family income, seems to interfere negatively in the central auditory processing of adolescents with NCCOM.

In addition to the data presented, it was also investigated whether the worse results obtained in the CG could be similar to the better results in the SG. However, this similarity was observed only in the DD, DPS and MLD tests and was not found in the SSI and RGDT tests, which is in agreement with the other analyses.

Therefore, based on the results, most of the central nervous system was found to be functionally compromised in adolescents with NCCOM, since the CAP tests used in this study to assess each auditory mechanism are sensitive to the following injuries: lower half of the brainstem (binaural interaction) (BELLIS, 2003), brainstem and primary auditory cortex (monaural low-redundancy hearing) (SANCHEZ and ALVAREZ, 2006), intra-hemispheric and inter-hemispheric (temporal ordering) (RAMOS *et al.*, 2014), and primary auditory cortex (temporal resolution) (COSTA-FERREIRA, 2015).

Thus, the initial hypothesis that chronic otitis media would affect CAP was confirmed more comprehensively than expected. This is related to the severity and long duration of the symptoms that occur with the disease. In this sense, it is essential to mention the theory of continuum (PAPARELLA, 1970) that depicts otitis media as a series of continuous events that can start as secretory otitis media and evolve (if untreated or if there is no spontaneous regression) into chronic otitis media (COSTA *et al.*, 2006). Therefore, adolescents diagnosed with NCCOM have probably had changes in the middle ear, even if subtle, over the course of their development.

Thus, these alterations are believed to have interfered with the adequate development of the central auditory nervous system of the adolescents in this study due to deleterious effects on the quality of auditory signals (BELLIS, 2003; SANDEEP and JAYARAM, 2008) that have occurred in the middle ear since childhood, in addition to the presence of fluid in the middle ear as an agent interfering with speech perception (KATZ and TILLERY, 1997), even in the absence of a relevant auditory alteration.

In view of the results found, the relevance of this study should be highlighted as it is an unpublished work that was carefully designed based on a reference outpatient clinic for treatment of chronic otitis media. The representative sample and the high power of the statistical data observed in data analysis, which reflect the intensity of CAP changes in the tested teenagers, are also noteworthy.

However, it is crucial to note that further clarification is necessary about the mechanism of dichotic hearing in this population, since the adolescents in the study group had normal scores, which casts doubts over the impact of NCCOM on integration. For the other mechanisms assessed, the impact of CAP changes is evident.

This study demonstrated that NCCOM can affect the CAP of adolescents and, therefore, clinicians caring for this group must be urged to refer these individuals for CAP assessment and adequate therapeutic intervention, with a view to a better quality of life for them. Further studies are suggested on individuals with chronic otitis media (cholesteatomatous and non-cholesteatomatous) in order to broaden the knowledge about its impact on CAP, allowing the professionals concerned to properly refer this population as necessary.

CONCLUSIONS

The results of this study demonstrate that NCCOM causes changes in the following physiological mechanisms of central auditory processing: binaural interaction, temporal processing and monaural low-redundancy hearing, this being the most affected. Furthermore, central auditory processing is affected by unilateral and bilateral conductive changes associated with NCCOM and is greater in unilateral cases. Family income seems to be a socioeconomic indicator associated to the worsening of CAP changes in NCCOM patients.

REFERENCES

- AMERICAN ACADEMY OF AUDIOLOGY. **Clinical Practice Guidelines**: Diagnosis, treatment and management of children and adults with central auditory processing disorder. 2010. Disponível em: www.audiology.org. Acesso em: 27 fev. 2017.
- AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION. **(Central) auditory processing disorders [Technical Report]. 2005**. Disponível em: www.asha.org/policy. Acesso em: 27 fev. 2017.
- ASBJORNSEN, A.; HOLMEFJORD, A.; REISAETER, S. *et al.* Lasting auditory attention impairment after persistente middle ear infections: a dichotic listening study. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 42, p. 481-486, 2000.
- BELLIS, T.J. **Assessment and management of central auditory processing disorders in the educational setting from Science to practice**. 2. ed. Clifton Park, NY: Thomson/Delmar Learning, 2003. 532 p.
- BILECEN D, SEIFRITZ E, RADU EW *et al.* Cortical reorganization after acute unilateral hearing loss traced by fMRI. **Neurology**, v. 54, p. 765–767, 2000.
- BLUESTONE, C.D. Diseases and disorders of the Eustachian tube-middle ear. In: PAPARELLA, M.M., SHUMRICK, D.A. **Otolaryngology**. Volume II: Otology and neuro-otology. 3. ed. Saunders: Philadelphia, 1991.
- BLUESTONE, C.D.; KLEIN, J.O.; PARADISE, J.L. *et al.* Workshop on effects of otitis media on the child. **Pediatrics**, v. 71, n. 4, p. 639-652, 1983.
- BORGES, L.R.; PASCHOAL, J.R.; COLELLA-SANTOS, M.F. (Central) Auditory processing: the impact of otitis media. **Clinics**, v. 68, n. 7, p. 954-959, 2013.
- BRANDES, P.J.; EHINGER, D. The Effects of Early Middle Ear Pathology on Auditory Perception and Academic Achievement. **Journal of Speech and Hearing Disorders**, v. 46, p. 301-307, 1981.
- BRASIL. Lei 8.069, de 13 de Julho de 1990. **Estatuto da Criança e do Adolescente**. Brasília: Ministério da Justiça, 1990.
- BRASIL. Lei 9394, de 20 de Dezembro de 1996. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília: Presidência da República, 1996.
- BRAZILIAN ACADEMY OF AUDIOLOGY (2016). **Fórum de diagnóstico audiológico**. 31º Encontro Internacional de Audiologia. São Paulo, SP. Disponível em: http://www.audiologiabrasil.org.br/31eia/pdf/forum_f.pdf . Acesso em: 28 fev. 2017.
- BROWN, D.P. Speech recognition in recurrent otitis media: results in a set of identical twins. **J Am Acad Audiol**, v. 5, n.1, p. 1-6, 1994.

CALDAS, N. Otite média crônica não colesteatomatosa. In: CALDAS, N.; NETO, S.C.; SIH, T. **Otologia e audiologia em pediatria**. Revinter: Rio de Janeiro, 1999a. p. 94-98.

CAMPBELL, N.; HUGO, R.; UYS, I. *et al.* Early recurrent otitis media, language and central auditory processing in children. **S Afr J Commun Disord**. v. 42, p. 73-84, 1995.

CARVALHO, N.G.; NOVELLI, C.V.L.; COLELLA-SANTOS, M.F. Fatores na infância e adolescência que podem influenciar o processamento auditivo: revisão sistemática. **Rev CEFAC**. v. 17, n. 5, p. 1590-1603, 2015.

COSTA, S.S.; DORNELLES, C.C.; NETTO, L.F.S.; BRAGA, M.E.L. Aspectos gerais das otites médias. In: COSTA, S.S.; CRUZ, O.L.M.; OLIVEIRA, J.A.A. *et al* (org). **Otorrinolaringologia: princípios e prática**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 254-273.

COSTA, S.S.; ROSITO, L.P.S.; DORNELLES, C.; COSTA, L.M. Otite média crônica não colesteatomatosa. In: NETO, S.C.; JÚNIOR, J.F.M.; MARTINS, R.H.G.; COSTA, S.S. **Tratado de Otorrinolaringologia**, volume II: otologia e otoneurologia. 2. ed. São Paulo: Roca, 2011. p. 99-121.

COSTA-FERREIRA, M.I.D. Reflexões sobre a avaliação de processamento auditivo na infância. In: CARDOSO, M.C. (org). **Fonoaudiologia na infância: avaliação e terapia**. 1. ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2015. p. 61-71.

CRANFORD, J.L.; THOMPSON, N.; HOYER, E.; FAIRES, W. Brief Tone Discrimination by Children with Histories of Early Otitis Media. **J Am Acad Audiol**, v. 8, p. 137-141, 1997.

DELECRODE, C.R.; CARDOSO, A.C.V.; FRIZZO, A.C.F.; GUIDA, H.L. Pitch pattern sequence and duration pattern tests in Brazil: literature review. **Rev. CEFAC**, v 16, n. 1, p. 283-293, 2014.

DEMANEZ, L.; BONIVER, V.; DONY-CLOSON, B.; LHONNEUX-LEDOUX, F.; DEMANEX, J.P. Central auditory processing disorders: some cohorts studies. **Acta Otorhinolaryngol Belg**. v. 57, n. 4, p. 291-299, 2003.

EL-KABARITY, R.H.; RAHMAN, T.T.A.; KADER, H.A.A.; SANYELBHAA, H. Effect of otitis media with effusion on brainstem timing in children. **Hearing, Balance and Communication**, v. 14, n. 1, p. 20-24, 2016.

EMERSON, M.F.; CRANDALL, K.K.; SEIKEL, J.A.; CHERMAK, G.D. Observations on the use of SCAN to identify children at risk for central auditory processing disorder. **Language, Speech, and Hearing Services in Schools**, v. 28, p. 43-49, 1997.

FENIMAN MR, KEITH RW, CUNNINGHAM RF. Assessment of auditory processing in children with attention deficit hyperactivity disorder and language – based learning impairments. **Disturb Comun**, v. 11, n. 1, p. 9-27, 1999.

GORDON KA, WONG DDE, PAPSIN BC. Bilateral input protects the córtex from unilaterally-driven reorganization in children who are deaf. **Brain**, v. 136, p. 1609-1625, 2013.

GRAVEL, J.S.; WALLACE, I.F. Listening and language at 4 years of age: effects of early otitis media. **Journal of Speech and Hearing Research**, v. 35, p. 588-595, 1992.

GRAVEL, J.S.; ROBERTS, J.E.; ROUSH, J. *et al.* Early otitis media with effusion, hearing loss, and auditory process at school age. **Ear & Hearing**, v. 27, n. 4, p. 353-368, 2006.

HAAPALA, S.; NIEMITALO-HAAPOLA, E.; RAAPPANA, A. *et al.* Effects of recurrent acute otitis media on cortical speech-sound processing in 2-year old children. **Ear & Hearing**, v. 35, n. 3, p. e75-e83, 2014.

HAAPALA, S.; NIEMITALO-HAAPOLA, E.; RAAPPANA, A. *et al.* Long-term influence of recurrent acute otitis media on neural involuntary attention switching in 2-year-old children. **Behavioral and Brain Functions**, v. 12, n. 1, 2016.

HALL, J.W.; GROSE, J.H. The Effect of Otitis Media With Effusion on the Masking-Level Difference and the Auditory Brainstem Response. **Journal of Speech, Language, and Hearing Research**, v. 36, p. 210-217, 1993.

HALL, J.W.; GROSE, J.H. Effect of Otitis Media With Effusion on Comodulation Masking Release in Children. **Journal of Speech, Language, and Hearing Research**, v. 37, p. 1441-1449, 1994.

HALL, J.W.; GROSE, J.H.; DEV, M.B. *et al.* The Effect of Otitis Media With Effusion on Complex Masking Tasks in Children. **Arch Otolaryngol Head Neck Surg**, v. 124, n. 8, p. 892-896, 1998a.

HALL, J.W.; GROSE, J.H.; DEV, M.B.; GHIASSI, S. The Effect of Masker Interaural Time Delay on the Masking Level Difference in Children with History of Normal Hearing or History of Otitis Media with Effusion. **Ear & Hearing**, v. 19, n. 6, p. 429-433, 1998b.

HALL, J.W.; GROSE, J.H.; PILLSBURY, H.C. Long-term Effects of Chronic Otitis Media on Binaural Hearing in Children. **Arch Otolaryngol Head Neck Surg**, v. 121, n. 8, p. 847-852, 1995.

HARTLEY, D.E.H.; MOORE, D.R. Effects of otitis media with effusion on auditory temporal resolution. **International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology**, v. 69, p. 757-769, 2005.

HOFFMAN-LAWLESS, K.; KEITH, R.; COTTON, R.T. Auditory processing abilities in children with previous middle ear effusion. **Annals of Otology, Rhinology & Laryngology**, v. 90, n. 6, p. 543-545, 1981.

HOGAN, S.C.M.; MEYER, S.E.; MOORE, D.R. Binaural unmasking returns to normal in teenagers who had otitis media in infancy. **Audiol Neurootol**, v. 1, p. 104-111, 1996.

HOGAN, S.C.M.; MOORE, D.R. Impaired binaural hearing in children produced by a threshold level of middle ear disease. **Journal of the Association for Research in Otolaryngology (JARO)**, v. 4, p. 123-129, 2003.

HOWIE, V.M.; PLOUSSARD, J.H.; SLOYER, J. The 'otitis-prone' condition. **American Journal of Diseases in Children**, v. 129, p. 676-678, 1975.

HUTCHINGS, M.E.; MEYER, S.E.; MOORE, D.R. Binaural masking level differences in infants with and without otitis media with effusion. **Hearing Research**, v. 63, p. 71-78, 1992.

JERGER, S.; JERGER, J.; ALFORD, B.R.; ABRAMS, S. Development of speech intelligibility in children with recurrent otitis media. **Ear & Hearing**, v. 4, n. 3, p.138-145, 1983.

JERGER, J.; BROWN, D.; SMITH, S. Effect of peripheral hearing loss on the MLD. **Arch Otolaryngol**, v. 110, p. 290-296, 1984.

JOINT COMMITTEE ON INFANT HEARING. Position Statement: principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs. **Pediatrics**, v. 120, n.4, p. 898-921, 2007.

KATZ, J.; TILLERY, K.L. An introduction to auditory processing. In: LICHTIG, I.; CARVALLO, R.M.M. **Audição: abordagens atuais**. Carapicuíba, SP: Pró-Fono, 1997. p. 119-143.

KATZ J, FERRE J, KEITH W, ALEXANDER A L. Central auditory processing disorder: therapy and management. In: KATZ, J.; CHASIN, M.; ENGLISH, K. *et al.* **Handbook of clinical audiology**. 7. ed.: Philadelphia: Wolters Kluwer Health, 2015. p.561-582.

KEOGH, T.; KEI, J.; DRISCOLL, C.J. *et al.* Measuring the Ability of School Children with a History of Otitis Media to Understand Everyday Speech. **Journal of the American Academy of Audiology**, v. 16, n. 5, p. 301-311, 2005.

KEOGH, T.; KEI, J.; DRISCOLL, C.J.; KHAN, A. Children with Minimal Conductive Hearing Impairment: Speech Comprehension in Noise. **Audiology and Neurotology**, v. 15, n. 1, p. 27-35, 2009.

KHAVARGHAZALANI, B.; FARAHANI, F.; EMADI, M.; DASTGERDI, Z.H. Auditory processing abilities in children with chronic otitis media with effusion. **Acta Otolaryngologica**, v. 136, n. 5, p. 456-459, 2016.

KLAUSEN, O.; MOLLER, P.; HOLMEFJORD, A. *et al.* Lasting effects of otitis media with effusion on language skills and listening performance. **Acta Otolaryngol**, v. 543 (Suppl), p. 73-76, 2000.

KEITH, R.W. Random Gap Detection Test. St Louis, MO: **Auditec**, 2000.

LIMA-GREGIO, A.M.; CALAIS, L.L.; FENIMAN, M.R. Otitis media and sound localization ability in preschool children. **Rev CEFAC**, v. 12, n. 6, p. 1033-1040, 2010.

MACHADO MS. **Reconhecimento de sentenças no silêncio e no ruído em escolares com e sem histórico de otite média recorrente**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-

Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana. Universidade Federal de Santa Maria, 2002.

MACHADO, L.P.; PEREIRA, L.D.; AZEVEDO, M.F. Processamento auditivo central: reabilitação. In: COSTA, S.S.; CRUZ, O.L.M.; OLIVEIRA, J.A.A. *et al* (org). **Otorrinolaringologia: princípios e prática**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 203- 212.

MARUTHY, S.; MANNARUKRISHNAIAH, J. Effect of early onset otitis media on braistem and cortical auditory processing. **Behavioral and Brain Functions**, v. 4, n. 17, 2008.

MONDELLI MFCG, SANTOS MM, JOSÉ MR. Speech perception in noise in unilateral hearing loss. **Braz J Otorhinolaryngol**, v. 82, n. 4, p. 427-432, 2016.

MOORE DR, HARTLEY DEH, HOGAN SCM. Effects of otitis media with effusion (OME) on central auditory function. **International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology**, v. 67, n. S1, p. S 63-67, 2003.

MOORE, D.R.; HUTCHINGS, M.E.; MEYER, S.E. Binaural Masking Level Differences in Children with a History of Otitis Media. **International Journal of Audiology**, v. 30, n. 2, p. 91-101, 1991.

MUSIEK, F. Frequency (Pitch) and duration pattern tests. **J Am Acad Audiol**, v. 5, p. 265-268, 1994.

NICLASSEN, J.; OBEL, C.; HOMOE, P. *et al*. Associations between otitis media and child behavioural and learning difficulties: results from a Danish cohort. **International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology**, v. 84, p. 12-20, 2016.

PAPARELLA, M.M.; HIRAIDE, F.; JUHN, S.K.; KANECO, J. Celular events involved in middle ear fluid production. **Ann Rhinol Otol Laryngol**, v. 79, n. 4, p. 766-779, 1970.

PEREIRA, L.D. Introdução ao processamento auditivo central. In: BEVILACQUA, M.C. *et al*. In: **Tratado de audiologia**. São Paulo: Santos, 2013. p. 279-291.

PEREIRA, L.D.; SCHOCHAT, E. **Testes auditivos comportamentais para avaliação do processamento auditivo central**. Barueri, SP: Pró-Fono, 2011.

POLLEY DB, THOMPSON JH, GUO W. Brief hearing loss disrupts binaural integration during two early critical periods of auditory cortex development. **Nat Commun**, v. 4, p. 2547, 2013.

RAMOS, B.D.; COSTA-FERREIRA, M.I.D.; GUEDES, M.C.; ALVAREZ, A.M. Processamento auditivo e transtornos de aprendizagem. In: JUNIOR, D.C.; BURNS, D.A.R.; LOPEZ, F.A. **Tratado de pediatria**: Sociedade Brasileira de Pediatria. 3. ed. Barueri, SP: Manole, 2014. p. 2341-2350.

ROSENTHAL, J. A. Qualitative Descriptors of Strength of Association and Effect Size. **Journal of Social Service Research**, v. 21, n. 4, p. 37-59, 1996.

ROTHPLETZ AM, WIGHTMAN FL, KISTLER DJ. Informational masking and spatial hearing in listeners with and without unilateral hearing loss. **Journal of Speech, Language and Hearing Research**, v. 55, p. 511-531, 2012.

SANCHEZ, M.L.; ALVAREZ, A.M.M.A. Processamento auditivo central: avaliação. In: COSTA, S.S.; CRUZ, O.L.M.; OLIVEIRA, J.A.A. *et al* (org). **Otorrinolaringologia: princípios e prática**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 191-202.

SANDEEP, M.; JAYARAM, M. Effect of Early Otitis Media on Speech Identification. **Australian and New Zealand Journal of Audiology**, v. 30, n. 1, p. 38-49, 2008.

SANTOS, M.F.C.; ZILIOTO, K.N.; MONTEIRO, V.G.; WECKX, L.L.M. Assessment of central auditory processing in children with and without history of otitis media. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, v. 67, n. 4, p. 448-454, 2001.

SCHILDER, A.G.M.; SNICK, A.F.M.; STRAATMAN, H.; BROEK, V.D. The effect of otitis media with effusion at preschool age on some aspects of auditory perception at school age. **Ear & Hearing**, v. 15, p. 224-231, 1994.

SECRETARIA DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS, PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. *Relatório de definição da classe média no Brasil*. 2012. Disponível em: <http://www.sae.gov.br/documentos/publicacoes/relatorio-de-definicao-da-classe-media-no-brasil>. Acesso em 23 jan. 2015.

SILVA, M.N.L.; SELAIMEN, F. Otite média crônica não colesteatomatosa. In: PILTCHER, O.B.; COSTA, S.S.; MAAHS, G.S.; KUHL, G. (org). **Rotinas em otorrinolaringologia**. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 34-40.

STOLLMAN, M.H.P.; SNIK, A.F.M.; SCHILDER, A.G.M.; BROEK, P.V.D. Measures of binaural hearing in children with a history of asymmetric otitis media with effusion. **Audiol Neurotol**, v. 1, p. 175-185, 1996.

TALAAT, H.S.; KABEL, A.H.; QATANANI, E. Paediatric speech intelligibility (PSI) in normal hearing children with history of recurrent otitis media with effusion (OME). **Audiological Medicine**, v. 7, n. 2, p. 112-119, 2009.

TIBBETTS K, EAD B, UMANSKY A *et al*. Interregional brain interactions in children with unilateral hearing loss. **American Academy of Otolaryngology - Head and Neck Surgery**, v. 144, n. 4, p. 602-611, 2011.

TOMLIN, D. RANCE, G. Long-term hearing deficits after childhood middle ear disease. **Ear & Hearing**, v. 35, n.6, p. e233-242, 2014.

UPDIKE, C.; THORNBURG, J.D. Reading skills and auditory processing ability in children with chronic otitis media in early childhood. **Ann Otol Rhinol Laryngol**, v. 101, n. 6, p. 530-537, 1992.

VIEIRA MR, NISHIHATA R, CHIARI BM, PEREIRA LD. Perception of limitations on communicative activities, temporal resolution and figure-to-ground in unilateral hearing loss. **Rev Soc Bras Fonoaudiol**, v. 16, n.4, p. 445-453, 2011.

VILLA, P.C.; ZANCHETTA, S. Auditory temporal abilities in children with history of recurrent otitis media in the first years of life and persistent in preschool and school ages. **CoDAS**, v. 26, n. 6, p. 494 – 502, 2014.

WEBSTER, A.; BAMFORD, J.M.; THYER, N.J.; AYLES, R. The psychological, educational and auditory sequelae of early, persistent secretory otitis media. **J Child Psychol Psychiatry**, v. 30, n. 4, p. 529-546, 1989.

WELSH, L.W.; WELSH, J.J.; HEALY, M.P. Early sound deprivation and long-term hearing. **Ann Otol Rhinol Laryngol**, v. 105, n. 11, p. 877-881, 1996.

WELSH, L.W.; WELSH, J.J.; HEALY, M.P. Effect of sound deprivation on central hearing. **Laryngoscope**, v. 93, p. 1569-1575, 1983.

WILLIAMS, CJ; JACOBS AM. The impact of otitis media on cognitive and educational outcomes. **MJA**, v. 191, n. 9, p. s69-s72, 2009.

ZINKUS, P.W.; GOTTLIEB, M.I. Patterns of Perceptual and Academic Deficits Related to Early Chronic Otitis Media. **Pediatrics**, v. 66, n. 2, 1980.

ZUMACH, A.; GERRITS, E.; CHENAULT, M.N.; ANTEUNIS, L.J.C. Otitis media and speech-in-noise recognition in school-aged children. **Audiol Neurotol**, v. 14, p. 121-129. 2009.

Table 1 – Characterization of the sample.

Variables	Study Group (n=34)	Control Group (n=34)	P
Age (years) – average \pm SD	14,9 \pm 2,1	15,1 \pm 2,1	0,569
Gender – n (%)			1,000
Male	22 (64,7)	22 (64,7)	
Female	12 (35,3)	12 (35,3)	
Years of schooling – average \pm SD	8,8 \pm 1,9	9,3 \pm 2,3	0,308
Age of onset OM – average \pm SD	2,24 \pm 1,8	---	
Maternal schooling – n (%)			0,452
Incomplete elementar school	15 (44,1)	11 (32,4)	
Complete elementar school	3 (8,8)	1 (2,9)	
Incomplete high school	5 (14,7)	6 (17,6)	
Complete high school	11 (32,4)	16 (47,1)	
Family income – n (%)			0,865
Vulnerable	16 (47,1)	17 (50,0)	
Low middle class	12 (35,3)	10 (29,4)	
Middle class middle	6 (17,6)	7 (20,6)	
AW quadrante mean – average \pm SD			
RE	21,2 \pm 10,8	5,9 \pm 3,9	<0,001*
LE	21,2 \pm 11,4	5,7 \pm 3,4	<0,001*
Air bone <i>gap</i> mean – average \pm SD			
RE	19,3 \pm 9,6	---	
LE	17,7 \pm 9,0	---	

LEGEND: NCCOM (non-cholesteatomatous chronic otitis media), SD (standard deviation), n (number), RE (right ear), LE (left ear), AW (airway).

* $p \leq 0.05$ (level of statistical significance).

Table 2 – Comparative results of CAP tests between the study and control groups.

Variables	Study Group (n=34)	Control Group (n=34)	P	Effecto size
SSI 0 – average \pm SD				
RE (%)	53,2 \pm 15,5	100 \pm 0,0	<0,001*	4,27
LE (%)	53,5 \pm 15,2	100 \pm 0,0	<0,001*	4,33
SSI -15 – average \pm SD				
RE (%)	29,1 \pm 15,8	96,2 \pm 6,0	<0,001*	5,63
LE (%)	31,8 \pm 15,3	95,3 \pm 6,1	<0,001*	5,46
DD- average \pm SD				
RE (%)	96,3 \pm 4,6	99,3 \pm 1,1	0,001*	0,90
LE (%)	97,6 \pm 3,0	99,4 \pm 1,1	0,003*	0,80
DPS- average \pm SD (%)	45,6 \pm 22,1	61,8 \pm 18,0	0,002*	0,81
MLD- average \pm SD (dB)	9,2 \pm 3,6	11,5 \pm 1,3	0,001*	0,85
RGDT- average \pm SD (ms)	14,1 \pm 6,4	4,1 \pm 1,6	<0,001*	2,15

LEGEND: NCCOM (non-cholesteatomatous chronic otitis media), SD (standard deviation), n (number), ms (milliseconds), dB (decibel), RE (right ear), LE (left ear), SSI (*Synthetic Sentence Identification*), DD (*Dichotic digits*), DPS (*Duration Pattern Sequence*), MLD (*Masking Level Difference*), RGDT (*Random Gap Detection Test*).

* $p \leq 0.05$ (level of statistical significance).

Table 3 – Comparative results of CAP tests among CG subjects and the SG subgroups with unilateral and bilateral conductive change.

Variables	Control Group (n=34)	CONUNI Subgroup (n= 15)	P	CONBIL Subgroup (n= 19)	P
SSI 0 –average ± SD					
RE (%)	100±0,0	50,7±10,3	<0,001*	55,3±18,7	<0,001*
LE (%)	100±0,0	52,7±10,9	<0,001*	54,2±18,0	<0,001*
SSI -15 –average ± SD					
RE (%)	96,2±6,0	27,3±13,9	<0,001*	30,5±17,5	<0,001*
LE (%)	95,3±6,2	28,7±9,2	<0,001*	34,2±18,7	<0,001*
DD- –average ± SD					
RE (%)	99,3±1,1	95,2±5,9	<0,001*	97,2±3,1	0,054
LE (%)	99,4±1,1	97,2±3,4	0,004*	98,0±2,7	0,068
DPS- –average ± SD (%)	61,8±18,0	46,4±23,1	0,034*	44,9±21,9	0,010*
MLD- –average ± SD (dB)	11,5±1,3	8,4±3,6	0,001*	9,9±3,5	0,082
RGDT—average ± SD (ms)	4,1±1,6	13,0±6,9	<0,001*	15,1±5,9	<0,001*

LEGEND: SD (standard deviation), n (number), RE (right ear), LE (left ear), ms (milliseconds), dB (decibel), SSI (*Synthetic Sentence Identification*), DD (*Dichotic digits*), DPS (*Duration Pattern Sequence*), MLD (*Masking Level Difference*), RGDT (*Random Gap Detection Test*), CONUNI (Subgroup with unilateral conductive change), CONBIL (subgroup with bilateral conductive change).

* $p \leq 0.05$ (level of statistical significance).

Table 4 – Comparative results of CAP tests between CG and SG according to the family income classification.

Variables	Vulnerable			Low middle class			Middle class middle		
	SG (n= 16)	CG (n= 17)	P	SG (n= 12)	CG (n= 10)	P	SG (n= 6)	CG (n= 7)	P
SSI 0dB average ± SD									
RE (%)	50,0±13,2	100±0,0	<0,001*	60,8±15,1	100±0,0	<0,001*	46,7±18,6	100±0,0	<0,001*
LE (%)	51,9±11,7	100±0,0	<0,001*	59,2±16,2	100±0,0	<0,001*	46,7±19,7	100±0,0	<0,001*
SSI -15dB average ± SD									
RE (%)	28,8±18,2	95,9±6,2	<0,001*	30,0±11,3	94,0±7,0	<0,001*	28,3±19,4	100±0,0	<0,001*
LE (%)	30,6±12,9	95,9±6,2	<0,001*	35,8±15,6	93,0±6,7	<0,001*	26,7±20,7	97,1±4,9	<0,001*
DD average ± SD									
RE (%)	94,5±5,6	99,3±1,2	0,005*	97,5±2,8	99,3±1,2	0,083	98,8±2,1	99,6±0,9	0,368
LE (%)	97,0±3,4	99,6±1,0	0,011*	98,1±2,8	98,8±1,3	0,531	98,3±2,0	100±0,0	0,102
DPS (%) average ± SD	42,9±19,1	62,0±16,9	0,005*	47,8±23,3	55,3±22,2	0,449	48,3±29,8	70,4±11,3	0,136
MLD (dB) average ± SD	8,9±4,2	11,4±1,4	0,033*	9,3±3,2	11,6±1,3	0,041*	10,0±2,8	11,4±1,5	0,270
RGDT (ms) average ± SD	16,0±7,0	3,9±1,6	<0,001*	12,4±3,3	4,6±2,1	<0,001*	12,8±8,8	3,6±0,61	0,050*

LEGEND: SG (study group), CG (control group), SD (standard deviation), n (number), ms (milliseconds), dB (decibel), RE (right ear), LE (left ear), SSI (*Synthetic Sentence Identification*), DD (*Dichotic digits*), DPS (*Duration Pattern Sequence*), MLD (*Masking Level Difference*), RGDT (*Random Gap Detection Test*), dB (decibels).

* $p \leq 0.05$ (level of statistical significance).



Figure 1- Percentage changes between CAP tests in the study group.

LEGEND: RE (right ear), LE (left ear), SSI (*Synthetic Sentence Identification*), DD (*Dichotic digits*), DPS (*Duration Pattern Sequence*), MLD (*Masking Level Difference*), RGDT (*Random Gap Detection Test*).

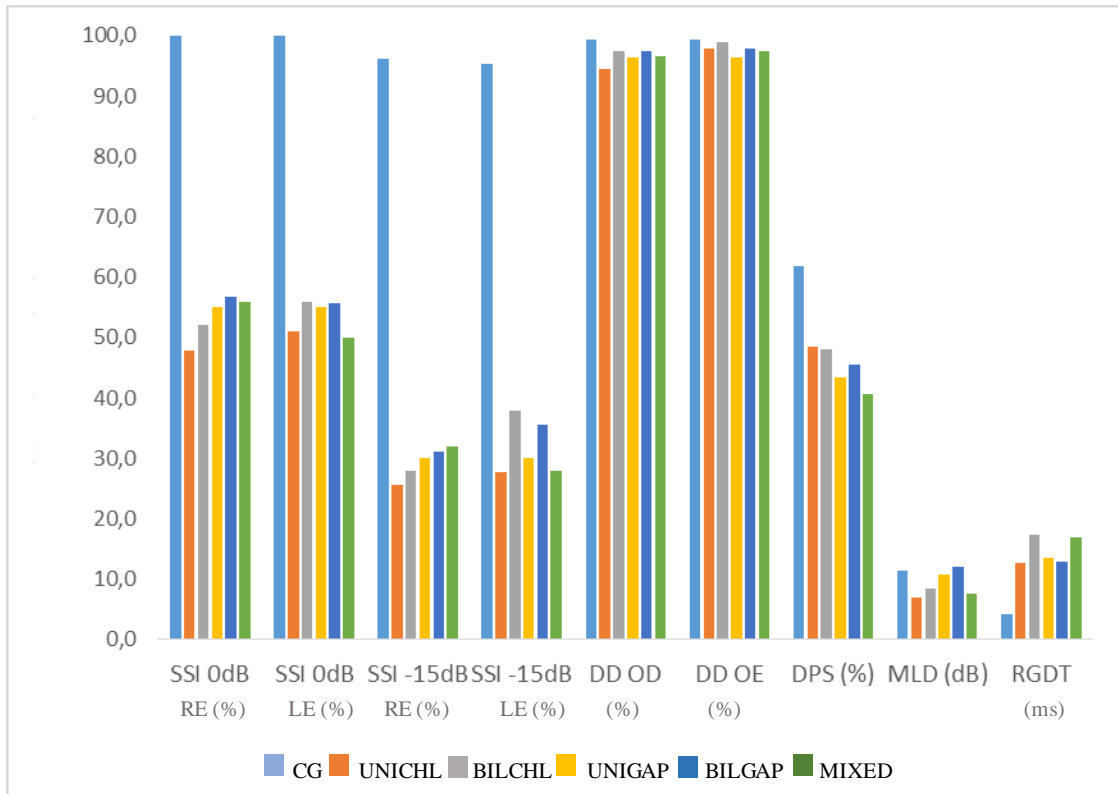


Figure 2 – Graph showing the comparative results between the means of GC tests and SG subgroups according to the type of conductive change.

LEGEND: CAP (central auditory processing), CG (control group), UNICHL (conductive unilateral hearing loss), BILCHL (bilateral conductive hearing loss), UNIGAP (unilateral gap), BILGAP (gap bilateral), RE (right ear), LE (left ear), SSI (*Synthetic Sentence Identification*), DD (Dichotic digits), DPS (*Duration Pattern Sequence*), MLD (*Masking Level Difference*), RGDT (*Random Gap Detection Test*), dB (decibels), ms (miliseconds).

APÊNCIDE C- ARTIGO 3 EM INGLÊS

(Submitted for European Archives of Otorhinolaryngology)

**Non-cholesteatomatous chronic otitis media in adolescents. Effect on attention,
memory, executive function, and central auditory processing.**

Márcia Salgado Machado¹, Adriane Ribeiro Teixeira², Sady Selaimen da Costa³.

1 Speech therapist, Ph.D. student, Graduate Program in Child and Adolescent Health of the Federal University of Rio Grande do Sul, Assistant Professor, Department of Speech Pathology, Federal University of Health Sciences of Porto Alegre.

2 Speech Therapist, Ph.D., Adjunct Professor, Department of Speech Pathology, Federal University of Rio Grande do Sul.

3 Otorhinolaryngologist, Ph.D., Associate Professor, Department of Ophthalmology and Otorhinolaryngology, Federal University of Rio Grande do Sul.

Corresponding author: Marcia Salgado Machado

Address: Rua Sarmiento Leite, 245. Department of Speech Pathology. Porto Alegre –RS, Brasil. CEP 90050-170

Phone: (+555133038817)

E-mail: marciasm@ufcspa.edu.br

ABSTRACT

Introduction: Auditory deprivation associated with early otitis media with effusion has been considered as a risk factor for central auditory processing (CAP), as well as for the development of a number of cognitive functions. However, no similar studies on subjects with chronic otitis media were found. **Aim:** To study the neuropsychological functions of attention, working memory and executive function in adolescents with and without non-cholesteatomatous chronic otitis media (NCCOM) and analyze their interrelationships with the behavioral evaluation of CAP. **Material and methods:** Sixty-eight adolescents were recruited, 34 were diagnosed with NCCOM (study group – SG), and 34 had no otological history (control group - CG). The attention, working memory and executive functions (phonemic verbal fluency) subtests of the Neupsilin Brief Neuropsychological Assessment Instrument were used. CAP was assessed by: MLD (Masking Level Difference), SSI (Synthetic Sentence Identification), Random Gap Detection Test (RGDT), DPS (Duration Pattern Sequence Test) and DD (Dichotic Digits Test). **Results:** The results of Neupsilin showed lower scores in the study group when compared to the control group in the following tests: digit sequence repetition, ascending digit ordering, auditory sentence span, and phonemic verbal fluency. An association was found between central auditory processing tests and Neupsilin subtests. **Conclusions:** The effects of NCCOM on attention, memory and executive function related to the central auditory processing disorder in adolescents seem to be enhanced by the severity of the disease.

Keywords: auditory perception, adolescent, attention, memory, executive function, cognition.

INTRODUCTION

Human cognition is constituted by different functions, such as attention, memory, language, executive functions, among others (ZIMMERMANN *et al.*, 2016). These functions share actions with specific auditory structures of the auditory central nervous system during the processing of auditory information (SANCHEZ and ALVAREZ, 2006; AMERICAN ACADEMY OF AUDIOLOGY, 2010). Therefore, it is necessary to study and include neuroscience in the understanding of the interfaces between central auditory processing and cognitive functions (JORGE, 2016).

The literature indicates evidence of attention function impairment in individuals with a history of otitis media (KLAUSEN *et al.*, 2000, ASBJORNSEN *et al.*, 2000), as well as likely associations between working memory and hearing in a noisy environment (KATZ and TILLERY, 1997; BRANNSTROM *et al.*, 2012; YATHIRAJ and MAGGU, 2013). In addition, PRANDO *et al.* (2010) observed that the executive function shares cognitive mechanisms underlying auditory skills.

Thus, there is a great interest in the interrelationships between auditory and cognitive abilities (PEREIRA, 2013). In this regard, auditory deprivation associated with early otitis media with effusion has been considered to be a risk factor not only for central auditory processing but also for the development of some cognitive functions (NORTHERN and DOWNS, 2005). Some studies have investigated the effects of early otitis media with effusion on cognitive development (ZINKUS *et al.*, 1978, SAK and RUBEN, 1981, JOHNSON *et al.*, 2000, KLAUSEN *et al.*, 2000, NICLASSEN *et al.*, 2016), but no studies on subjects with chronic otitis media were found.

The aim of this study was to investigate the neuropsychological functions of attention, working memory and executive function in adolescents with and without NCCOM and

analyze their interrelationships with the behavioral evaluation of central auditory processing and with the variables: gender, age, school repetition, age of onset of otitis media, maternal schooling and family income.

METHODS

This study consists of a controlled cross-sectional, observational study for which 68 adolescents aged 12 - 18 years old (BRASIL, 1990) were recruited, 34 of whom had non-cholesteatomatous chronic otitis media (study group-SG), while 34 had no otological history (control group - CG).

For the control group, the following inclusion criteria were considered: adolescents from public schools, with no history of otitis media, with normal audiological assessment and typical overall development. The study group consisted of adolescents from public schools with a diagnosis of unilateral or bilateral NCCOM and average of auditory thresholds at the frequencies of 500, 1000, 2000 and 4000 Hz of up to 40 dB HL in the affected ear(s).

For both groups the following exclusion criteria were considered: presence of mental, neurological disorders or genetic syndromes, being left-handed, having a history of formal music education and presenting with other risk factors for hearing loss. The information about these criteria was collected by analyzing the clinical records of each patient (study group) or through an anamnesis with their parents (control group).

The subjects who agreed to participate in the study underwent the following procedures: anamnesis; neuropsychological assessment of attention, working memory and executive functions (verbal fluency); audiological assessment (pure tone audiometry and speech audiometry); and central auditory processing behavioral evaluation battery. All proposed

assessments were performed by duly trained researchers experienced in performing the tests described.

In order to evaluate the neuropsychological aspects selected for this study, the Neupsilin Brief Neuropsychological Assessment Instrument (FONSECA *et al.*, 2008; PAWLOWSKI *et al.*, 2008) was applied according to the instructions described in the instrument manual. However, only the following subtests were conducted: attention (reverse counting and digit sequence repetition), working memory (ascending digit ordering and auditory sentence span), and executive function (verbal fluency test).

In the reverse counting test, the maximum score was 20 points, each point representing a correct answer. In the digit sequence repetition test, the maximum score was seven points. Thus, the total score for the attention tests was 27 points.

In the ascending digit ordering task, the maximum score was ten points, while, for auditory sentence span, the maximum score was 28 points.

In the phonemic verbal fluency test, the score was established by the number of items emitted during the time stipulated for the test.

It is important to clarify that the criteria of normality set forth in the test manual had to be adapted to the sample of this study, since the mean and standard deviation values available in the manual are presented per grades (7th and 8th grades in elementary school and 1st, 2nd and 3rd grades in high school). However, some subjects in this study, although having the minimum age for administration of the test (12 years), were not yet in the 7th grade (due to school repetition). As a result the parameter indicated for the 7th grade was used, because, due to the chronological aspect, it should be the current grade for those subjects. Furthermore, by virtue of the change in the number of grades in elementary schools in the country (which went from eight to nine years), subjects who attended the 9th grade were included in the

parameters of normality for the 8th grade, since the test manual does not present parameters for that grade.

The test battery assessing auditory processing was composed of the following tests: MLD (Masking Level Difference), SSI (Synthetic Sentence Identification), RGDT (Random Gap Detection Test), DPS (Duration Pattern Sequence Test) and DDT (Dichotic Digits Test), according to the recommendations of the BRAZILIAN ACADEMY OF AUDIOLOGY (2016) related to the minimum protocol for CAP behavioral evaluation.

The sample size was calculated using the WINPEPI software, version 11.43. For a significance level of 5%, 90% power, with a minimum effect size of 0.8 standard deviations between groups, a minimum total of 33 individuals were obtained per group, totaling 66 individuals.

The statistical analysis of data was performed as follows: the qualitative variables were described as absolute and relative frequencies, Pearson's chi-square test or Fisher's exact test were used for the comparison of proportions, and the Pearson (symmetrical distribution) or Spearman (asymmetric distribution) correlation coefficients were applied to evaluate the association between test results. The level of significance was set at 5% ($p \leq 0.05$), and analyses were carried out using the SPSS software version 21.0.

RESULTS

The characteristics of the sample under study can be seen in Table 1.

Table 2 shows the results for the Neupsilin subtests conducted on the control and study groups.

No association was found between the results for the Neupsilin subtests when compared for gender ($p>0.20$), age ($p> 0.05$), school repetition ($p>0.2$), age of otitis media onset ($p>0.3$), mother's schooling ($p>0.4$) and family income ($p>0.05$).

Table 3 shows the association between central auditory processing tests and neuropsychological tests using the Spearman correlation coefficient.

DISCUSSION

The Neupsilin results showed lower scores in the study group when compared to the control group in the following tests: digit sequence repetition (attention), ascending digit ordering (working memory), auditory sentence span (working memory), and phonemic verbal fluency (executive function). An association was found between the DD, DPS and RGDT tests and the reverse counting test (attention), and there was also an association between the DDT and the digit sequence repetition (attention) subtest and the overall score for the attention function and phonemic verbal fluency (executive function). In addition, the SSI was associated with the working memory (ascending digit ordering subtest) and executive function (phonemic verbal fluency).

Regarding the changes in the attention test (digit sequence repetition), a likely relationship between attention and CAP is believed to exist, which has already been documented in some studies conducted on individuals with a history of otitis media (KLAUSEN *et al.*, 2000; ASBJORNSSEN *et al.*, 2000; HAAPALA *et al.*, 2016). The study by HAAPALA *et al.* (2016), who investigated the consequences of recurrent acute otitis media on the involuntary auditory attention of two-year-old infants through late-latency evoked potentials, stands out. In this study, the authors detected an immature control of attentional shift in children with recurrent acute otitis media and associated it with the typical distraction

behavior of these children. Additionally, they also identified increased MMN (mismatch negativity) latency, which suggests a delay in attentional reorienting for resumption of an ongoing activity in the sample under study. Therefore, when exposed to disturbing sounds, the subjects with a history positive for otitis media showed atypical neural organization in the neural mechanisms of involuntary attention (HAAPALA *et al.*, 2016).

It should be noted that, in this study, two subtests were used to assess the attention function. However, only one of them (digit sequence repetition) showed a significant difference between the study and control groups. This is believed to have occurred due to the ease of the reverse counting test, while the digit sequence repetition test is more complex and, consequently, poses a higher degree of attentional requirement.

Concerning the differences observed between the groups in the working memory assessment subtests, it should be noted that, when there is a deficit in auditory input processing, so much effort is spent on the understanding of the auditory information that little energy is left for it to be remembered (BELLIS, 2003). Thus, in cases of slow auditory input processing, the information presented at the beginning of the communication cannot be kept in the working memory at the moment when the last part of the message is processed, and, as a result, the whole message may be "forgotten" or not fully understood (BELLIS, 2003). Additionally, this interrelationship has already been described in the literature (KATZ and TILLERY, 1997; MODY *et al.*, 1999; BRANNSTROM *et al.*, 2012; YATHIRAJ and MAGGU, 2013) as these are tasks performed by neighboring brain regions (KATZ and TILLERY, 1997). An example of this is the hippocampus (one of the main memory centers in the brain) in its lower medial portion of the anterior temporal lobe. On the other hand, THOMPSON *et al.* (2017) found no relationship between speech perception in the presence of noise and the working memory in schoolchildren when investigating the biological and cognitive processes involved in speech perception in a noisy environment in early childhood.

However, the author stresses the complexity of speech perception in the presence of noise, which consists of a complex task requiring the simultaneous integration of sensorial processing, attention, memory, and linguistic knowledge (THOMPSON *et al.*, 2017).

With respect to the difference observed between groups in the subtest assessing phonemic verbal fluency, this is an expected result, since verbal fluency is essential for individuals to be able to present complex and interconnected behaviors, both in social/communicative interaction contexts and in complex cognitive situations that require greater mental control and reasoning (ZIMMERMANN *et al.*, 2016) as in CAP. In addition, in the study by PRANDO *et al.* (2010), the executive function was found to be one of the tasks that was least dissociated from CAP tasks, showing that this function shares cognitive mechanisms underlying the auditory abilities, which, therefore, supports the findings in this study.

As for the associations identified between the Neupsilin subtests and the CAP behavioral evaluation tests, the study by PRANDO *et al.* (2010) allows for a few considerations on the results observed in this study. The authors demonstrated strong correlations between the performance of adolescents in tests assessing CAP and tasks assessing neuropsychological skills such as attention and working memory, which are justified by the sharing of underlying cognitive abilities between them.

In this regard, from a cognitive neuroscience perspective, there are few (if any) fully compartmentalized areas in the brain that are responsible for only one sensory modality (PRANDO *et al.*, 2010), since brain organization is not modular (JERGER and MUSIEK, 2000). According to the AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION (2005), there are indications that the processing of sensory information is interdependent and integrated into cognitive domains that include attention and memory. In this sense, the

correlations observed in this study between the CAP tests and Neupsilin tasks can be understood.

PRANDO *et al.* (2010) observed a correlation between the SSI and an attention task, which was justified by the authors as a result of the high attention demand required to perform the task. However, in this study, this correlation was not observed, it was the relationship of the SSI with the working memory and verbal fluency tasks that was demonstrated. These results are similar to other studies that observed correlations between speech perception in a noisy environment and working memory (KATZ and TILLERY, 1997; MODY *et al.*, 1999; BRANNSTROM *et al.*, 2012; YATHIRAJ and MAGGU, 2013).

The other associations observed in this study were not found in the literature. However, it is believed that they occurred due to the overlapping of brain areas involved in performing general auditory and cognitive tasks (MUSIEK *et al.*, 2005), which maintain a relationship of interdependence between these processes (BELLIS, 2003). Likewise, PRANDO *et al.* (2010) stress that there is no causal relationship between neuropsychological function deficits and auditory perception deficits; therefore, the CAP evaluation must be performed and analyzed so as to complement the neuropsychological assessment.

The results presented in this study confirm the findings in the literature related to the correlations observed between the CAP skills and the attention and memory functions (PRANDO *et al.*, 2010; BELLIS, 2003). However, studies involving these correlations are still scarce (PRANDO *et al.*, 2010), which prevents this issue from being fully elucidated.

As regards NCCOM, specifically, it is important to note that the extension of the auditory deprivation effect required to cause a cognitive alteration in humans is unknown (RUBEN, 1984), since this is a dynamic disease (RAMOS *et al.*, 2006) that should be regarded as an event that is part of a continuous disease process (PEREIRA *et al.*, 2006). In addition, the auditory deprivation arising from NCCOM does not occur only in the

developmental period of the central auditory nervous system, but it accompanies the individual in a fluctuating or permanent manner over long periods.

Therefore, the role of otitis media in the development of neuropsychological aspects still divides professionals with different views (NORTHERN and DOWNS, 2005; WILLIAMS and JACOBS, 2009). However, it is accepted in the literature that an early history of chronic otitis media with effusion is associated with a higher incidence of learning difficulties, language deficits and attention disorders (BELLIS, 2003). The hypothesis is that this occurs because the reception and analysis of sound characteristics (such as frequency, intensity, and duration) serve as a basis for constructing language, especially with regard to the development of the memory of sound patterns in language (PEREIRA, 1999).

However, it is necessary to stress that similar studies on subjects with chronic otitis media were not found, the focus being on early otitis media with effusion. Therefore, it should be assumed that, in NCCOM, the effects on CAP and cognition are probably enhanced by the severity of the disease

It should also be noted that, in this study, the complete neuropsychological evaluation proposed in Neupsilin was not performed, since previous studies relate CAP to the attention and working memory functions. However, we suggest that further studies be conducted using the complete assessment battery of the instrument to allow the analysis of other hypotheses involving other cognitive functions.

Given that the data obtained reinforce the hypothesis that the central auditory function involves far more than a central nervous system roadmap to the auditory portion (PRANDO *et al.*, 2010), this study raises questions about changes in neuropsychological functions in subjects with NCCOM and CAPD, which should be contemplated and investigated in further studies.

CONCLUSIONS

The neuropsychological functions of attention, working memory and executive function (phonemic verbal fluency) showed alterations in adolescents with NCCOM when compared with the control group. Associations were found between the results for the subtests assessing neuropsychological functions and the tests used for the behavioral evaluation of central auditory processing in adolescents with NCCOM. The effects of NCCOM on the tested attention, memory and executive functions relating to the central auditory processing disorder in adolescents seem to be enhanced by the severity of the disease.

REFERENCES

AMERICAN ACADEMY OF AUDIOLOGY. **Clinical Practice Guidelines**: Diagnosis, treatment and management of children and adults with central auditory processing disorder. 2010. Disponível em: www.audiology.org. Acesso em: 27 fev. 2017.

AMERICAN SPEECH-LANGUAGE-HEARING ASSOCIATION. (Central) auditory processing disorders [Technical Report]. 2005. Disponível em: www.asha.org/policy. Acesso em: 27 fev. 2017.

ASBJORNSEN, A.; HOLMEFJORD, A.; REISAETER, S. et al. Lasting auditory attention impairment after persistente middle ear infections: a dichotic listening study. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 42, p. 481-486, 2000.

BELLIS, T.J. **Assessment and management of central auditory processing disorders in the educational setting from Science to practice**. 2. ed. Clifton Park, NY: Thomson/Delmar Learning, 2003. 532 p.

BRANNSTROM, K.J.; ZUNIC, E.; BOROVARAC, A.; IBERTSSON, T. Acceptance of background noise, working memory capacity, and auditory evoked potentials in subjects with normal hearing. **J Am Acad Audiol**, v. 23, p. 542-552, 2012.

BRASIL. Lei 8.069, de 13 de Julho de 1990. **Estatuto da Criança e do Adolescente**. Brasília: Ministério da Justiça, 1990.

BRAZILIAN ACADEMY OF AUDIOLOGY. (2016). Fórum de diagnóstico audiológico. 31º Encontro Internacional de Audiologia. São Paulo, SP. Disponível em: http://www.audiologiabrasil.org.br/31eia/pdf/forum_f.pdf . Acesso em: 28 fev. 2017.

FONSECA, R.P.; SALLES, J.F.; PARENTE, M.A.M.P. Development and content validity of the Brazilian Brief Neuropsychological Assessment Battery Neupsilin. **Psychology & Neuroscience**, v. 1, n. 1, p. 55-62, 2008.

HAAPALA, S.; NIEMITALO-HAAPOLA, E.; RAAPPANA, A. et al. Long-term influence of recurrent acute otitis media on neural involuntary attention switching in 2-year-old children. **Behavioral and Brain Functions**, v. 12, n. 1, 2016.

JERGER, J.; MUSIEK, F. Report of the consensus conference on the diagnosis of auditory processing disorders in school-age children. **J Am Acad Audiol**, v. 11, n. 9, p. 467-474, 2000.

JOHNSON, D.L.; SWANK, P.R.; OWEN, M.J. *et al.* Effects of early middle ear effusion on child intelligence at three, five, and seven years of age. **Journal of Pediatric Psychology**, v. 25, n. 1, p. 5-13, 2000.

JORGE, V. Neuropsicologia: área de atuação na avaliação e intervenção fonoaudiológica. **Revista do Conselho Regional de Fonoaudiologia Nossa Voz**, n.13, p. 13-14, 2016.

KATZ, J.; TILLERY, K.L. An introduction to auditory processing. In: LICHTIG, I.; CARVALLO, R.M.M. **Audição: abordagens atuais**. Carapicuíba, SP: Pró-Fono, 1997. p. 119-143.

KATZ, J.; SMITH, P. The staggered spondaic word test: a ten minute look at the central nervous system through the ears. **Ann Acad Sci**, v. 620, p. 223-251, 1991.

KLAUSEN, O.; MOLLER, P.; HOLMEFJORD, A. et al. Lasting effects of otitis media with effusion on language skills and listening performance. **Acta Otolaryngol**, v. 543 (Suppl), p. 73-76, 2000.

MODY, M.; SCHWARTZ, R.G.; GRAVEL, J.S.; RUBEN, R.J. Speech perception and verbal memory in children with and without histories of otitis media. **Journal of Speech, Language, and Hearing Research**, v. 42, p. 1069-1079, 1999.

MUSIEK, F.E.; BELLIS, T.J.; CHERMAK, G.D. Nonmodularity of the central auditory nervous system: implications for (central) auditory processing disorder. **Am J Audiol**, v. 14, n.2, p. 128-138, 2005.

NICLASSEN, J.; OBEL, C.; HOMOEN, P. et al. Associations between otitis media and child behavioural and learning difficulties: results from a Danish cohort. **International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology**, v. 84, p. 12-20, 2016.

NORTHERN, J.L.; DOWNS, M.P. **Audição na infância**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005. 359p.

PAWLOWSKI, J.; FONSECA, R.P.; SALLES, J.F. et al. Evidências de validade do instrumento de avaliação neuropsicológica breve Neupsilin. **Arquivos Brasileiros de Psicologia**, v. 60, n. 2, p. 101-116, 2008.

PEREIRA, L.D. Avaliação do processamento auditivo central: objetivo e encaminhamento. In: CALDAS, N.; NETO, S.C.; SIH, T. **Otologia e audiologia em pediatria**. Rio de Janeiro: Revinter, 1999. p. 224-230.

PEREIRA, L.D. Introdução ao processamento auditivo central. In: BEVILACQUA, M.C. et al. In: **Tratado de audiologia**. São Paulo: Santos, 2013. p. 279-291.

PEREIRA, M.B.R.; RAMOS, B.D.; COSTA, S.S. Otite média com efusão. In: COSTA, S.S.; CRUZ, O.L.M.; OLIVEIRA, J.A.A. et al. (org). **Otorrinolaringologia: princípios e prática**. 2.ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 283-288.

PRANDO, M.L.; PAWLOWSKI, J.; FACHEL, J.M.G. et al. Relação entre habilidades de processamento auditivo e funções neuropsicológicas em adolescentes. **Rev CEFAC**, v. 12, n. 4, p. 646-661, 2010.

RAMOS, B.D.; PEREIRA, M.B.R.; COSTA, S.S. Otite média aguda e otite média aguda recorrente. In: COSTA, S.S.; CRUZ, O.L.M.; OLIVEIRA, J.A.A. et al. (org). **Otorrinolaringologia: princípios e prática**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 274-282.

RUBEN, R.J. An inquiry into the minimal amount of auditory deprivation which results in a cognitive effect in man. **Acta Otolaryngol Suppl**, v. 414, p. 157-164, 1984.

SANCHEZ, M.L.; ALVAREZ, A.M.M.A. Processamento auditivo central: avaliação. In: COSTA, S.S.; CRUZ, O.L.M.; OLIVEIRA, J.A.A. et al. (org). **Otorrinolaringologia: princípios e prática**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 191-202.

SAK, R.J.; RUBEN, R.J. Recurrent middle ear effusion in childhood: Implications of temporary auditory deprivation for language and learning. **Annals of Otolology, Rhinology, and Laryngology**, v. 90, p. 546-551, 1981.

THOMPSON, E.C.; CARR, K.W.; WHITE-SCHWOCH, T. et al. Individual differences in speech-in-noise perception parallel neural speech processing and attention in preschoolers. **Hearing Research**, v. 344, p. 148-157, 2017.

WILLIAMS, C.J.; JACOBS, A.M. The impact of otitis media on cognitive and educational outcomes. **MJA**, v. 191, n. 9, p. s69-s72, 2009.

YATHIRAJ, A.; MAGGU, A.R. Screening test of auditory processing (STAP): a preliminary report. **J Am Acad Audiol**, v. 24, p. 867-878, 2013.

ZIMMERMANN, N.; CARDOSO, C.O.; MORAES, A.L. et al. Funções executivas e linguagem na infância: conceitos e relações entre componentes cognitivos para a interpretação neuropsicológica e neuropsicológica. In: FONSECA, R.P.; PRANDO, M.L.; ZIMMERMANN, N. **Tarefas para avaliação neuropsicológica**. Volume 1. Avaliação de linguagem e funções executivas em crianças. São Paulo: Memnom, 2016. p. 15-25

ZINKUS, P.W.; GOTTLIEB, M.I.; SCHAPIRO, M. Developmental and psychoeducational sequelae of chronic otitis media. **Am J Dis Child**, v. 132, p. 1100-1104, 1978.

Table 1- Characterization of the sample.

Variables	Study Group (n= 34)	Control Group (n= 34)
Age (years) – average \pm SD	14,9 \pm 2,1	15,1 \pm 2,1
Gender – n (%)		
Male	22 (64,7)	22 (64,7)
Female	12 (35,3)	12 (35,3)
Years of schooling – average \pm SD	8,8 \pm 1,9	9,3 \pm 2,3

LEGEND: n (number), SD (standard deviation).

Table 2- Neuropsychological test results.

Variables	Study Group	Control Group	P
	(n= 34)	(n= 34)	
	n (%)	n (%)	
Attention- Reverse counting			0,053
Normal	29 (85,3)	34 (100)	
Changed	5 (14,7)	0 (0,0)	
Attention- Digit sequence repetition			0,011*
Normal	27 (79,4)	34 (100)	
Changed	7 (20,6)	0 (0,0)	
Attention- Total score			0,114
Normal	30 (88,2)	34 (100)	
Changed	4 (11,8)	0 (0,0)	
Working memory- Ascending digit ordering			0,025*
Normal	28 (82,4)	34 (100)	
Changed	6 (17,6)	0 (0,0)	
Working memory- Auditory sentence <i>span</i>			0,002*
Normal	25 (73,5)	34 (100)	
Changed	9 (26,5)	0 (0,0)	
Executive function- Verbal Fluency Test			0,001*
Normal	23 (67,6)	34 (100)	
Changed	11 (32,4)	0 (0,0)	

LEGEND: n (number).

* $p \leq 0.05$ (level of statistical significance).

Table 3- Association between CAP tests and neuropsychological tests using the Spearman correlation coefficient.

Variables	Neupsilin Results					
	Reverse counting	Digit sequence repetition	Attention Total score	Ascending digit ordering	Auditory sentence span	Verbal Fluency Test
SSI 0						
RE	0,039	0,241	0,090	0,168	0,059	0,326
LE	0,097	0,173	0,159	0,477**	-0,218	0,342*
SSI -15						
RE	0,095	0,292	0,119	0,133	-0,087	0,219
LE	0,104	0,219	0,180	0,221	-0,205	0,392*
DD						
RE	0,346*	0,428*	0,376*	0,235	0,125	0,188
LE	0,431*	0,346*	0,434*	0,025	0,018	0,354*
DPS	0,390*	0,056	0,322	0,130	0,072	0,260
MLD	0,082	0,128	0,000	-0,084	0,200	0,039
RGDT	-0,353*	-0,298	-0,285	0,047	-0,205	-0,026

*p<0,05; **p<0,01

LEGEND: NCCOM (non-cholesteatomatous chronic otitis media), RE (right ear), LE (left ear), SSI (*Synthetic Sentence Identification*), DD (*Dichotic digits*), DPS (*Duration Pattern Sequence*), MLD (*Masking Level Difference*), RGDT (*Random Gap Detection Test*).

* $p \leq 0.05$ (level of statistical significance).

ANEXOS

ANEXO A - TERMO DE ASSENTIMENTO

Projeto: Otite média crônica: impacto no processamento auditivo e aspectos neuropsicológicos de crianças e adolescentes.

Você está sendo convidado a participar desta pesquisa. Para isso, você deverá realizar alguns testes.

Na primeira parte, você deverá: responder se ouviu alguns sons, repetir palavras, identificar frases e diferenciar alguns sons de outros.

Na segunda parte, você irá realizar algumas atividades simples e rápidas de atenção e memória.

Sua participação é importante para verificar como você está compreendendo os sons que ouve e também para avaliar algumas das suas habilidades de atenção e memória.

Você pode escolher se quer participar ou não. Se você concordar em participar, escreva seu nome no espaço a seguir.

Assinatura da criança ou adolescente: _____

Nome da criança ou adolescente: _____

Nome do pesquisador que coletou o assentimento: _____

Assinatura do pesquisador que coletou o assentimento: _____

Porto Alegre, ____ de _____ de _____.

ANEXO B- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA MENORES DE 18 ANOS

A criança ou adolescente pelo qual você é responsável está sendo convidada a participar do projeto **“Otite média crônica: impacto no processamento auditivo e aspectos neuropsicológicos de crianças e adolescentes”**, o qual tem o objetivo de investigar e analisar o impacto da otite média crônica no processamento auditivo e nos aspectos neuropsicológicos de crianças e adolescentes com otite média crônica.

Esta pesquisa está sendo realizada devido à necessidade de investigar os danos que a perda auditiva provocada pela otite média crônica pode causar em crianças e adolescentes que apresentam esta alteração. Por meio deste trabalho, será possível conhecer melhor como os sons são compreendidos e como estão algumas habilidades cognitivas como atenção e memória em indivíduos que apresentam otite média crônica.

Para participar, você deverá responder um questionário com perguntas sobre o desenvolvimento da criança ou adolescente pelo qual você é responsável (audição, linguagem, escola e doenças). Além disso, ele (a) será avaliado (a), individualmente, por meio de uma avaliação composta por dois exames auditivos, chamados audiometria (na qual ele(a) irá avisar quando ouvir alguns sons) e imitanciométrica (na qual ele(a) colocará fones e escutará alguns sons, sem precisar responder). Após, serão realizados alguns testes para verificar como ele(a) compreende o que ouve. Nestes testes, ele(a) deverá responder se existe ou não um som, além de associar e diferenciar alguns tipos de sons. Depois ele (a) realizará alguns testes para ver como está sua atenção e memória, nos quais responderá a algumas perguntas simples e rápidas.

Não há qualquer risco em participar desta pesquisa, sendo os únicos desconfortos a permanência dentro de uma cabina acústica, a colocação dos fones nos ouvidos e o tempo para a realização das avaliações (aproximadamente uma hora).

A participação nesta pesquisa é gratuita, você não terá nenhum gasto financeiro e a participação da criança ou adolescente pelo qual você é responsável não será remunerada. A identidade dos participantes desta pesquisa não será divulgada, bem como os dados obtidos serão arquivados e utilizados somente para esse estudo. As suas informações relacionadas à privacidade serão mantidas em caráter confidencial.

Você poderá retirar o consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo. A recusa em participar ou a desistência após a concordância, não implicará em nenhum prejuízo ao atendimento recebido na instituição.

Caso você tenha dúvidas sobre algum procedimento proposto, você poderá entrar em contato com o pesquisador responsável, Dr. Sady Selaimen, pelo telefone (51) 3359-8314, ou ainda, com uma das pesquisadoras desta pesquisa, Fga. Márcia Salgado Machado, pelo telefone (51) 3303-8817, de segundas a sextas-feiras das 9h às 17h. Você também poderá contatar o Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA) a qualquer momento por meio do telefone (51) 3359-7640, ou ainda, presencialmente, na Rua Ramiro Barcelos, 2350, 2º andar, sala 2227^a, das 8h às 17h (segunda a sexta-feira).

Você estará recebendo uma via deste termo de consentimento.

Eu, _____, declaro estar ciente do exposto e autorizo a participação da criança ou adolescente pelo qual sou responsável na pesquisa.

Nome do responsável: _____

Assinatura do responsável: _____

Nome do pesquisador que coletou o consentimento: _____

Assinatura do pesquisador que coletou o consentimento: _____

Porto Alegre, ____ de ____ de ____ .

ANEXO C- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA INDIVÍDUOS COM 18 ANOS

Você está sendo convidado(a) a participar do projeto **“Otite média crônica: impacto no processamento auditivo e aspectos neuropsicológicos de crianças e adolescentes.”**, o qual tem o objetivo de investigar e analisar o impacto da otite média crônica no processamento auditivo e nos aspectos neuropsicológicos de crianças e adolescentes com otite média crônica.

Esta pesquisa está sendo realizada devido à necessidade de investigar os danos que a perda auditiva provocada pela otite média crônica pode causar em crianças e adolescentes que apresentam esta alteração. Por meio deste trabalho, será possível conhecer melhor como os sons são compreendidos e como estão algumas habilidades cognitivas como atenção e memória em indivíduos que apresentam otite média crônica.

Para participar, você deverá responder a um questionário com perguntas sobre o seu desenvolvimento, sua audição, suas doenças e seu desempenho na escola. Além disso, você será avaliado, individualmente, por meio de uma avaliação composta por dois exames auditivos, chamados audiometria (na qual você irá avisar quando ouvir alguns sons) e imitanciométrica (na qual você colocará fones e escutará alguns sons, sem precisar responder). Após, serão realizados alguns testes para verificar como você compreende o que ouve. Nestes testes, você deverá responder se existe ou não um som, além de associar e diferenciar alguns tipos de sons. Depois você realizará alguns testes para ver como está sua atenção e memória, nos quais você responderá a algumas perguntas simples e rápidas.

Não há qualquer risco em participar desta pesquisa, sendo os únicos desconfortos a permanência dentro de uma cabina acústica, a colocação dos fones nos ouvidos e o tempo para a realização das avaliações (aproximadamente uma hora).

A participação nesta pesquisa é gratuita, você não terá nenhum gasto financeiro e sua participação não será remunerada. A sua identidade nesta pesquisa não será divulgada, bem como os dados obtidos serão arquivados e utilizados somente para esse estudo. As suas informações relacionadas à privacidade serão mantidas em caráter confidencial.

Você poderá retirar o consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo. A recusa em participar ou a desistência após a concordância, não implicará em nenhum prejuízo ao atendimento recebido na instituição.

Caso você tenha dúvidas sobre algum procedimento proposto, você poderá entrar em contato com o pesquisador responsável, Dr. Sady Selaimen, pelo telefone (51) 3359-8314, ou ainda, com uma das pesquisadoras desta pesquisa, Fga. Márcia Salgado Machado, pelo telefone (51) 3303-8817, de segundas a sextas-feiras das 9h às 17h. Você também poderá contatar o Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA) a qualquer momento por meio do telefone (51) 3359-7640, ou ainda, presencialmente, na Rua Ramiro Barcelos, 2350, 2º andar, sala 2227^a, das 8h às 17h (segunda a sexta-feira).

Você estará recebendo uma via deste termo de consentimento.

Eu, _____, declaro estar ciente do exposto e desejo participar da pesquisa.

Nome do participante: _____

Assinatura do participante: _____

Nome do pesquisador que coletou o consentimento: _____

Assinatura do pesquisador que coletou o consentimento: _____

Porto Alegre, ____ de ____ de ____.