UNIVERSIDADE FEDERAL DE RIO GRANDE DO SUL

FACULDADE DE MEDICINA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS

MÉDICAS: PEDIATRIA

ESTUDO DA MATURAÇÃO DAS VIAS AUDITIVAS POR MEIO DOS POTENCIAIS EVOCADOS AUDITIVOS DE TRONCO ENCEFÁLICO EM CRIANÇAS NASCIDAS PRÉ-TERMO

PRICILA SLEIFER

TESE DE DOUTORADO

Porto Alegre, Brasil
2008

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE RIO GRANDE DO SUL

FACULDADE DE MEDICINA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS

MÉDICAS: PEDIATRIA

ESTUDO DA MATURAÇÃO DAS VIAS AUDITIVAS POR MEIO DOS POTENCIAIS EVOCADOS AUDITIVOS DE TRONCO ENCEFÁLICO EM CRIANÇAS NASCIDAS PRÉ-TERMO

PRICILA SLEIFER

Orientador: Prof. Dr. Sady Selaimen da Costa

Co-orientador: Prof. Dr. Pedro Luiz Cóser

A apresentação desta tese é exigência do Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas: Pediatria, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, para obtenção do título de Doutor.

Porto Alegre, Brasil
2008

S632e Sleifer, Pricila

Estudo da maturação das vias auditivas por meio dos potenciais evocados auditivos de tronco encefálico em crianças nascidas pré-termo / Pricila Sleifer ; orient. Sady Selaimen da Costa ; co-orient. Pedro Luiz Cóser. – 2008.

135 f.

Tese (doutorado) – Universidade Federal Rio Grande do Sul. Faculdade de Medicina. Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas: Pediatria. Porto Alegre, BR-RS, 2008.

1. Potenciais evocados auditivos do tronco encefálico 2. Lactente 3. Audiometria de resposta evocada I. Costa, Sady Selaimen da II. Cóser, Pedro Luiz III. Título.

NLM: WV 270

Catalogação Biblioteca FAMED/HCPA

O saber se faz por meio de uma superação constante

PAULO FREIRE

Dedico este trabalho

ao meu esposo, ***Eduardo****, gracias por existir em mi vida.*

aos meus ***pais e irmãos****, por me ensinarem que o amor e a união familiar*

são a base mais sólida e importante da vida.

AGRADECIMENTOS

Durante o desenvolvimento deste trabalho recebi a colaboração de várias pessoas, às quais quero prestar o meu agradecimento:

Ao meu orientador, Prof. Dr. **Sady Selaimen da Costa**, por ter proporcionado meu crescimento como pesquisadora através do incentivo, da exigência necessária e do compartilhamento de seu conhecimento admirável, exemplo de competência e obstinação. Agradeço por acreditar neste trabalho, em minha capacidade de realizá-lo e por exigir critérios de aprimoramento científico dentro dos mais elevados padrões exigidos pelo curso.

Ao meu co-orientador, Prof. Dr. **Pedro Luiz Cóser**, pelas oportunidades concedidas e pelo enorme conhecimento científico em eletrofisiologia da audição, os quais facilitaram minha inserção e aprendizado neste fascinante campo de pesquisa.

Ao Prof. Dr. **Marcelo Zubaran Goldani**, por oportunizar a avaliação auditiva nas crianças do ambulatório de crescimento e desenvolvimento de crianças vulneráveis, pelo convite e credibilidade do meu trabalho e por me proporcionar uma visão ampla do conhecimento científico.

À **Rosane Blanguer**, secretária do Programa de Pós-graduação em Ciências Médicas: Pediatria, pela disponibilidade e auxílio nos momentos que necessitei.

Ao Prof. Dr. **Fleming Pedroso** pelo apoio e incentivo, também quero parabenizá-lo pela capacidade de ser humilde na grandeza de sua intelectualidade.

Às minhas amigas e colegas fonoaudiólogas **Erissandra Gomes, Marlene Canarin Danesi** e **Fabiana de Oliveira** pela amizade, apoio e companheirismo.

À amiga **Cristina Dornelles**, pelo auxílio nas análises estatísticas.

Ao **Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas**: **Pediatria** pela oportunidade e confiança em mim depositada.

Aos colegas do **Serviço de Otorrinolaringologia** do Hospital de Clínicas de Porto Alegre por oferecerem condições para que meu trabalho se desenvolvesse.

Aos Prof. Dr**. Luiz Carlos Alves de Souza** e Prof. Dr. **Marcelo Ribeiro de Toledo Piza**, pelos ensinamentos em eletrofisiologia da audição e pela excelente acolhida na Clínica Paparella em Ribeirão Preto.

Ao meu esposo, **Eduardo Púa**, por proporcionar o suporte indispensável, presença e apoio constante, carinho, bom-humor, por compartilhar sonhos e acima de tudo, pelo amor.

Aos meus pais, **Augustinho e Maria Sleifer**, pelo amor incondicional que me deram, pela educação que me proporcionaram e pelos valores que me ensinaram. Pelo exemplo de luta, empenho, dedicação e perseverança que me levou, desde muito cedo, à busca de conquistas.

Aos meus irmãos, **Sandra, Saionara e Edgar**, por todo amor, carinho e apoio. Agradeço o estímulo na busca do crescimento pessoal e profissional e pelo exemplo que nortearam minhas escolhas.

Sobretudo, a todas as **crianças** que tornaram este estudo possível.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS
LISTA DE FIGURAS
LISTA DE QUADROS
LISTA DE TABELAS
RESUMO
SUMMARY
1 INTRODUÇÃO..... 1
2 REVISÃO DA LITERATURA..... 5
2.1 Ontogenia do sistema auditivo 5
2.2 Anatomofisiologia aplicada aos potenciais evocados auditivos..... 9
2.2.1 Orelha interna..... 9
2.2.2 A estimulação das fibras neuronais..... 11
2.2.3 Nervo auditivo……..... 12
2.2.4 Via auditiva central……..... 14
2.2.4.1 Núcleo coclear……..... 17
2.2.4.2 Complexo olivar superior..... 18
2.2.4.3 Lemnisco lateral..... 19
2.2.4.4 Colículo inferior 19
2.3 Potencial evocado auditivo de tronco encefálico..... 21
2.3.1 Interpretação do exame…..... 22

2.3.2 Aplicação clínica..... 27

2.3.3 Em crianças ……..... 28

2.3.4 Crianças nascidas a termo..... 31

2.3.5 Crianças nascidas pré-termo..... 39

2.4 Maturação da via auditiva 43

3 JUSTIFICATIVA 48

4 OBJETIVOS..... 49

4.1 Geral..... 49

4.2 Específicos..... 49

5 CASUÍSTICA E METÓDO 51

5.1 Delineamento..... 51

5.2 População e amostra..... 51

5.3 Processo de Amostragem..... 52

5.3.1 Cálculo do tamanho da amostra..... 52

5.3.2 Critérios de inclusão..... 52

5.3.3 Critérios de exclusão..... 52

5.3.4 Coleta de dados..... 53

5.4 Variáveis em estudo..... 53

5.5 Considerações éticas..... 53

5.6 Logística..... 54

5.7 Análise dos resultados..... 60

6 RESULTADOS 61

6.1 Descrição geral da amostra..... 61

6.2 Comparação dos gêneros …….....……..... 62

6.3 Comparação das análises interaurais..... 64

6.4 Comparação das latências absolutas das ondas I, III e V e latências interpicos das ondas I-III, I-V e III-V ……... 65

6.5 Análise da variação da velocidade entre os períodos quatro-12 meses e 12-20 meses……... 72

7 DISCUSSÃO 74

7.1 Comparação entre os gêneros ……. 74

7.2 Comparação das análises interaurais 77

7.3 Maturação das latências absolutas das ondas I, III e V..... 78

7.4 Maturação dos Intervalos interpicos das ondas I-III, I-V e III-V …….. 80

7.5 Comparação da velocidade de maturação entre os períodos quatro-12 meses e 12-20 meses ……..... 82

8 CONCLUSÃO 86

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 88

ANEXOS

LISTA DE ABREVIATURAS

A1- Eletrodos de referência colocado na mastóide esquerda

A2- eletrodos de referência colocado na mastóide direita

CCI - Células ciliadas internas

CCE - Células ciliadas externas

^{o}C - Graus Celsius

daPa - DecaPascal

dB - DeciBel

dBNA - DeciBel nível de audição

dBnHL - DeciBel nível intensidade

dBnNA- DeciBel nível de audição normal, referente a grupo com limiares auditivos normais

dBNS- DeciBel nível de sensação

Dr. (a) - Doutor (doutora)

Et al. - E colaboradores

F1 - Primeira freqüência

F2 - Segunda freqüência

Fz- eletrodo ativo na testa

HCPA - Hospital de Clínicas de Porto Alegre

Hz - Hertz

IG - Idade gestacional

JCIH- *Joint Committee on Infant Hearing, 2007*

mg/Kg - Miligramas por quilo

ml - Mililitro

MLR - Respostas de média latência

ms - Milissegundos

mV - Microvolts

N - Registro da onda com pico negativo

NPS - Nível de pressão sonora

P - Registro da onda com pico positivo

P300 - *Potencial evocado auditivo registrado acima de 300 ms*

PEATE - Potencial evocado auditivo de tronco encefálico

PEATE VA- Potencial evocado auditivo de tronco encefálico por via aérea

PEATE VO- Potencial evocado auditivo de tronco encefálico por via óssea

peNPS – Pico equivalente de pressão sonora

Prof. (a) - Professor (professora)

RN- recém-nascido

SPSS- *Software statistical Package for social science*

SNC - Sistema nervoso central

TAN- Triagem auditiva neonatal

TANU- Triagem auditiva neonatal universal

TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UTI- Unidade de terapia intensiva

VA- via aérea

VO- via óssea

µv - Microssegundos

% - Porcentagem

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Via auditiva aferente (Netter, 1997)..... 16

Figura 2. Potenciais evocados auditivos e sítios geradores, figura adaptada de Oliveira (2006)…..... 23

Figura 3. Organograma dos procedimentos realizados..... 56

Figura 4. *Box Plot* da idade gestacional por gênero……. 62

Figura 5. Gráficos das correlações lineares entre a idade gestacional em semanas, com a latência absoluta da onda I..... 67

Figura 6. Gráficos das correlações lineares entre a idade gestacional em semanas, com a latência absoluta da onda III..... 68

Figura 7. Gráficos das correlações lineares entre a idade gestacional em semanas, com a latência absoluta da onda V..... 69

Figura 8. Gráficos das correlações lineares entre a idade gestacional em semanas, com o intervalo interpico I-III..... 70

Figura 9. Gráficos das correlações lineares entre a idade gestacional em semanas, com o intervalo interpico I-V..... 71

Figura 10. Gráficos das correlações lineares entre a idade gestacional em semanas, com o intervalo interpico III-V…….…….....…. 72

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Principais aplicações clínicas dos potenciais evocados auditivos em adultos e em crianças..... 28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Padrão de comportamento dos potenciais evocados auditivos de tronco encefálico em crianças recém-nascidas e aos 12 meses (dados publicados por Deorari *et al*., 1989)..... 33

Tabela 2. Padrão de comportamento dos potenciais evocados auditivos de tronco encefálico em crianças de três meses a três anos de idade (dados publicados por Gorga *et al*., 1989)..... 35

Tabela 3. Descrição da amostra..... 62

Tabela 4. Comparação das latências absolutas das ondas I, III, V e intervalos interpicos I-III, I-V e III-V aos quatro meses de idade, entre os gêneros, por meio do teste t de *Student* para amostras independentes..... 63

Tabela 5. Comparação das latências absolutas das ondas I, III e V e intervalos interpicos I-III, I-V e III-V aos 12 meses de idade, entre os gêneros, por meio do teste t de *Student* para amostras independentes..... 63

Tabela 6. Comparação das latências absolutas das ondas I, III e V e intervalos interpicos I-III, I-V e III-V aos 20 meses de idade, entre os gêneros, por meio do teste t de *Student* para amostras independentes..... 64

Tabela 7. Comparação das latências absolutas das ondas I, III e V e intervalos interpicos I-III, I-V e III-V aos 20 meses de idade, entre orelha direita e orelha esquerda, por meio do teste t de *Student* para amostras emparelhadas..... 64

Tabela 8. Comparação das latências absolutas das ondas I, III e V entre a primeira, segunda e terceira avaliação (quatro, 12 e 20 meses de idade respectivamente), por meio de modelos lineares gerais para medidas repetidas..... 65

Tabela 9. Comparação das latências absolutas das ondas I, III e V e interpicos das ondas I-III, I-V e III-V entre a primeira, segunda e terceira avaliação (quatro, 12 e 20 meses de idade respectivamente), por meio de modelos lineares gerais para medidas repetidas..... 65

Tabela 10. Comparação das diferenças das latências absolutas das ondas I, III, V no período quatro-12 meses e 12-20 meses de idade, por meio do teste t para amostra emparelhada..... 73

Tabela 11. Comparação das diferenças das latências interpicos das ondas I-III, III-V e I-V no período quatro-12 meses e 12-20 meses de idade, por meio do teste t para amostra emparelhada..... 73

RESUMO

Os potenciais evocados auditivos de tronco encefálico (PEATE) são um instrumento clínico muito útil na avaliação da maturação das vias auditivas em crianças nascidas pré-termo. **Objetivos:** Observar a maturação da via auditiva pela análise PEATE em crianças nascidas pré-termo em três idades (4, 12 e 20 meses de idade)**. Casuística e Método:** Coorte, individual, observacional, comparativo e contemporâneo. O fator em estudo foi crianças nascidas pré-termo e o desfecho à observação da maturação da via auditiva neste grupo, pela análise PEATE, em três avaliações (aos 4, 12 e 20 meses de idade), precedido de avaliação otorrinolaringológica e audiológica com objetivo de garantir que não apresentavam alteração auditiva. **Resultados:** Ingressaram 73 crianças pré-termo. Não foi encontrada diferença estatística (P>0,05) na comparação dos resultados entre os gêneros, bem como interaural**.** Houve diferença estatiticamente significante entre idade gestacional, as latências absolutas e intervalos interpicos nas três avaliações realizadas, ocorrendo uma diminuição das latências com o aumento da idade. Verificamos que a maturação da onda I foi mais rápida, e a maturação da onda V foi mais lenta. Podemos perceber que a maturação da via auditiva até o tronco encefálico segue o sentido caudo-rostral, sendo a da via periférica mais precoce, e a da rostral, mais tardia. **Conclusão:** Com base nos achados deste estudo, recomendamos que a aplicação do procedimento de avaliação audiológica através do PEATE em crianças nascidas pré-termo, pelo menos até os 20 meses de idade, seja realizado levando-se em conta a idade gestacional a fim de se obter análises fidedignas.

Palavras-chave: potencial evocado auditivo, pré-termo, audiometria do tronco encefálico, crianças.

SUMMARY

Brainstem Auditory Evoked Potential (BAEP) is a very useful clinical instrument in the evaluation of the auditory pathways maturation in preterm children. **Objective:** To observe the maturation of the auditory pathway with the use of the BAEP analysis in preterm children at three different ages (four, 12 and 20 months). **Casuistry and Method:** Group, individual, observational, comparative and contemporary. Preterm children and the outcome to observation of the auditory pathway maturation by the BAEP analysis in three evaluations (at 4, 12 and 20 months of age) were studied. The procedures were preceded by otolaryngological and auditory evaluation with the objective to guarantee the non presence of auditory alteration. **Results:** Seventy-three preterm children participated in the study. Statistically significant difference was not found (P> 0,05) in the comparison between genders and between ears. There was a statistically significant difference among gestational ages, absolute latencies and interpic intervals in the three evaluations conducted, occurring a reduction of latencies with age increase. We verified that maturation of wave I was faster and the maturation of wave V was slower. We could perceive that the maturation of the auditory pathway up to the brainstem follows the caudorostral direction, being the peripheral pathway more precocious and the rostral pathway more delayed. **Conclusion:** Based on the findings of this study, we recommend the application of the audiological evaluation procedure using BAEP in preterm children, at least until 20 months of age, by taking into account the gestational age in order to obtain reliable analyses.

Key Words: Auditory Evoked Potential; Preterm; Auditory Brainstem Response Audiometry; Children.

1 INTRODUÇÃO

A via auditiva até o tronco encefálico apresenta duas fases no seu processo de maturação neurológica. Na primeira, por volta do sexto mês de vida intra-uterina, ocorre a maturação em sua parte periférica. Na segunda fase, as vias auditivas, ao longo do sistema nervoso central, tornam-se mielinizadas. Esta fase inicia-se após o nascimento e completa-se por volta dos 18 meses de vida pós-natal (Cox, 1985; Castro Junior, 1991; Silman e Silverman, 1997; Hood, 1998; Eggermont, 2002; Figueiredo e Castro Junior, 2003; Schochat, 2004; Burkard *et al*., 2006; Karpijoke e Jaaskelainen, 2007).

Os potenciais evocados auditivos de tronco encefálico (PEATE) permitem, através de suas respostas, a análise neurofisiológica das vias auditivas, da orelha interna ao tronco encefálico.

Quando o nervo coclear transmite os potenciais aos núcleos cocleares, vão se sucedendo sinapses auditivas e potenciais elétricos ao longo de toda via auditiva ascendente até o córtex auditivo. Esses podem ser estudados por meio de eletrodos colocados à distância que, após análise, fornecem informações sobre a audição e a condução neural nas diversas estações das vias auditivas, além de permitir a avaliação do estado de maturação das mesmas (Issac, 1999).

Diversos autores relatam que os resultados dos PEATE sofrem a influência do fenômeno da maturidade auditiva, e que as características destes, em crianças pré-termo, podem diferir dos

registros obtidos em crianças a termo, no âmbito internacional (Hecox e Galambos, 1974; Schulman-Galambos e Galambos, 1975; Galambos e Galambos, 1979; Starr *et al*., 1977; Hecox, 1985; Lary *et al*., 1985; Gorga *et al*., 1985; Zimmerman *et al*., 1987; Ken-Dror *et al*., 1987; Gupta e Anand, 1990; Tibusseck e Meister, 2002; Jiang e Wilkinson, 2006; Karpijoke e Jaaskelainen, 2007), porém, no âmbito nacional, existem poucos trabalhos realizados com crianças nascidas pré-termo (Castro Junior, 1991; Issac, 1999; Costa e Costa Filho, 1998; Ribeiro e Chapchap, 2004; Sleifer *et al*., 2007; Ribeiro e Carvallo, 2008). A utilização deste exame vem sendo preconizada para a população neonatal devido à dificuldade de se obterem resultados fidedignos em avaliações audiológicas subjetivas e por ser um instrumento clínico muito útil na avaliação da audição, pela análise eletrofisiológica, da maturação das vias auditivas do sistema auditivo em neonatos nascidos pré-termo.

Hecox e Galambos (1974), Schulman-Galambos e Galambos (1975) e Galambos e Galambos (1979) realizaram trabalhos científicos pioneiros com a aplicação dos PEATE em neonatos pré-termos. Demonstraram que este procedimento audiológico é muito útil em recém-nascidos, e que as ondas, neste grupo, apresentam características particulares e diferentes das encontradas em crianças maiores que dois anos e adultos. Referem que a latência da onda V em crianças diminui com o aumento da idade, devido à mielinização progressiva da via auditiva.

Ken-Dror *et al*. (1987), estudando registros do PEATE em recém-nascidos, entre 27 e 43 semanas de idade gestacional, demonstram existir uma correlação significante entre a idade gestacional e as medições eletrofisiológicas periféricas e centrais e uma correlação inversa entre a idade gestacional e as latências absolutas e intervalos interpicos entre as ondas. Relataram que o nível de maturação revela a velocidade de condução e eficácia da sinapse ao longo do nervo auditivo e do tronco encefálico em neonatos.

Eggermont (1995) e Burkard *et al.* (2006), em experimentos analisando as latências das ondas e limiar eletrofisiológico, estabeleceram um modelo para a maturação do sistema auditivo. Definiram que a porção periférica do sistema auditivo apresenta respostas normais em neonatos a termo, enquanto a porção central tem sua função maturada no término da mielinização das fibras neurais por volta de 12 meses de vida no ser humano. Sugeriram que as crianças pré-termo necessitam de tempo maior para que ocorra este término da mielinização e três a cinco semanas de vida para a maturação final do sistema periférico.

A alteração mais encontrada no potencial evocado auditivo de tronco encefálico é o aumento da latência da onda V, que pode corresponder ao processo de mielinização da via auditiva, ainda em desenvolvimento (Hood, 1998; Gupta e Anand, 1990; Tibusseck e Meister, 2002; Eggermont, 2002; Marques *et al.,* 2003; Ribeiro e Carvallo, 2008).

Essas mudanças observadas com a maturação indicam a importância da obtenção de dados normativos dependentes da idade gestacional e da idade cronológica, na qual se está realizando a avaliação para interpretar corretamente os resultados nas diferentes faixas etárias. Além disso, cada serviço deve ter seu padrão de normalidade esperado para cada população (adultos e crianças) com seus parâmetros de teste predefinidos, pois isto também afeta os valores das medidas de latência e amplitude pesquisadas.

Meu interesse em estudar PEATE iniciou-se com a realização das avaliações auditivas das crianças nascidas pré-termos, a partir do ano 2000, provenientes do ambulatório de crescimento e desenvolvimento de crianças vulneráveis, Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA). Especificamente, o tema dessa tese surgiu durante a realização de minha dissertação de mestrado (Sleifer *et al.*, 2007), na qual encontrei evidências de que há correlação inversa entre a idade gestacional e as latências absolutas e os intervalos interpicos dos PEATE em crianças até 20 meses

de idade. Sendo assim, busco com esta tese aprofundar a análise desses dados em crianças nascidas pré-termo, sem alterações auditivas.

Na tentativa de acrescentar subsídios à análise da evolução neurofisiológica da maturação das vias auditivas, decidiu-se observar a da maturação da via auditiva em crianças nascidas pré-termo até 20 meses de idade, pela análise dos PEATE.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Nos subitens a seguir serão abordados os temas considerados relevantes para a compreensão do estudo. No primeiro momento, uma breve revisão sobre ontongenia do sistema auditivo, anatomofisiologia aplicada aos potenciais evocados auditivos e potencial evocado auditivo de tronco encefálico; a seguir, o PEATE em crianças, PEATE em crianças nascidas a termo, assim como nascidas pré-termo, deixando um subitem específico para maturação da via auditiva.

O sistema auditivo é composto por um primeiro segmento periférico que se estende da orelha interna até a entrada do nervo coclear no tronco cerebral e pelo segundo, constituído pelas vias auditivas centrais que se iniciam nos núcleos cocleares e avançam até o córtex auditivo (Isaac, 1994).

2.1 Ontogenia do sistema auditivo

A embriologia e o crescimento intra-uterino do labirinto membranoso e da orelha média são complexos e ambos estão estruturalmente maduros antes do nascimento. Entretanto, o desenvolvimento do nervo auditivo e suas conexões centrais estarão completo após o nascimento (Wright, 1981).

Hoshino e Nakamura (1985) constataram que em torno de 22º a 25º semana de gestação a cóclea tem o tamanho igual do adulto, os autores analisaram por meio microscopia eletrônica de varredura.

Pujol *et al.* (1991), constataram que, ao redor da 20º semana de gestação, a morfologia coclear humana está completa e é o início da função coclear. Nessa fase abre-se o túnel de Corti e os espaços de Nuels e ocorre a liberação da membrana tectorial. Nesse estágio, as mudanças observadas são o alongamento dos pilares externos e das células ciliadas externas (CCE) e o desenvolvimento das células de Deiters e Hensen.

As CCE são conectadas às vias auditivas do tronco cerebral via aferentes espirais: dendritos convergentes de pequenos neurônios ganglionares tipo III não mielinizados (5% do gânglio espiral). Os axônios eferentes mediais dos núcleos olivares mediais contralaterais (75%) e ipsilaterais (25%) fazem sinapse diretamente com as CCE. O início de diferenciação dos neurônios do gânglio espiral é precoce e antecede à diferenciação das células ciliares. Pujol *et al*. (1998) relatam que fibras nervosas radiais, dendritos periféricos de neurônios ganglionares espirais tipo I têm sido vistos invadindo o epitélio coclear precocemente, antes da diferenciação das células ciliadas, tendo influência sobre a citodiferenciação e o desenvolvimento das mesmas. Tão logo ocorre a diferenciação, as terminações nervosas concentram-se na base das novas células sensoriais diferenciadas.

Estudos seriados de fetos humanos em diferentes etapas de idade mostram rápida maturação neuronial. Em estudos de vários núcleos auditivos do tronco cerebral, no núcleo coclear ventral, núcleo olivar medial e no núcleo central do colículo inferior, os neurônios atingem morfologia e tamanho semelhantes ao adulto entre a 20° e a 30° semana fetal. Somente pequenas modificações no tamanho dos neurônios ocorrem da 30° semana de gestação para 6 a 12 meses

pós-natal. Moore (1994) relata que este desenvolvimento celular ocorre simultaneamente ao nível de todo o tronco cerebral.

O processo de maturação neural pode ser aferido através da mielinização e não apenas pelo crescimento de corpos celulares neuroniais (Moore, 1994 e Issac, 1999). Em estudos neuropatológicos humanos o aparecimento de mielinização é geralmente um indicador da função do orgão.

Existe mielinização visível no nervo coclear, corpo trapezóide e lemnisco lateral pela 28° e 29° semanas de gestação. Esse tempo, também, correlaciona-se com o mais precoce registro de potenciais evocados de tronco cerebral em prematuros, de 28° a 29° semanas de idade gestacional, indicando que as vias auditivas de tronco cerebral tornam-se capazes de rápida e sincronizada condução, uma capacidade presumivelmente determinada pelo desenvolvimento de mielina, estendendo-se da cóclea para as vias auditivas centrais (Issac, 1999).

Moore *et al.* (1995) estudando tronco cerebral de fetos e crianças, em necropsias em neuropatologia, observaram que estruturas das vias auditivas do tronco cerebral, desde a extremidade proximal do nervo coclear até o colículo inferior, mielinizam-se entre as 26° a 29° semanas fetais. Pela 26° semana de gestação, axônios do nervo coclear e tronco cerebral adquirem mielinização. Em torno da 29° semana, está presente a mielinização definitiva em toda a via, incluíndo extremidade proximal do nervo coclear, corpo trapezóide, lemnisco lateral e colículo inferior. Após a 29° semana fetal, a densidade da mielina aumenta em toda via até pelo menos durante o primeiro ano pós-natal.

O autor refere que o tempo de mielinização coincide com o aparecimento do reflexo acústico-motor e as respostas auditivas evocadas de tronco encefálico, processos que dependem de rápida e sincronizada condução de impulsos auditivos no nervo coclear e tronco encefálico. A contemporalidade no aparecimento de mielina e resposta auditiva reflexa e a resposta evocada

suportam a idéia de que o período de 26° a 28° semanas de gestação é crítico no início da função auditiva central e que existem evidências morfológicas, comportamentais e eletrofisiológicas para a função auditiva ocorrer 10° a 12° semanas antes do nascimento.

Investigando os eventos axogênicos nas vias auditivas do tronco encefálico em fetos humanos, Moore *et al.* (1997) empregaram técnicas imunohistoquímicas e demonstraram que um pequeno número de axônios do nervo coclear invadiam o núcleo coclear ventral em torno da 16° semanas. Nesta época, um número limitado de axônios do corpo trapezóide e lemnisco lateral tinham-se estendido ao complexo olivar superior e colículo inferior. Verificaram que entre a 16° e 26° semanas havia marcada expansão e colaterização da via ascendente do nervo coclear ao colículo inferior. Esse precoce estabelecimento de um padrão maduro de conexão axonal presumivelmente forma a base para o aparecimento de mielina, reflexo acústico motor e resposta auditiva evocada pela 28° a 29° semanas.

Estudando recém-nascidos, lactentes e crianças pequenas, por meio de ressonância nuclear magnética, Martin *et al.* (1988) mostraram que a mielinização progride em direção caudo-rostral.

A maioria das conexões nervosas parece estar precisa quando o sistema se torna operacional. O desenvolvimento após o início da audição envolve estabilização do tamanho celular e maturação continuada de axônios e dendritos e o estímulo acústico parece ser necessário para esses elementos completarem normalmente o desenvolvimento (Cant, 1998). A neurogênese em embriões humanos inicia-se ao redor do 22° dia embrionário com a neurulação e abertura do tubo neural em torno do 26° dia. A geração de neurônios dos núcleos cocleares, complexos olivares superiores e núcleo geniculado medial inicia-se ao fim do primeiro mês de gestação e termina próximo ao final do segundo mês. Os núcleos cocleares podem ser reconhecidos entre 40° a 48° dia de gestação. Os neurônios do colículo inferior e córtex auditivo seriam gerados ao mesmo

tempo ou um pouco depois e se estenderiam ao 3° mês. O colículo inferior é a estrutura reconhecível no embrião humano pelo 51° dia. O córtex aparece ao redor do 54° dia.

Ruben (1992) fez uma revisão da audição infantil desde a 26° semana de vida fetal até o 3° ano de vida pós-natal. Refere que o feto humano pode perceber, reagir e armazenar informação auditiva desde 26° semana fetal e que essa habilidade pode ter papel no desenvolvimento da linguagem. Pelo 2° e 3° mês pós-parto, a criança tem percepção categórica para a maioria de fonemas nativos de sua língua.

2.2 Anatomofisiologia aplicada aos potenciais evocados auditivos

O sistema auditivo pode ser topograficamente classificado em periférico e central. O núcleo coclear é o mais caudal das estruturas centrais. O limite entre o sistema auditivo central e o periférico é o espaço sináptico existente entre os axônios distais do nervo auditivo e os corpos celulares do núcleo coclear. O sistema auditivo periférico é constituído pela orelha externa, média e interna até a sua junção com o núcleo coclear (Aquino e Araújo, 2002).

2.2.1 Orelha interna

A cóclea constitui o labirinto anterior que faz parte da orelha interna. Suas paredes são ósseas, limitando três tubos enrolados em espiral em torno de um osso chamado columela ou modíolo, ao redor do qual dão duas voltas e meia. Os três tubos cocleares têm disposição paralela e são, de cima para baixo, a rampa vestibular que se limita com a orelha média pela janela oval, a rampa média ou canal coclear que contém o órgão de corti e a rampa timpânica que se limita com a orelha média pela janela redonda. As duas rampas, vestibular e timpânica, comunicam-se pelo

helicotrema no ápice da cóclea e contêm perilinfa enquanto que a rampa média apresenta endolinfa (Oliveira, 2006).

A rampa vestibular está separada da média pela membrana vestibular de Reissnner e esta rampa está separada da timpânica pela membrana basilar, onde está o órgão de corti. Sobre o órgão de corti está a membrana tectorial com sua borda interna fixa ao modíolo e borda externa livre sobre os cílios das células ciliadas externas (Oliveira, 2006). As células sensoriais do órgão de corti são denominadas CCE e células ciliadas internas (CCI) pela presença de um feixe de estereocílios situado na superfície apical (Kurc, 1999).

Quando a orelha interna é estimulada acusticamente, via janela oval, ocorre, ao longo da membrana basilar, um movimento sinusoidal que progride da espira basal à espira apical da cóclea, denominado de onda de propagação coclear. A amplitude desta onda é maior no local da freqüência de maior ressonância da membrana basilar (Figura 1). A localização da freqüência ao longo da membrana basilar para sons de baixa freqüência é na espira apical e para sons de alta freqüência é na espira basal (Castro Junior e Figueiredo, 1999; Bhatnagar, 2004).

Oliveira (2006), sintetiza a fisiologia coclear ativa como sendo constituída de uma primeira fase onde ocorre a transdução mecânico-elétrica após o deslocamento dos estereocílios das CCE depois da vibração da membrana basilar Neste mecanismo de vibração, há uma seletividade de freqüências imprecisas, caracterizada por mecanismos passivos, ligados às propriedades físicas da membrana basilar. Quanto maior for a freqüência do som estimulante, o máximo de ressonância se desloca para a base da membrana próxima ao estribo. Os estereocílios, deslocando-se com as vibrações, são estimulados abrindo os canais de potássio. Os canais de potássio abertos desencadeiam os potenciais elétricos receptores, como os potenciais microfônicos cocleares.

Os potenciais elétricos formados provocam as contrações mecânicas rápidas das células ciliadas externas. Estas contrações constituem a base da eletromotilidade e ocorrem em fase, com

freqüência sonora estimulante. Estas contrações determinam uma amplificação da vibração da membrana basilar numa área restrita do órgão de corti, devido ao acoplamento que as CCE realizam entre a membrana basilar e a membrana tectorial. Segundo Oliveira (2006), este mecanismo constitui a base de funcionamento do amplificador coclear ativo.

A amplificação das vibrações da membrana basilar pelo mecanismo ativo das CCE provoca o contato dos cílios mais longos das células ciliadas internas com a membrana tectorial e conseqüente inclinação dos mesmos. Isto nas células de uma área delimitada pequena onde é liberada a energia pelo mecanismo ativo. Nesta área, um pequeno número de células ciliadas internas é estimulado com máxima intensidade. A inclinação e estimulação dos cílios determinam a despolarização das CCI, com formação de potenciais receptores pela entrada de potássio através dos canais iônicos dos cílios. Em seguida, há liberação dos neurotransmissores e a formação de uma mensagem sonora codificada em impulsos elétricos que é transmitida ao SNC pelo nervo acústico (Oliveira, 2006).

2.2.2 A estimulação das fibras neuronais

A estimulação das células ciliadas ocorre durante uma fase particular da onda de propagação, com os estereocílios inclinando-se em uma direção própria. As células ativadas liberam mediadores químicos na sinapse neuronal, desencadeando os potenciais neuronais. Cada fibra neuronal responde de forma clássica, com impulso "tudo ou nada", e possui um período refratário. As fibras neuronais de uma mesma célula possuem diferentes estágios de excitação, de tal forma que ocorrem descargas seqüenciais de atividades neuronais. Assim, um conjunto de neurônios está habilitado a apresentar descargas neuronais de alta freqüência. A freqüência do

estímulo sonoro corresponde à freqüência das descargas neuronais, fornecendo a discriminação dos graves e agudos, no sistema auditivo (Castro Junior e Figueiredo, 1999).

Aproximadamente 95% das fibras aferentes do nervo coclear estão associadas as CCI. Apenas 5% das fibras nervosas correspondem às fibras eferentes e estão em contato direto com as CCE. Na inervação aferente das CCE, os neurônios são pouco numerosos e importantes para controlar as contrações rápidas dessas células e, possivelmente, funcionando como um sistema de alerta na presença de ruído intenso (Aquino e Araújo, 2002).

A discriminação de freqüência também é fornecida pela orelha interna, através de locais específicos na membrana basilar e células sensoriais com freqüência característica correspondente e pelas descargas síncronas das unidades neuronais do nervo coclear. A discriminação de intensidade está relacionada ao número de fibras neuronais ativadas simultaneamente (Castro Junior e Figueiredo, 1999).

Os transdutores sensoriais são os verdadeiros receptores da mensagem sonora, produzindo a codificação elétrica da mensagem pelo disparo do potencial elétrico de ação; a mensagem sonora é enviada, então, pelas vias nervosas aos centros auditivos superiores, dentro do sistema nervoso central, até a área auditiva primária no lobo temporal.

Os impulsos nervosos originados dentro da orelha interna são levados à via auditiva central pelo ramo coclear do nervo auditivo. As mensagens, eletricamente codificadas, percorrem o nervo auditivo até chegarem ao tronco encefálico e, deste ponto, até aos hemisférios direito e esquerdo do cérebro, onde são processadas e interpretadas (Aquino e Araújo, 2002).

2.2.3 Nervo auditivo

O gânglio espiral contém aproximadamente 31.000 corpos de neurônios primários auditivos na espécie humana. Os axônios do gânglio espiral formam o nervo auditivo. Estes axônios são prolongamentos do gânglio de corti, os quais transferem informações para o sistema nervoso central, por meio de dois tipos de fibras nervosas, classificadas de acordo com suas propriedades morfológicas e funcionais: fibras nervosas primárias tipo I e tipo II (Munhoz *et al.*, 2000).

As fibras primárias do nervo auditivo do tipo I têm atividade elétrica espontânea, freqüência característica ou central ou de afinação, supressão, sincronia, codificação de intensidades e latência. Estas fibras representam 90 a 95% do total das fibras do nervo auditivo, são mielinizadas, largas, bipolares e cada fibra nervosa faz contato com apenas uma célula ciliada interna (Aquino e Araújo, 2002).

Em resposta a freqüências baixas, as descargas de uma fibra individual são sincronizadas à fase de onda do estímulo tonal. A faixa entre o limiar e a saturação é chamada faixa dinâmica. Acima do limiar, o número de descargas elétricas aumenta com o aumento progressivo da intensidade até a saturação da taxa de descarga da fibra nervosa. A faixa dinâmica varia entre as fibras nervosas de alta e baixa atividade espontânea.

Embora ainda existam defensores das teorias isoladas, é mais sensato acreditar que ambas são importantes na codificação do estímulo nervoso. A teoria local ou espacial é especialmente importante nas freqüências altas, onde não ocorre o travamento de fase da descarga neuronal com o estímulo. A teoria da periodicidade pode também representar uma combinação das duas teorias anteriormente descritas (Aquino e Araújo, 2002).

A teoria da representação local ou espacial é baseada na seletividade tonal das fibras nervosas auditivas em conjunção com a teoria das ondas viajantes presente na membrana basilar. Segundo esta teoria, a propriedade de supressão pode exercer um papel importante e formar um

som complexo que pode estimular uma fibra nervosa na sua freqüência característica, inibindo, ao mesmo tempo, outra fibra fora de sua faixa de resposta. Já a teoria da periodicidade baseia-se na propriedade de sincronização da fibra auditiva por meio de seu travamento de fase na freqüência central. O resultado dessa sincronização é uma resposta das fibras nervosas com a freqüência central correspondente aos formantes do sinal de fala.

A unidade neuronal é ativada pela despolarização celular sensorial. A atividade de um único neurônio é extremamente débil para ser captada por eletrodos à distância da fibra neuronal. Para que se possa estudar a atividade neuronal é necessária à ativação síncrona e um número significativo de neurônios nas diversas estações neuronais ao longo do nervo coclear e do tronco encefálico. Considera-se que atividade bioelétrica das sinapses neuronais também auxiliam na composição dos potenciais neuronais (Figueiredo e Castro Junior, 1999).

Os potenciais neuronais percorrem os diversos núcleos das vias auditivas e apresentam um período de retardo sináptico de aproximadamente 1ms em cada etapa neuronal e atividade síncrona até o tronco encefálico alto.

A estimulação síncrona das diversas estações neuronais é obtida através da aplicação de transitórios acústicos de microssegundos de duração, da ordem de 100 a 200µv. São estímulos acústicos ricos em tons de alta freqüência, produzindo ondas de propagação extremamente rápidas e concentradas, principalmente na espira basal da cóclea. Estes estímulos constituem-se no *clicks* e nos *logons* que possuem diferentes características físicas (Figueiredo e Castro Junior, 1999).

2.2.4 Via auditiva central

O órgão de corti, primeira estação da via auditiva periférica, tem função primária de responder, de forma mais grosseira, a diferentes freqüências sonoras. O ponto essencial da

neuroanatomofisiologia das vias auditivas é a existência de uma tonotopia coclear que é reencontrada em todas as estações auditivas centrais (Figura 1). A transmissão do estímulo do órgão de corti para o córtex cerebral é mais do que um simples encaminhamento de impulsos nervosos para a região cortical (Hood, 1998; Munhoz *et al*., 2000).

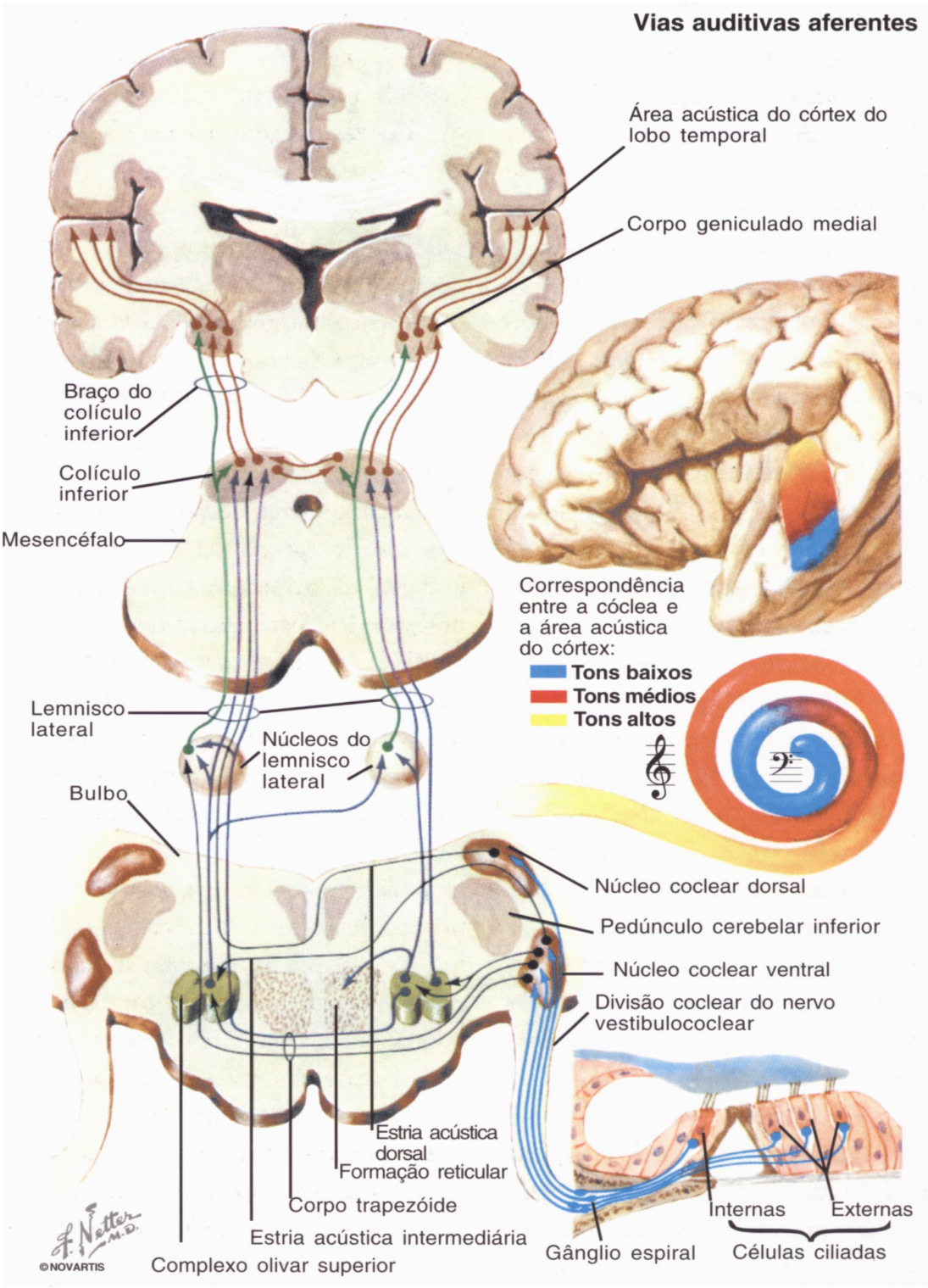

Figura 1. Via auditiva aferente (Netter, 1997).

2.2.4.1 Núcleo coclear

O núcleo coclear é o primeiro núcleo auditivo localizado na via auditiva central. Ele contém neurônios auditivos secundários que recebem informações vindas da cóclea e são transmitidas via gânglio de corti. Cada fibra do nervo auditivo entra em contato com 75 a 100 células dos núcleos cocleares. As fibras auditivas projetam-se ordenadamente nestes núcleos com uma organização tonotópica freqüencial. Elas bifurcam-se ao entrarem no tronco encefálico e cada uma delas faz conexões com mais de uma das suas subdivisões antero-ventral, póstero-ventral e dorsal (Munhoz *et al*., 2000; Aquino e Araújo, 2002).

O núcleo coclear possui um padrão histológico organizado diferenciado para cada subnúcleo com identificação histológica de várias células. Quando visto em histograma de tempo por estímulo, aparecem vários padrões de respostas elétricas dessas células, classificados de acordo com seus aspectos morfológicos, e denominados primários com pausa, entalhados e edificados (Aquino e Araújo, 2002).

Existem evidências bem claras de que há correlação entre a categoria anatômica de neurônio e sua resposta funcional e que essa correlação contribui para a manutenção de tonotopia coclear, da codificação de intensidades, da resolução temporal e da codificação de sons complexos. Além de auxiliar na seleção e modulação de freqüências, iniciam o processo de audição binaural por meio de mecanismos de excitação-inibição da transmissão dos sons captados (Munhoz *et al*., 2000; Aquino e Araújo, 2002; Burkard *et al*., 2006).

O núcleo coclear possui três principais vias de saída de estímulos: complexo olivar superior, lemnisco lateral e colículo inferior. Estas três vias distintas começam a partir de populações neuronais diferentes, cada uma com um padrão de disparo neuronal. Ainda não é bem conhecido o papel de cada uma no processamento das informações auditivas, apesar de existirem

evidências de que as lesões na região da estria acústica ventral ou no corpo trapezóide em animais de laboratório ocasionam dificuldades para a execução das tarefas, devido à degradação do sinal por ruído de fundo. A grande variabilidade de respostas do núcleo coclear reflete a transformação do sinal recebido do nervo auditivo em locais diferentes e a convergência de estímulos inibitórios e excitatórios (Aquino e Araújo, 2002).

As fibras aferentes primárias que vêm do gânglio espiral do órgão de corti chegam ao núcleo coclear ventral e dorsal fazendo sinapse nesse núcleo do bulbo. Do núcleo coclear ventral, fibras nervosas dirigem-se para o complexo olivar dos dois lados, onde outra sinapse ocorre (Oliveira, 2006).

2.2.4.2 Complexo olivar superior

Compreende núcleos estreitamente agrupados na parte superior da ponte: oliva superior lateral, oliva superior medial, núcleo medial do corpo trapezóide e os núcleos periolivares (núcleos menores ao redor e relacionados à via olivo-coclear eferente). Recebe fibras nervosas predominantemente contralaterais. É tonotopicamente organizado e o primeiro ponto a receber um afluxo muito grande de fibras nervosas de ambas as orelhas; dessa forma, é o primeiro a capacitar-se para análise localizacional do estímulo sonoro. Representa a primeira etapa da via auditiva composta de aferências provenientes das duas orelhas, exercendo um papel funcional na localização da fonte sonora e na audição binaural. A análise binaural é feita por meio das diferenças de intensidade, fase e tempo dos sons recebidos de ambos os lados (Munhoz *et al.*, 2000; Aquino e Araújo, 2002).

No complexo olivar originam-se as fibras mais periféricas do sistema auditivo eferente. As fibras do complexo olivar projetam-se nos núcleos lemnisco lateral e do colículo inferior dos dois lados (Hood, 1998; Karpijoke e Jaaskelainen, 2007).

2.2.4.3 Lemnisco lateral

Faz parte das grandes vias ascendentes da sensibilidade que atravessam o tronco encefálico e se dirigem para o tálamo. São dois pequenos núcleos localizados na parte alta da ponte que têm estrutura tonotópica e são interligados por fortes conexões. O lemnisco lateral recebe fibras predominantemente da via contralateral e projeta-se, principalmente, para o lemnisco lateral do outro lado. As informações processadas no núcleo do lemnisco lateral são predominantemente contralaterais (Munhoz *et al.*, 2000; Aquino e Araújo, 2002).

As fibras que saem do complexo olivar em direção ascendente, umas do mesmo lado e outras cruzando para o lado oposto, ligam-se aos núcleos do lemnisco lateral (Bhatnagar, 2004; Oliveira, 2006).

2.2.4.4 Colículo inferior

O colículo inferior é um complexo formado por diversos núcleos e todas as fibras aferentes da via auditiva específica chegam ao colículo inferior. É uma estação sináptica mandatória para praticamente todas as informações da via auditiva, localizado na superfície dorsal do mesencéfalo, aproximadamente a três centímetros rostral à junção da ponte com o bulbo. É histologicamente dividido em núcleo central, pericentral e externo e tem uma estrutura laminar, o substrato neural para a organização tonotópica. O núcleo pericentral está relacionado com o sistema auditivo difuso

ou não-tonotópico. O colículo inferior recebe fibras do núcleo coclear, do complexo olivar e do lemnisco lateral. Comunica-se com as camadas profundas do colículo superior, com a formação reticular e com o cerebelo.

O colículo inferior, além de importante centro de conexão da via auditiva aferente e eferente, exerce uma função primordial: a audição direcional. Admite-se que o colículo inferior seja a estrutura filogenética responsável pelas funções de reconhecimento de padrões sonoros e localização em anfíbios que não apresentam neocórtex desenvolvido (Hood, 1998; Munhoz *et al*., 2000; Aquino e Araújo, 2002).

Certas células desse complexo apresentam padrões de respostas bioelétricas em função da periodicidade do estímulo, modificações de latência na dependência da intensidade do estímulo e de efeitos binaurais. Em relação a estes últimos, há quatro populações diferentes de neurônios: os sensíveis a diferenças interaurais de intensidade, os sensíveis a uma diferença de fase interaural, os insensíveis a estes dois efeitos e os eventualmente sensíveis a eles. Foi demonstrado que a discriminação de freqüências é finalizada no nível do colículo inferior (Munhoz *et al*., 2000; Bhatnagar, 2004).

A secção bilateral das vias auditivas no nível do colículo inferior deteriora a possibilidade de detectar variações de intensidade, mas não altera o limiar de audição; apenas as lesões bilaterais das vias auditivas diretas e cruzadas, situadas abaixo do colículo inferior, são capazes de alterar o limiar auditivo (Figura 2). Os neurônios do colículo inferior projetam-se no corpo geniculado medial do tálamo (Munhoz *et al*., 2000).

Do colículo inferior, as fibras passam ao corpo geniculado medial sem cruzar e daí ao córtex auditivo no lobo temporal. Estes tratos possuem cinco ou seis estações sinápticas em seu trajeto. Na cadeia neuronal das vias auditivas, da cóclea ao colículo inferior, a informação sensorial sofre um processamento crescente pela sintonia das unidades nervosas, pela maior

complexidade das respostas e pela maior participação de informação da orelha contralateral. As vias auditivas enviam projeções ao sistema reticular ativador e ao cerebelo (Bhatnagar, 2004; Oliveira, 2006).

2.3 Potenciais evocados auditivos de tronco encefálico

O PEATE avalia a sincronia neural do sistema nervoso até o tronco encefálico, sendo eliciada por um estímulo auditivo externo apresentado por fones, de início e recuperação rápidos, de polaridade positiva (condensado), negativa (rarefeito) ou alternada (alternado). O estímulo utilizado é o *click*, que possui estas características e um espectro de freqüência de banda larga. O *click* estimula vários neurônios simultaneamente em curto período de tempo. Quanto mais neurônios disparam sincronicamente, melhor será o registro dos potenciais. Auxilia estimar audição, pois avalia a integridade da atividade do nervo auditivo até o tronco encefálico, mediante um estímulo sonoro (Hood, 1998; Fichino *et al.,* 2007).

As respostas auditivas de tronco encefálico oficialmente foram descritas por Jewet e Williston, em 1971, os quais registraram estas respostas em humanos e correlacionaram os registros com o nervo acústico, núcleo coclear e outros tratos auditivos no tronco encefálico e denominaram estas respostas sucessivas com algarismos romanos de I a VII, nomenclatura que tem sido utilizada desde essa época para identificar os vários componentes dos potenciais evocados auditivos de tronco encefálico (Silman e Silverman, 1997; Hood, 1998; Jacobson e Hyde, 1999; Munhoz *et al*., 2000; Durrant e Ferraro, 2001; Figueiredo e Castro Junior, 2003; Souza *et al*., 2008). Desde então, inúmeros autores contribuíram, significativamente demonstrando, com suas pesquisas, a variabilidade de testes, parâmetros utilizados, normalizações e aplicações clínicas.

2.3.1 Interpretação do exame

As respostas do PEATE são captadas por eletrodos de superfície que registram a atividade elétrica que aparece como traçado em forma de ondas. Na interpretação das respostas do potencial evocado auditivo de tronco encefálico deve-se observar primeiramente se há resposta, ou seja, se é possível identificar as ondas na replicação dos traçados, levando-se em conta a morfologia e a latência da resposta. Isto indica a responsividade periférica ao som. Após, deve-se identificar os componentes e marcar as medidas de latência e amplitude das ondas para determinar se estão normais (Junqueira e Frizzo, 2002).

O registro do potencial evocado auditivo de tronco encefálico é constituído por um potencial polifásico de sete ondas que ocorrem em um período de 1,4 a 12,0 ms após o primeiro estímulo apresentado. As ondas ou picos representam a soma da atividade neurológica de uma ou mais fonte de pontos específicos no tempo (Hood, 1998).

As ondas, classicamente denominadas por algarismos romanos, correspondem à atividade neuronal síncrona do sistema auditivo. Embora ainda existam controvérsias, uma das classificações mais aceita atualmente foi a descrita por Möller *et al*. (1985), na qual são delineados os seguintes sítios geradores (Figura 2):

onda I - porção distal do nervo auditivo, próximo ao modíolo;

onda II - porção proximal do nervo auditivo, próximo ao tronco, com alguma participação da porção distal;

onda III - neurônios do núcleo coclear e algumas fibras nervosas que fazem conexão neste núcleo;

onda IV - incerta, porém acredita-se que alguns neurônios do complexo olivar superior são os maiores envolvidos, contudo recebem a contribuição de fibras do núcleo coclear e do lemnisco lateral;

onda V - parece estar relacionada com a atividade do lemnisco lateral e do colículo inferior;

onda VI e VII - colículo inferior.

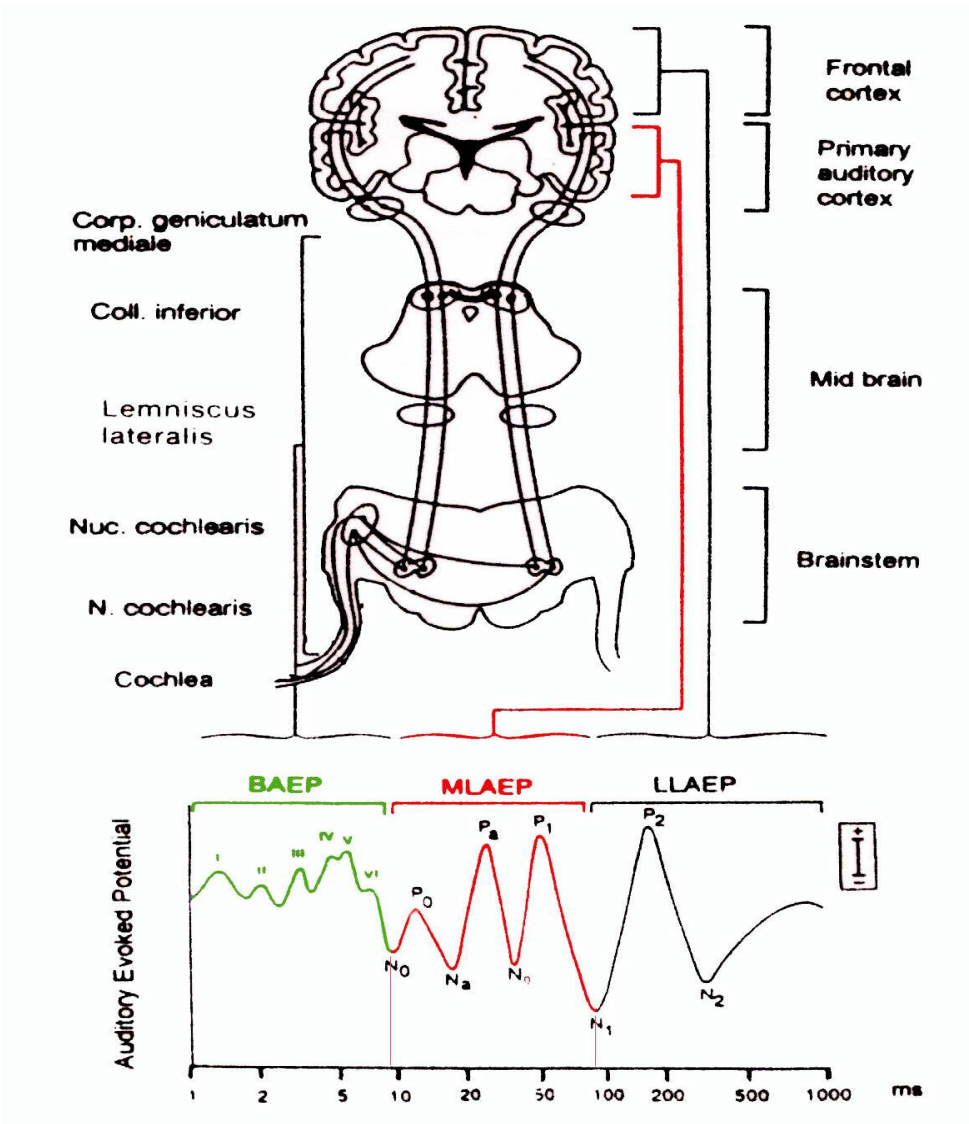

Figura 2. Potenciais evocados auditivos e sítios geradores, figura adaptada de Oliveira (2006).

As ondas IV, V, VI e VII dos potenciais evocados auditivos de tronco encefálico são complexas, com mais de uma estrutura anatômica contribuindo para cada pico, e cada estrutura contribuindo para mais do que um pico de onda. As únicas sinapses obrigatórias da via auditiva no tronco encefálico são o núcleo coclear e o colículo inferior. As demais estações interligam-se de diversas formas: ipsilateral, contralateral, ascendente e descendente (Munhoz *et al*., 2000; Figueiredo e Castro Junior, 2003).

As ondas I e III surgem ipsilateralmente ao estímulo e refletem o potencial de ação do nervo auditivo; as ondas III, IV e V recebem contribuições contralaterais que, provavelmente, são em maior número que as ipsilaterais e têm atividades pós-sinápticas provenientes de diversas regiões das vias auditivas no tronco encefálico (Jewett *et al*., 1971; Souza *et al*., 2008).

As respostas refletem a atividade síncrona da ativação de neurônios primários da via auditiva no tronco encefálico. Estes neurônios são apenas um dos seis tipos estruturais e funcionais de neurônios da via auditiva neste segmento anatômico (Munhoz *et al*., 2000; Burkard *et al.*, 2006).

Os potenciais evocados auditivos são melhores interpretados à medida que vão se formando. A análise dos registros realizada posteriormente em impressões gráficas ou armazenados em discos pode levar a erros. A pesquisa da replicabilidade dos potenciais é importante para eliminar a subjetividade e variabilidade das interpretações (Hood, 1998; Matas, 2001; Figueiredo e Castro Junior, 2003; Souza *et al.*, 2008).

Diversos parâmetros são usados para determinar a normalidade de um potencial evocado auditivo de tronco encefálico. O principal parâmetro de análise é a latência com que as diversas ondas ocorrem. A determinação de padrões de normalidade é fundamental, pois alguns parâmetros sofrem influência das características da estimulação empregada para obtê-los (Jacobson e Hall, 1992; Munhoz *et al*., 2000; Ribeiro e Carvallo, 2008).

O intervalo de tempo entre o início do estímulo e uma determinada resposta é chamado de latência absoluta. No potencial evocado auditivo é imprescindível a mensuração da latência absoluta das ondas I, III e V e estas são as mais proeminentes e, por essa razão, consideras na análise do traçado. A onda V é mais constante e mais fácil de identificar persistindo até o limiar. As ondas IV e V interagem numa grande variedade de padrões, denominados de complexo IV-V. Ondas VI e VII podem não estar presentes mesmo em indivíduos normais e não têm, portanto, valor diagnóstico (Hood, 1998; Figueiredo e Castro Junior, 2003).

O tempo decorrido entre o aparecimento de duas ondas é chamado de intervalo de latência entre as ondas ou de latência interpicos. Diferentemente da latência absoluta, este parâmetro de análise não está relacionado com o início do estímulo, mas sim com a ocorrência das diversas ondas (Jacobson, 1985; Eggermont, 2002).

Para a interpretação clínica dos potenciais evocados auditivos de tronco encefálico são analisados os intervalos de tempo de ocorrência das ondas I e III, I e V e III e V. A latência interpico I-III representa a atividade entre o nervo auditivo e o tronco encefálico baixo, enquanto a III-V reflete a atividade de sincronismo exclusivamente dentro do tronco encefálico. O intervalo interpico I-V é a mais importante por representar toda a atividade desde o nervo auditivo até os núcleos e tratos do tronco encefálico. Normalmente, em indivíduos sem alteração auditiva, este tempo de intervalo interpico é de aproximadamente 2,0 ms para os intervalos I-III e III-V. O intervalo interpico I-V espelha a soma dos anteriores, sendo, portanto, de 4,0 ms (Bento *et al.*, 1998; Chiappa, 1995; Munhoz *et al.*, 2000; Burkard e Sims, 2001; Durant e Ferraro, 2001; Karpijoke e Jaaskelainen, 2007).

É importante ressaltar que a atividade elétrica no tronco encefálico, em resposta a um estímulo sonoro, é muito complexa com diversas redundâncias entre seus núcleos. Dessa forma, a análise dos intervalos de onda não traduz o tempo de condução do estímulo entre uma estação de

sinapse e outra, informam sobre a integridade do tronco encefálico em responder sincronicamente ao estímulo sonoro oferecido (Ruth e Lampert, 1991; Munhoz *et al*., 2000).

Deve-se comparar a latência absoluta da onda V e do intervalo interpicos I-V, obtidos do lado direito com a do lado esquerdo, na mesma intensidade sonora. A diferença interaural da onda V é a mais utilizada clinicamente. Em indivíduos com audição simétrica entre as orelhas, a diferença interaural da onda V não é maior que 0,4ms (Hood, 1998; Junqueira e Frizzo, 2002).

Os dados a serem utilizados na interpretação dos traçados do potencial evocado auditivo de tronco encefálico podem ser obtidos em um estudo normativo realizado no próprio laboratório. Também é possível valer-se de dados normativos publicados, desde que os parâmetros empregados de estímulos, registros e sujeitos testados sejam os mesmos (Munhoz *et al*., 2000; Figueiredo e Castro Júnior, 2003).

Os valores de referência são geralmente obtidos a 80dBNA. A latência (expressa em ms) é considerada o parâmetro mais importante e demonstra a integridade funcional do sistema auditivo (Thievierge e Cote, 1987; Figueiredo e Castro Júnior, 2003).

Uma característica marcante dos potenciais evocados auditivos de tronco encefálico é que à medida que decresce a intensidade sonora ocorre um aumento na latência e uma diminuição da amplitude em diversas ondas.

Esta relação entre decréscimo da intensidade e aumento de latência da onda V é usada como um parâmetro para a avaliação da integridade do tronco encefálico. A latência da onda V é colocada em um gráfico em função da intensidade sonora para que este fenômeno seja visualizado. A relação entre intensidade e latência da onda V se modifica na presença de perda auditiva, porém estas alterações são características para cada tipo de perda de audição, possibilitando a identificação de sinais de comprometimento do tronco encefálico (Munhoz *et al*., 2000; Jiang e Wilkinson, 2006).

A amplitude do potencial evocado auditivo (expressa em mV) é a medida do pico positivo até o pico negativo que se segue. Por ser um parâmetro muito variável, a análise deve basear-se na comparação entre as ondas e não na amplitude de cada onda componente isoladamente. A relação entre a amplitude da onda I e da onda V é o elemento mais importante na interpretação do traçado. Em indivíduos normais esta relação é inferior a um. Esta é obtida dividindo-se a amplitude da onda V pela amplitude da onda I (Figueiredo e Castro Júnior, 2003).

A análise dos valores de amplitude das ondas é mais importante para a investigação da integridade neurológica e menos para a pesquisa do limiar.

Um diagnóstico preciso a partir dos potenciais evocados auditivos de tronco encefálico deve envolver a análise conjunta destes diversos parâmetros, utilizando-se todos os artifícios técnicos disponíveis para propiciar uma boa aquisição e visualização de todas as ondas.

2.3.2 Aplicação clínica

Os potenciais evocados auditivos apresentam indicações especificas para as populações adulta e pediátrica. Sua aplicação clínica atualmente é mais abrangente, atingindo áreas como neurologia, neurocirurgia e neonatologia.

O Quadro 1 apresenta as principais aplicações clínicas em crianças e adultos (Castro Junior e Figueiredo, 1997; Malhotra, 1997; Silman e Silverman, 1997; Souza *et al*., 1998; Hood, 1998; Sousa *et al*., 2003; Souza *et al*., 2006) e em crianças (Jacobson e Hall III, 1992; Sousa *et al*., 1998; Hood, 1998; Almeida *et al*., 1999; Matas, 2001; Figueiredo e Castro Junior, 2003; Burkard *et al.*, 2006; Freitas *et al*., 2006; Karpijoke e Jaaskelainen, 2007; Sousa *et al*., 2008):

Quadro 1: Principais aplicações clínicas dos potenciais evocados auditivos em adultos e em crianças.

Adultos	*Crianças*
Auxiliar no topodiagnóstico de alterações auditivas sensorioneurais	Monitorar audição nos tratamentos com drogas ototóxicas
Auxiliar no diagnóstico da doença de Ménière	Monitorar audição em crianças nas quais não se consegue uma audiometria comportamental confiável
Obter potencial de ação do nervo coclear	Monitorar audição em crianças com retardo intelectual, autistas ou portadores de quadros psiquiátricos
Detectar afecções de tronco encefálico, neuropatias desmielinizantes	Predizer limiar auditivo
Detectar Schawnoma do vestibular	Auxiliar na avaliação do processamento auditivo
Monitorar os estados de coma e no diagnóstico da morte cerebral	Investigação de neuropatia
Monitorar o tronco cerebral em cirurgia cardíaca; é o único método disponível para acessar a integridade funcional do tronco cerebral	Avaliar o desenvolvimento da maturidade da via auditiva até o tronco encefálico, em neonatos e lactentes
Detectar simuladores, em perdas auditivas funcionais	

2.3.3 Em crianças

Os potenciais evocados auditivos têm se revelado um exame extremamente útil na avaliação audiológica da população pediátrica. Os critérios de normalidade diferem entre adultos e crianças, principalmente em crianças, em função do processo de maturação das vias auditivas.

Durante os primeiros 12 a 18 meses de vida os potenciais evocados auditivos de tronco encefálico são afetados pelo processo de maturação do SNC. Estas facetas da maturação e modificações nos potenciais evocados auditivos de tronco encefálico foram relatados por Hecox e

Galambos (1974); Cox (1985); Ken-Dror *et al*. (1987); Collet *et al*. (1987); Zimmerman *et al*. (1987); Deorari *et al*. (1989); Castro Júnior (1991); Eggermont (2002); Marques *et al*. (2003); Burkard *et al*. (2006) e Sleifer *et al*. (2007).

Hecox e Galambos (1974) descreveram e quantificaram as propriedades fisiológicas do PEATE em crianças (três semanas a três anos de idade), compararam com a de adultos, e concluíram favoravelmente à utilidade clínica do método. Verificaram que em adultos e crianças acima de três anos de idade espera-se que a onda V seja maior (amplitude) do que as antecedentes, porque reflete a ativação de uma área mais alta no tronco cerebral (maior complexidade de neurônios ativos). Observaram um sistemático aumento da latência da onda V com o decréscimo da intensidade em ambas as populações testadas. Em crianças, as amplitudes das ondas I e V são, respectivamente, maiores e menores em relação às do adulto. As latências absolutas das ondas são maiores em bebês e diminuem com o avanço da idade, atingindo a maturidade por volta dos dois meses (onda I) e 18 meses (onda V), devido a mielinização progressiva da via auditiva.

Stockard *et al.* (1979) realizaram o PEATE em 77 neonatos a termo, idade gestacional entre 38-42 semanas e sem alterações auditivas e compararam com 64 adultos com avaliação audiológica e neurológica normais. Utilizaram *clicks* rarefeitos e de condensação para as intensidades de 30 a 70 dBnNA, com freqüência de apresentação de 10 e 80 *clicks* por segundo. Os autores analisaram as variáveis polaridade e freqüência de apresentação do estímulo, mas esta variacão não foi linear, sendo mais acentuada para a onda I, quando comparada com os outros componentes nos dois grupos estudados. Em relação à polaridade do estímulo, foram observadas alterações na latência, mas a onda V foi a menos afetada. Verificaram que na intensidade de 30 dBNS as latências e as amplitudes foram similares, para *clicks* rarefeitos e de condensação. No grupo de adultos, as latências interpicos foram maiores nos indivíduos do gênero masculino quando comparadas ao feminino, entretanto, para o grupo de neonatos não verificaram diferença

significante. Quanto à idade, os neonatos apresentaram interpicos de latências maiores do que os adultos (~0,9 ms). Os autores sugeriram que os achados de normalidade devem ser aplicados para cada intensidade, de preferência em intensidades maiores que 40 a 60 dBNS, para cada polaridade e idade.

Morgan *et al.* (1987) estudaram a variabilidade dos PEATE em 50 neonatos e 20 crianças e adultos jovens (com idade entre 9 e 29 anos), utilizando click de 100 ms, de polaridade rarefeita com 1024 estímulos e filtros de 150 e 1500 Hz, variando a intensidade de 75 a 25 dBnNA e a taxa de freqüência de 11,1; 33,3 e 66,6 estímulos por segundo. Observaram que a latência absoluta das ondas nos recém-nascidos foi maior do que a do grupo de crianças mais velhas e adultos, sendo que para onda I essa diferença foi menor quando comparada às ondas III e V, para as deferentes taxas de estímulo.

Os autores relatam que as latências dos PEATE em recém-nascidos podem ser caracterizadas por grande variabilidade intersujeitos, com resultados em ampla faixa de valores que são considerados normais. Além disso, o estudo sugere que a função do sistema auditivo normal do recém-nascido representa uma complexa interação entre a influência dos efeitos da orelha externa e média e a maturação do sistema nervoso, sendo que, nessa pesquisa, a principal causa das diferenças entre PEATE dos neonatos e do grupo de crianças e adultos foi que o primeiro grupo está em processo de maturação neurológica.

Amantini (1993) analisou os tempos de latência do PEATE em 40 crianças, com idade entre seis a 14 meses, e em 40 adultos jovens, com idade entre 18 e 30 anos, todos sem alteração auditiva. Nesse estudo não observou diferença estatística entre as orelhas e entre os gêneros nos dois grupos avaliados, mas concluiu que houve diferença estatística entre os tempos de latência de crianças e adultos, sendo que as crianças apresentaram tempo de latência prolongado por ainda estarem em processo de maturação da via auditiva.

Muchnik *et al.* (1995) descreveram as características do potencial evocado auditivo de tronco encefálico por via aérea (PEATE VA) e potencial evocado auditivo de tronco encefálico por via óssea (PEATE VO) em crianças e adultos com audição normal e com perda auditiva condutiva, devido à efusão de orelha média. Utilizaram como parâmetros para o registro dos PEATE: clicks de 100ms, alternado, 1024 estímulos com taxa de freqüência de 31 estímulos por segundo e filtros de 200 e 2500Hz. Os autores concluíram que a latência da onda V de crianças com audição normal é maior que de adultos com audição normal, provavelmente pelo fato das vias auditivas das crianças ainda não estarem totalmente maturadas, causando o atraso do tempo de latência dessa onda.

Os componentes dos potenciais evocados auditivos já podem ser registrados em recém-nascidos com 28 semanas de idade gestacional. Um recém-nascido a termo tem onda V com latência ao redor de 7,0ms e no registro aparecem somente às ondas I e V. Com três meses de idade nota-se que a onda III já está presente. Entre um ano e um ano e meio de idade os resultados dos potenciais evocados são iguais aos obtidos em adultos (Munhoz *et al.*, 2000). O processamento da informação acústica se equipara ao do adulto por volta dos dois anos e seis meses de idade, enquanto que a onda V está em processo de maturação até os dois anos de idade (Gupta e Anand, 1990; Tibusseck e Meister, 2002, Marques *et al.*, 2003; Burkard, 2006).

Para facilitar a apresentação deste capítulo, serão separadas as pesquisas científicas com PEATE em crianças nascidas a termo e em crianças nascidas pré-termo.

2.3.4 Crianças nascidas a termo

Schulman-Galambos e Galambos (1979) relataram sua experiência com um novo método do PEATE como procedimento de TAN, com duas intensidades (60 e 30 dBnNA) tanto em recém-

nascidos sem outras alterações e fatores de risco para perda auditiva, como para os da UTI neonatal. Todos 220 recém-nascidos a termo e sem alteração, apresentaram respostas normais. Dos 373 recém-nascidos da UTI neonatal, oito (2,14%) apresentaram perda auditiva sensorioneural confirmada. Desta forma os autores ressaltaram a importância de testar a população da UTI neonatal, devido à estimativa da incidência de perda auditiva sensorioneural severa de um para cada 50 neonatos. Os autores concluíram que, para os neonatos de risco, o PEATE foi um método de TAN eficiente e com custos justificáveis, passando a recomendar o seu uso de rotina na população das UTI neonatais.

Zimmerman *et al*. (1987) estudaram as características do PEATE em 22 recém-nascidos a termo sem indicadores de risco para perda auditiva, acompanhando-os até os seis meses de vida. Realizaram PEATE nas crianças com um a quatro dias de vida e após com dois, quatro, seis, nove, 12 e 26 semanas de vida, acompanhando as modificações nos resultados.

Para tanto, utilizaram como parâmetros do PEATE *clicks* de 100ms, de polaridade rarefeita com 1024 estímulos e filtros de 150 e 1500Hz, e variaram a freqüência do estímulo em 11,1; 33,3 e 66,6 *clicks* por segundo. Os autores observaram que conforme a criança cresce, a latência das ondas diminui, sendo que, após duas semanas de vida, a onda I não apresentou diferença estatística quando comparada aos resultados encontrados em adultos. Até os seis meses de idade, as crianças apresentaram as ondas III e V mais longas do que as do adulto. Observaram também que, conforme a taxa de freqüência do estímulo foi aumentada, o tempo de latência das ondas aumentou.

Em relação aos intervalos interpicos, os autores observaram que os interpicos I-III e I-V diminuem conforme aumenta a idade e diminui a taxa de freqüência do estímulo. Os autores chegaram as seguintes conclusões: a maturação das estruturas que geram a onda I é mais rápida (até quatro semanas de vida); mudanças no registro do PEATE são mais rápidas nos primeiros três

meses de vida e continuam até os 12 meses; mudanças no tempo de latência das ondas do PEATE com o aumento da idade da criança sustentam a hipótese do processo de maturação ser caudal-rostral, isto é, estruturas geradoras de ondas mais altas demoram mais tempo até a maturação completa.

Stockard *et al.* (1983) estudaram as variações das latências, limiares e amplitudes do PEATE em neonatos normais e de risco e observaram que podem ocorrer erros de interpretação nos resultados do PEATE. Freqüentemente o exame é realizado no período neonatal em que há grande variabilidade de respostas, principalmente nos neonatos pré-termos. Os autores sugerem o uso de duas intensidades, polaridade constante, baixa freqüência de apresentação e que o exame seja realizado próximo à idade considerada a termo. Caso haja alteração no primeiro exame, recomendam repeti-lo em um mês para comparar os resultados.

Deorari *et al*. (1989) realizaram um acompanhamento de recém-nascidos a termo até os 12 meses de idade, analisando as respostas do PEATE com o objetivo de obter uma normativa de dados em relação aos resultados das latências absolutas e intervalos interpicos das ondas. Utilizaram para estimulação *clicks* e uma intensidade de 75dB. A partir dos resultados obtidos concluíram que existe um decréscimo progressivo das latências à medida que aumenta a idade cronológica até os 12 meses (Tabela 1).

Tabela 1. Padrão de comportamento dos potenciais evocados auditivos de tronco encefálico em crianças recém-nascidas e aos 12 meses (dados publicados por Deorari *et al*., 1989).

Latência (ms)	Recém-nascidos	12 meses
Onda I média±dp	1,86±0,11	1,64±0,17
Onda III média±dp	5,11±0,31	4,40±0,27
Onda V média±dp	7,10±0,30	6,15±0,21
Intervalo I-III média±dp	3,25±0,26	2,76±0,29
Intervalo I-V média±dp	5,23±0,23	4,51±0,29
Intervalo III-V média±dp	1,99±0,35	1,75±0,17

Gorga *et al.* (1989) descreveram o resultado do PEATE de 535 crianças de três meses a 3 anos de idade sem alteração auditiva (tabela 2). Para isso, utilizaram como parâmetros de teste: *click* rarefeito de 100 ms, taxa de freqüência de 13 estímulos, com fones DT48, filtros de 100 e 3000 Hz e tempo de análise de 15,36 ms. As crianças foram divididas em onze grupos, por faixa etária de 3 em meses. Todas apresentaram resposta à 20dBnNA bilateralmente. A 80dBnNA, não houve diferença estatística para a latência da onda I nas diferentes faixas etárias estudadas. Em relação à onda V, a latência foi, aproximadamente, 0,6 ms mais curta em crianças de 33 a 36 meses, quando comparadas ao grupo de 3 a 6 meses. Quando comparado o grupo de 33 a 36 meses com o grupo de adultos, houve diferença de 0,1 ms maior nas crianças.

Os autores observaram, ainda, que os intervalos interpicos diminuíram com o aumento da idade, sendo que, quando a criança atinge a faixa de 18 a 24 meses, os valores interpicos são os mesmos dos adultos, sugerindo que o caminho neural gerador das ondas I a V finaliza a maturação até os dois anos de idade. Em relação à diferença interaural, os autores concluíram que a diferença é muito pequena e não depende da idade, o que sugere que as orelhas de um indivíduo são altamente correlacionadas.

Tabela 2. Padrão de comportamento dos potenciais evocados auditivos de tronco encefálico em crianças de três meses a três anos de idade (dados publicados por Gorga *et al*., 1989).

Idade (meses)	n	Latência (ms)	
		Onda V média±dp	Onda I média±dp
3-6	(79)	6,25±0,32	1,59±0,17
6-9	(69)	6,10±0,26	1,59±0,18
9-12	(88)	5,90±0,27	1,59±0,18
12-15	(44)	5,91±0,27	1,59±0,17
15-18	(48)	5,84±0,27	1,58±0,14
18-21	(23)	5,74±0,26	1,55±0,17
21-24	(23)	5,71±0,26	1,57±0,17
24-27	(15)	5,71±0,19	1,53±0,14
27-30	(13)	5,60±0,22	1,59±0,19
30-33	(45)	5,68±0,27	1,56±0,16
33-36	(21)	5,68±0,27	1,56±0,15

Adelman *et al.* (1990) o PEATE em 46 neonatos a termo, desde menos de 1 hora de vida até 5,5 meses de idade de idade, e compararam com as respostas de 10 adultos com limiares auditivos normais. Os neonatos foram divididos em cinco grupos segundo a sua idade em horas: 0-5, 24-30, 48-72, 144-168, 264-420 horas. A média dos limiares eletrofisiológicos do grupo 0-5 horas foi 35,7 dBNA e a dos adultos foi 7 dBNA. Em relação à média das latências da onda I, encontraram no grupo de 0-5 horas 1,81 ms e no grupo de adultos 1,33 ms. Os neonatos alcançaram os valores dos limiares e latências de onda I dos adultos em duas semanas. A média da latência interpico I-V no grupo 0-5 h foi 5,3 ms e não atingiu os valores dos adultos (4,05 ms) durante o período de estudo de 5,5 meses.

Echeverria *et al.* (1992) estudaram o PEATE nas intensidades de 60, 40 e 20 dBnNA em 119 neonatos a termo e observaram que as latências de onda V foram, respectivamente 7, 71 ms

(±0,48), 8,43 ms (±0,41) e 9,65 ms (±0,54). Observaram, também, que as amplitudes das ondas I, III e V aumentaram com o aumento da intensidade e, a 60dBnNA foram de 0,20 μV (±0,11), 0,12μV (±0,7) e 0,26 μV (±0,1) respectivamente. Com relação aos limiares eletrofisiológicos, 85% dos RN apresentaram respostas menores que 40 dBnNA, 54% menores que 20dBnNA e 15% entre 40 e 60 dBnNA, sugerindo neste último grupo a alteração condutiva transitória. A utilização de intensidade fraca torna o exame mais sensível (poucos falsos negativos) e menos específico (muitos falsos positivos) e se usarmos a intensidade forte torna-se menos sensível (muitos falsos negativos) e mais específico (menos falsos positivos). Os autores sugeriram na triagem com o PEATE o uso de intensidades corte entre 30 e 40 dBnNA.

Stuart e Yang (1994) investigaram o efeito do filtro passa alto na captação do PEATE VA e VO de 20 neonatos, em intensidades de 40, 30, 20 dBnNA. Para isso, examinaram a latência e amplitude da onda V em função do filtro passa alto. Três canais registraram simultaneamente o PEATE com diferentes passa alto e com filtro passa baixo constante (30-3000, 100-3000 e 150-3000Hz). Realizaram PEATE VA e VO utilizando *clicks* de 100ms, 2048 estímulos, taxa de freqüência de 57,7 estímulos por segundo, polaridade alternada e janela de análise de 15ms.

Os autores constataram que a mudança do filtro passa alto altera o PEATE. Observaram mudanças significativas na redução da amplitude e decréscimos de latências de onda V para os dois transdutores (VA e VO) para as três intensidades, com aumento progressivo do corte do filtro passa alto. Os autores recomendam o uso do filtro de 30Hz para fracas intensidades em neonatos e, quando houver muito artefato muscular, o aumento do filtro passa alto.

Hood (1998) sugere os seguintes parâmetros para o registro do PEATE, estímulo click de 100ms, com polaridade rarefeita e condensada; taxa de freqüência de 27,7 estímulos por segundo; janela de análise para crianças de 15 ms; filtros de 100 e 3000Hz e 1000 a 2000 estímulos com pelo menos duas reproduções do registro.

Sinninger *et al.* (1998) estudaram os limiares de 72 neonatos a termo realizando PEATE com *click* e com "tone burst" de 500, 1500, 4000, 8000 Hz com o objetivo de verificar as diferenças entre gênero e lateralidade de orelha para sons de fraca intensidade. Os limiares dos neonatos do gênero masculino foram significativamente menores que os dos neonatos do gênero feminino e a grande diferença ocorreu para a orelha direita. Os dois gêneros apresentaram amplitude de onda V maior para a orelha direita do que para a orelha esquerda. Segundo os autores estas diferenças entre gênero e lateralidade ocorrem devido ao fenômeno biológico presente ao nascimento. Acreditam que a superioridade da orelha direita pode decorrer da lateralidade cerebral da função auditiva. Com relação às latências, os neonatos do gênero feminino apresentaram médias de latências de onda V menores do que as do gênero masculino, mas não foram estatisticamente significantes. Os autores não observaram diferenças entre gênero e orelha para as latências no limiar eletrofisiológico.

Guilhoto *et al*. (2003) estudaram neonatos com idades gestacionais superiores a 37 semanas e inferiores ou iguais a 40 semanas que não apresentavam perda auditiva e obtiveram, como média, as seguintes latências: onda I=1,79(±0,2); onda III=4,54(±0,3); onda V=6,75(±0,4); interpico I-III=2,75(±0,4); interpico I-V= 4,97(±0,4) e intervalo interpico III-V=2,2(±0,2).

A latência dos potenciais evocados auditivos de tronco encefálico é afetada por diversas variáveis, a mais notável é o desenvolvimento do sistema auditivo e intensidade de estímulos. As latências absolutas de todas as ondas se incrementam com decréscimo da intensidade do estímulo. Em recém-nascidos a termo saudáveis a latência de onda I e V são 2,0 e 7,0 ms para 60 dB nHL respectivamente. Esses valores de latência são extremamente variáveis e mudam, em função da maturação, de 18 meses a 24 meses de idade. Em geral, a latência se reduz com o aumento da idade, embora a faixa de decréscimo seja dependente das ondas (local de geração: periféricas e

centrais) e condições fisiológicas como as sinapses eficazes e mielinização (Jacobson e Hall, 1992).

Para verificação da maturação da via auditiva, através da análise dos potenciais evocados de curta duração, é recomendável utilizar *clicks* a uma intensidade de 80dBNA (Deorari *et al*., 1989; Junqueira e Frizzo, 2002; Figueiredo e Castro Junior, 2003; Neves *et al*., 2004).

Os critérios de normalidade do limiar eletrofisiológico em crianças diferem em função da idade. Em crianças com quatro meses de idade, o limiar eletrofisiológico esperado é de 20dB (Gorga *et al.*, 1989; Bento *et al.*, 1998; Junqueira e Frizzo, 2002; Marques *et al*., 2003; Ribeiro e Chapchap, 2004; Ribeiro e Carvallo, 2008).

A ausência de ondas no PEATE como achado isolado em crianças não implica necessariamente na presença de alteração neurológica ou auditiva. Este achado pode ser devido a mielinização insuficiente das vias auditivas no tronco encefálico, redundando em não-sincronismo e é particularmente mais freqüente quando são utilizadas técnicas de registro que envolvem ritmos de repetição de estímulos elevados. Outros procedimentos como as emissões otoacústicas, nestas situações, são de extrema importância para o diagnóstico de presença ou ausência de comprometimento auditivo (Munhoz *et al*., 2000).

Marques *et al.* (2003) estudaram os PEATE de 75 crianças que falharam na triagem auditiva neonatal com EOA, analisando o tempo de latência da onda V. A faixa etária estudada foi de RN a 12 meses de idade. Para tanto, utilizaram como parâmetros para realização do exame, 1024 estímulos, *clicks* rarefeito, com taxa de freqüência de 17,7 estímulos por segundo, filtros de 100 e 1500Hz. Utilizaram fone de inserção e, no caso da criança possuir microtia, foi utilizado vibrador ósseo. Os autores encontraram 40,67% das orelhas testadas com nível mínimo de resposta de 30dBNA. A alteração mais encontrada no estudo foi o prolongamento da latência da onda V que, segundo os autores, pode dar-se pelo processo de maturação das vias auditivas, ou por

alteração condutiva, ou ainda retrococlear. Concluíram que a metade das crianças que falham na TAN possuem limiares eletrofisiológicos normais, mas que todas essas falhas devem ser encaminhadas para diagnóstico médico e audiológico.

2.3.5 Crianças nascidas pré-termo

Em 1974, a *World Health Organization*, em Genebra, recomendou a utilização da expressão pré-termo para fazer referência aos recém-nascidos gerados no período de até 37 semanas gestacionais, ou seja, 259 dias contados a partir do primeiro dia do último período menstrual.

As respostas obtidas em crianças são influenciadas pela maturação auditiva. Em avaliações com neonatos pré-termo deve-se utilizar parâmetros diferentes dos considerados para os a termo e, além disto, é imprescindível realizar uma normatização no equipamento utilizado no local de realização (Cox, 1985; Malhotra, 1997; Hood, 1998). A análise dos resultados dos PEATE em crianças não deve ser somente em relação às respostas morfológicas das ondas e os parâmetros de latências, mas também se deve considerar as mudanças de respostas de acordo com o crescimento da criança (Hood, 1998; Burkard *et al*., 2006; Sousa *et al*., 2008).

Hecox e Galambos (1974), Schulman-Galambos e Galambos (1975) e Galambos e Galambos (1979) realizaram trabalhos científicos pioneiros com a aplicação dos PEATE em neonatos pré-termos e relatam que este procedimento audiológico é muito útil em recém-nascidos e que os resultados apresentam características particulares e diferentes das encontradas em crianças maiores que dois anos de idade. Referem, ainda, que em neonatos nascidos pré-termo as latências reduzem com o aumento da idade, devido a mielinização progressiva da via auditiva.

Schulman-Galambos e Galambos (1975) realizaram o PEATE em 24 neonatos de 34 a 42 semanas de idade conceptual. Observaram uma diminuição de latência da onda V com o aumento da idade devido ao desenvolvimento/maturação do sistema auditivo periférico e sistema neurológico. A latência da onda V apresentou um prolongamento de 0,4 ms para cada 10dB de intensidade decrescida.

Starr *et al*. (1977) analisaram as respostas obtidas no PEATE em neonatos com idade gestacional entre 25 a 44 semanas. Observaram que as latências dos componentes do PEATE diminuíram com a idade. As latências da onda V a 65dBnNA foram de 9,9 ms na idade de 26 semanas e de 6,9 ms na idade de 40 semanas. A condução cerebral I-V também diminuiu com a maturidade, de 7,2 a 26 semanas para 5,2 a 40 semanas. O estudo evidenciou que o desenvolvimento da via auditiva envolve tanto a porção periférica (diminuição da latência da onda I) quanto à porção central (diminuição do intervalo I-V). Concluíram que o tempo de condução central, representado pelo intervalo interpico I-V, é muito aumentado nas crianças pré-termo. Ponderaram que tal fenômeno é relacionado com a maturação das vias auditivas ao nível do SNC, principalmente a mielinização das fibras auditivas que é incompleta nos pré-termos. Demonstraram que as medidas dos componentes do PEATE podem oferecer evidências objetivas sobre a maturidade da porção periférica (cóclea) e da porção central da via auditiva. Os autores observaram que as latências foram similares para os neonatos com idade gestacional e idade conceptual semelhantes, demonstrando que o amadurecimento da via auditiva aconteceu de forma análoga intra e extra-útero. Referiram, também, a importância da utilização dos PEATE na avaliação das vias auditivas até o tronco encefálico.

Despland e Galambos (1980) realizaram o PEATE em 108 RN de UTI neonatal de 26 a 42 semanas de idade conceptual e observaram que o PEATE foi um procedimento simples e ofereceu informação útil capaz de diferenciar as alterações auditivas das alterações neurológicas

do tronco cerebral. Analisando as latências de onda I e V, interpico I-V em duas intensidades (60 e 30 dBnNA) e a função latência/intensidade, foi possível identificar neonatos com alterações auditivas, alterações neurológicas e ambas alterações. A latência de onda V foi influenciada pela idade, apresentando no período estudado um encurtamento de 0,2 ms/semana. Com o aumento da intensidade a latência encurtou uma proporção de 30µs para cada dB, ou seja, 0,3 ms para cada 10 dB. As mudanças do PEATE algumas vezes precederam e puderam predizer a melhora ou piora clínica do paciente.

Alguns autores como Morgan *et al*. (1980) e Castro Junior (1991) compararam os resultados obtidos pelos PEATE em neonatos com os resultados do estudo de Zimmerman *et al*. (1987) que realizaram um estudo longitudinal com crianças a termo durante 26 meses de idade. Todos os pesquisadores concluíram que a maturação do sistema auditivo no sentido caudo-rostral inicia-se depois do nascimento e completam-se ao redor 12 meses de idade. São resultados diferentes aos obtidos com crianças pré-termo.

Cox *et al.* (1981) estudaram o PEATE em 40 neonatos pré-termos com baixo risco para perda auditiva na idade conceptual entre 33-40 semanas e acompanharam 20 destes, repetindo a avaliação dos potenciais evocados auditivos aos quatro meses de idade. Os autores observaram diferenças de latências das ondas I e V e dos intervalos interpico I-V, em relação ao gênero, nas idades entre 35 e 40 semanas. Os neonatos do gênero masculino apresentaram latências maiores que os do gênero feminino. Na avaliação aos quatro meses de idade não houve diferença estatística entre os gêneros. Os autores sugeriram que as diferenças iniciais foram devido às alterações transitórias.

Galambos *et al* (1982) analisaram os resultados de 890 neonatos de UTI neonatal com PEATE a 60 e 30dBnNA, respectivamente. Dos 141 neonatos que falharam na TAN, 33 apresentaram perda auditiva bilateral. No acompanhamento, 60% dos RN reavaliados

apresentaram limiares iguais (±15 dB), 35% limiares melhores e 5% limiares piores que os obtidos inicialmente na TAN. Os autores concluíram que aproximadamente 10% dos neonatos da UTI neonatal apresentaram alguma alteração auditiva (uni ou bilateral) e pelo menos 2% destes necessitariam do uso de aparelho auditivo.

Durieux-Smith *et al*. (1985) também concluíram, em sua pesquisa com crianças pré-termo e a termo, que o aumento das latências absolutas e dos intervalos interpicos entre as ondas são diretamente proporcionais ao grau de prematuridade e que os resultados obtidos tendem a normalizar-se por volta de 14 meses de idade cronológica.

Eggermont (1995) estabeleceu um modelo para a maturação do sistema auditivo em experimentos analisando as latências das ondas e limiar eletrofisiológico. Definiu que a porção periférica do sistema auditivo apresenta respostas normais em neonatos a termo, enquanto que a porção central tem sua função maturada no término da mielinização das fibras neurais por volta de 12 meses de vida no ser humano. Sugeriu que as crianças pré-termo necessitam de tempo maior para que ocorra este término da mielinização.

Dias (2000) estudou o PEATE por via aérea em 51 crianças, sendo 26 menores de 18 meses e 25 maiores de 18 meses. Os parâmetros utilizados para o exame foram: polaridade alternada, 1000 estímulos *clicks*, a 24 por segundo, nas intensidades de 80 e 30 dBNA. Comparando os dois grupos a autora concluiu que há diferença estatística significante entre o tempo de latência das ondas III e V, sendo que há um prolongamento do tempo de latência registrado nas crianças menores, podendo ser referente à maturação das vias auditivas.

Verificamos que o aumento da latência da onda V é a alteração mais encontrada no PEATE. Concordamos com os autores quando referem que pode corresponder ao processo de mielinização da via auditiva, ainda em desenvolvimento (Zimmerman *et al*., 1987; Hood, 1998;

Gupta e Anand,1990; Tibusseck e Meister, 2002; Marques *et al.,* 2003; Burkard *et al*. (2006); Sleifer *et al*., 2007).

Em resumo, as técnicas de registro dos PEATE VA, através de *clicks*, foram estudadas por diversos pesquisadores, entretanto existe necessidade de estabelecer padrões de latências absolutas e interpicos em crianças pré-termo no equipamento utilizado no local de avaliação (Deorari *et al*., 1989; Ribeiro e Carvallo, 2008).

2.4 Maturação da via auditiva

A introdução dos potenciais evocados auditivos de tronco encefálico, como procedimento clínico, foi de grande importância tanto na avaliação auditiva infantil quanto na da maturação das vias auditivas (Issac, 1999).

Durante os primeiros 12 a 18 meses de vida, os potenciais evocados auditivos de tronco encefálico são afetados pelo processo de maturação do SNC. Estas facetas da maturação e modificações nos potenciais evocados auditivos de tronco encefálico foram relatadas por trabalhos internacionais de: Hecox e Galambos (1974); Schulman-Galambos e Galambos (1975); Starr *et al.* (1977); Uziel *et al*. (1980); Cox (1985); Durieux-Smith *et al.* (1985); Collet *et al*. (1987); Ken-Dror *et al*. (1987); Zimmerman *et al*. (1987); Deorari *et al*. (1989); Gorga *et al.* (1989); Adelman *et al.* (1990); Sininger *et al.* (1998); Tibusseck e Meister (2002); Eggermont (2002), Burkard *et al*. (2006); Karpijoke e Jaaskelainen (2007); porém, no Brasil, existem poucos trabalhos realizados analisando a maturação auditiva em crianças por meio dos potenciais evocados auditivos de tronco encefálico (Castro Júnior, 1991; Issac, 1999; Dias, 2000; Marques *et al*., 2003 e Sleifer *et al*., 2007).

As medidas dos componentes do PEATE podem oferecer evidências objetivas sobre a maturidade da porção periférica e da porção central da via auditiva. O desenvolvimento da via auditiva envolve tanto a porção periférica (diminuição da latência da onda I) quanto a porção central (diminuição do intervalo I-V) e o tempo de condução central, representado pelo intervalo interpico I-V, é muito aumentado nas crianças pré-termo (Starr *et al*., 1977). Os autores acreditam que este fato é relacionado com a maturação das vias auditivas ao nível do SNC, principalmente a mielinização das fibras auditivas que é incompleta nos pré-termos.

Uziel *et al*. (1980) estudaram os PEATE em 60 neonatos com idade gestacional entre 30 e 36 semanas e observaram que as latências absolutas das ondas estavam aumentadas em função da prematuridade. Concluíram que existe uma maturação progressiva do sistema auditivo, no sentido caudo-rostral que se completa ao redor de 12 a 18 meses de idade cronológica, através da análise da diminuição das latências absolutas das ondas no PEATE.

O nível de maturação revela a velocidade de condução e eficácia da sinapse ao longo do nervo auditivo e do tronco encefálico em neonato. Ken-Dror *et al*. (1987), estudando PEATE em recém-nascidos, demonstraram existir uma correlação significante entre a idade gestacional e as medições eletrofisiológicas periféricas e centrais e uma correlação inversa entre a idade gestacional e as latências absolutas das ondas.

Zimmerman *et al*. (1987) acompanharam um grupo de crianças desde o nascimento até 26 meses de idade. Observaram que a onda I tem um padrão de amadurecimento diferente; as ondas III e V diminuíram com o seguimento. As latências diminuíam com a idade e continuam aos 12 meses, e os sítios mais rostrais demoram mais para amadurecer, ou seja, que a maturação do sistema auditivo no sentido caudo-rostral inicia depois do nascimento e se completa ao redor de 12 meses de idade.

Adelman *et al.* (1990) estudaram os limiares, as latências e os interpicos das ondas de 125 orelhas de neonatos sem alteração auditiva logo após o parto e analisaram como esses dados modificam até se aproximar dos valores encontrados em adultos jovens. Para tanto, utilizaram 1024 *clicks*, com taxa de freqüência de 10-20 estímulos por segundo, de polaridade alternada, com janela de análise de 12,75 ms e filtros de 200 e 2000Hz. Observaram que o limiar nas primeiras cinco horas de vida foi 29dB maior do que o dos adultos e que, a cada dia, o limiar diminui 2,15dBNA. Referem que as diferenças iniciais ocorrem devido à velocidade de maturação, sendo que, conforme existe desenvolvimento, os valores se aproximam dos apresentados pelos adultos.

Castro Junior (1991) realizou uma análise comparativa do PEATE em neonatos e lactentes sem alteração auditiva e com alto risco para perda auditiva, acompanhou do nascimento a 60 semanas de idade pós-concepcional. Pela análise das latências das ondas I, III e V e intervalo interpico I-V, concluiu que a maturação auditiva em ambos os grupos ocorre no sentido caudo-rostral, com diferença na velocidade de maturação.

Natalino (1992) observou que crianças nascidas pré-termo, com idade de 38 semanas, no dia do exame, apresentaram onda V com latência maior do que outro grupo de crianças com idade de 47 semanas. Concluíram que os PEATE permitem estudar a maturação do sistema auditivo, mostrando encurtamento das latências com a idade.

Uysal *et al*. (1993) estudaram a maturação do SNC de recém-nascidos pré-termo e a termo. Referem encurtamento do intervalo I-V e acreditam que variações na propriedade de membranas e aumento da velocidade de neurotransmissão têm importância na maturação do sistema auditivo.

Passman *et al.* (1997) analisaram os PEATE em crianças, a termo e pré-termo, em dois momentos: a primeira avaliação foi na 40° e na 52° semanas de idade, e a segunda, aos cinco anos de idade.Verificaram velocidade de maturação diferente entre as crianças a termo e pré-

termo, por meio das latências aumentadas das ondas e dos intervalos interpicos nas crianças nascidas pré-termos quando comparadas às crianças nascidas a termo.

Isaac (1999), estudando a maturação da via auditiva em crianças a termo e pré-termo, refere que o mecanismo de redução na condução neural está associado com a mielinização e/ou variações na eficiência sináptica em vários núcleos das vias auditivas.

Dias (2000) comparou o PEATE de crianças menores de 18 meses com as crianças maiores de 18 meses. Analisando os dois grupos, concluiu que há diferença estatística significante entre o tempo de latência das ondas III e V, existindo um prolongamento do tempo de latência registrado nas crianças menores, podendo ser referente à maturação das vias auditivas.

Marques *et al.* (2003) estudaram os PEATE em RN a 12 meses de idade, que falharam na triagem auditiva neonatal com EOA, analisando o tempo de latência da onda V. A alteração mais encontrada no estudo foi o prolongamento da latência da onda V que, segundo os autores, pode-se dar pelo processo de velocidade de maturação das vias auditivas, ou por alteração condutiva, ou ainda retrococlear. Referem que maturação interfere nos resultados obtidos, uma vez que o processamento da informação acústica se equipara ao do adulto por volta dos dois anos e seis meses, enquanto a onda V está em processo de maturação até os dois anos de idade. Concluíram que a metade das crianças que falharam na triagem auditiva neonatal possuía limiar eletrofisiológico normal.

Sleifer *et al*. (2007) compararam as latências absolutas das ondas I, III e V e dos intervalos interpicos entre crianças nascidas pré-termo e a termo. Avaliaram 73 crianças nascidas pré-termo e 51 crianças nascidas a termo que realizaram PEATE em três avaliações (aos quatro, 12 e 20 meses de idade), precedido de avaliação otorrinolaringológica e audiológica, com o objetivo de garantir que não apresentavam alteração auditiva. Não encontraram diferença estatística ($P>0,05$) na comparação dos resultados entre os gêneros, bem como interaural. Na comparação entre as

crianças nascidas pré-termo e a termo, através do teste t de *Student* para as amostras independentes, aos quatro e aos 12 meses, as latências absolutas nas ondas I, III e V e os intervalos interpicos das ondas I-III, I-V e III-V apresentaram diferenças estatisticamente significativas.

Os autores verificaram diferença estatisticamente significativa nas latências absolutas das ondas III e V entre crianças pré-termo e a termo avaliadas em diversas faixas etárias (quatro, 12 e 20 meses). Encontraram maior diferença entre os dois grupos na primeira avaliação, aos quatro meses de idade. Os autores referiram que os achados podem corresponder ao retardo da condução elétrica por processo de mielinização, menor desenvolvimento, em crianças pré-termo. Aos 20 meses, somente não apresentou diferença a latência absoluta da onda I. Foi encontrada correlação inversa forte (coeficiente de *Pearson*) entre a idade gestacional e as latências absolutas das ondas, bem como com os intervalos interpicos. Os autores concluíram que a maturação do sistema auditivo, avaliada através do PEATE, ocorre de forma distinta entre crianças nascidas pré-termo e a termo.

Essas mudanças observadas com a maturação indicam a importância da obtenção de dados normativos dependentes da idade gestacional e da idade cronológica, na qual se está realizando a avaliação para interpretar corretamente os resultados nas diferentes faixas etárias.

Com base nestes dados da literatura pesquisada, verificamos a escassez de estudos nacionais com a análise da maturação da via auditiva por meio dos PEATE, principalmente, em crianças nascidas pré-termo.

3 JUSTIFICATIVA

Acreditamos ser necessário que cada clínico realize a normatização de seu equipamento, com crianças nascidas pré-termo sem alterações auditivas, definindo o padrão de cada equipamento para determinar os parâmetros na pesquisa dos PEATE. Isto porque, quando usados diferentes protocolos, o tempo de latência das ondas pode alterar.

Os PEATE vêm sendo preconizados para a população neonatal e em crianças pequenas devido à dificuldade de se obterem resultados fidedignos em avaliações audiológicas subjetivas e por ser um instrumento clínico muito útil na avaliação da maturação das vias auditivas em crianças nascidas pré-termo, pela análise eletrofisiológica. Mudanças observadas com a maturação auditiva indicam a importância da obtenção de dados normativos dependentes da idade gestacional e da idade cronológica, na qual se está realizando a avaliação para interpretar corretamente os resultados nas diferentes faixas etárias.

Devido à escassez de pesquisas na literatura nacional, analisando a maturação da via auditiva em crianças pré-termo, e frente à grande importância e aplicabilidade do exame, acredita-se que seja imprescindível cada hospital desenvolver seu próprio estudo de normatização em crianças nascidas pré-termo, aumentando, assim, a precisão do diagnóstico audiológico.

4 OBJETIVOS

4.1 GERAL

Observar a maturação da via auditiva pela análise dos potenciais evocados auditivos de tronco encefálico em crianças nascidas pré-termo em três idades (quatro, 12 e 20 meses de idade).

4.2 ESPECÍFICOS

- Comparar as latências absolutas das ondas I, III e V e os intervalos interpicos I-III, I-V e III-V entre as três idades (quatro, 12 e 20 meses de idade) nas crianças nascidas pré-termo;
- Analisar a diferença interaural dos intervalos interpicos e das latências absolutas das ondas I, III e V em três idades (quatro, 12 e 20 meses de idade) nas crianças nascidas pré-termo;
- Comparar os intervalos interpicos e as latências absolutas das ondas I, III e V entre os gêneros nas crianças nascidas pré-termo em três idades (quatro, 12 e 20 meses de idade);

- Comparar a variação da velocidade, das latências absolutas e dos intervalos interpicos entre os períodos quatro e 12 meses e entre 12 e 20 meses de idade.

5 CASUÍSTICA E MÉTODO

5.1 Delineamento

Estudo de coorte, individual, observacional, comparativo e contemporâneo. O fator em estudo foi crianças nascidas pré-termo e o desfecho à observação da maturação da via auditiva neste grupo, pela análise dos potenciais evocados auditivos de tronco encefálico.

5.2 População e amostra

A população pesquisada foi constituída por crianças pré-termo, provenientes do ambulatório de crescimento e desenvolvimento de crianças vulneráveis (ambulatório especializado no atendimento de crianças nascidas pré-termo - Zona 3, coordenado pelo Prof. Dr. Marcelo Zubaran Goldani), do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA) entre quatro e 20 meses de idade, no período de 2001 a 2004, atendidos semanalmente. As crianças foram selecionadas na seqüência de atendimento, ingressadas até o mês de agosto de 2002, para realizar a primeira avaliação (aos quatro meses de idade).

5.3 Processo de amostragem

5.3.1 Cálculo do tamanho da amostra

Para estimar um tamanho de efeito padronizado de 0,7 (moderado) foi calculado um tamanho amostral mínimo de 53 crianças. Considerando o nível de significância de 0,05 com poder de 90% (EpiInfo 6 – Statcal). Com a possibilidade de haver perdas, optamos por iniciar a primeira avaliação com um número maior de crianças.

5.3.2 Critérios de inclusão

Foram incluídas neste estudo:

- crianças com quatro meses, pré-termo, provenientes do ambulatório de crescimento e desenvolvimento de crianças vulneráveis (zona 3) do HCPA.

5.3.3 Critérios de exclusão

Foram excluídas do estudo as crianças que:

- apresentaram, segundo a avaliação otorrinolaringológica, anormalidades de orelha externa e/ou média;
- apresentaram perda auditiva;
- os pais ou responsáveis se negaram a participar do estudo;

- não completaram todas as avaliações nas três fases.

5.3.4 Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada por meio dos protocolos de exame. Inicialmente foi realizada uma avaliação otorrinolaringológica (anexos A e B) no Serviço de Otorrinolaringologia do HCPA. Posteriormente, realizou-se a avaliação audiológica (anexos A e B) que constou de medidas de imitância acústica, emissões otoacústicas produto de distorção e pesquisa do potencial evocado auditivo de tronco encefálico no Centro de Diagnóstico e Reabilitação do Serviço de Otorrinolaringologia do HCPA. Foram realizadas análises do potencial auditivo evocado de tronco encefálico em três idades diferentes (quatro, 12 e 20 meses de idade).

5.4 Variáveis em estudo

As principais variáveis estudadas foram:

- latências das ondas I, III e V;
- intervalos interpicos I-III, I-V e III-V;
- diferença interaural dos intervalos interpicos ou das latências absolutas das ondas I, III e V.
- gênero

5.5 Considerações éticas

Esta pesquisa foi encaminhada ao Grupo de Pesquisa e Pós-Graduação do HCPA por exigência do Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas: Pediatria.

Os responsáveis pelo Centro de Diagnóstico e Reabilitação do Serviço de Otorrinolaringologia do HCPA (Prof. Simão Piltcher) e pelo Ambulatório de Crescimento e Desenvolvimento de Crianças Vulneráveis (Prof. Dr. Marcelo Zubaran Goldani) do Serviço de Pediatria do HCPA assinaram um Termo de Autorização Institucional (anexo C). Os pais ou responsáveis pelas crianças que freqüentam a instituição envolvida, foram devidamente esclarecidos sobre os propósitos da pesquisa e incluídos os casos em que os pais ou responsáveis concordaram com o Termo de Consentimento Livre e Informado (anexo D).

5.6 Logística

Após a aprovação da pesquisa, no Grupo de Pesquisa e Pós-Graduação do HCPA, todos os pais ou responsáveis pelas crianças foram previamente informados do objetivo do trabalho, bem como dos procedimentos envolvidos e deveriam consentir em participar desta pesquisa. Desta forma, cumprindo todos os requisitos necessários para a realização de estudo clínico em seres humanos.

Primeiramente, realizamos o preenchimento do protocolo de coleta de dados (anexos A e B). Após, todas as crianças participantes que apresentaram otoscopia normal na avaliação otorrinolaringológica e iniciaram a avaliação audiológica com a realização de medidas de imitância acústica (realização de curvas timpanométricas e pesquisa dos reflexos acústicos), emissões otoacústicas por produto de distorção e PEATE (Figura 3). Após, foram realizadas análises do PEATE em três idades diferentes (quatro, 12 e 20 meses de idade).

As crianças que não puderam realizar todas as avaliações nas três fases pesquisadas, por razões de não comparecimento ou por apresentarem alteração de orelha média ou interna, foram eliminadas do estudo. Aquelas que não possuíram os critérios de inclusão desta pesquisa foram

excluídas e encaminhadas para avaliação médica e fonoaudiológica, no serviço de otorrinolaringologia do HCPA.

É necessário salientar que o objetivo da execução das três avaliações otorrinolaringológicas e audiológicas (pesquisa de emissões otoacústicas, medidas de imitância acústica e pesquisa do limiar eletrofisiológico) foi garantir que estas crianças apresentassem ausência de alteração auditiva, ou seja, descartar qualquer possibilidade de acometimento na orelha externa, média ou interna.

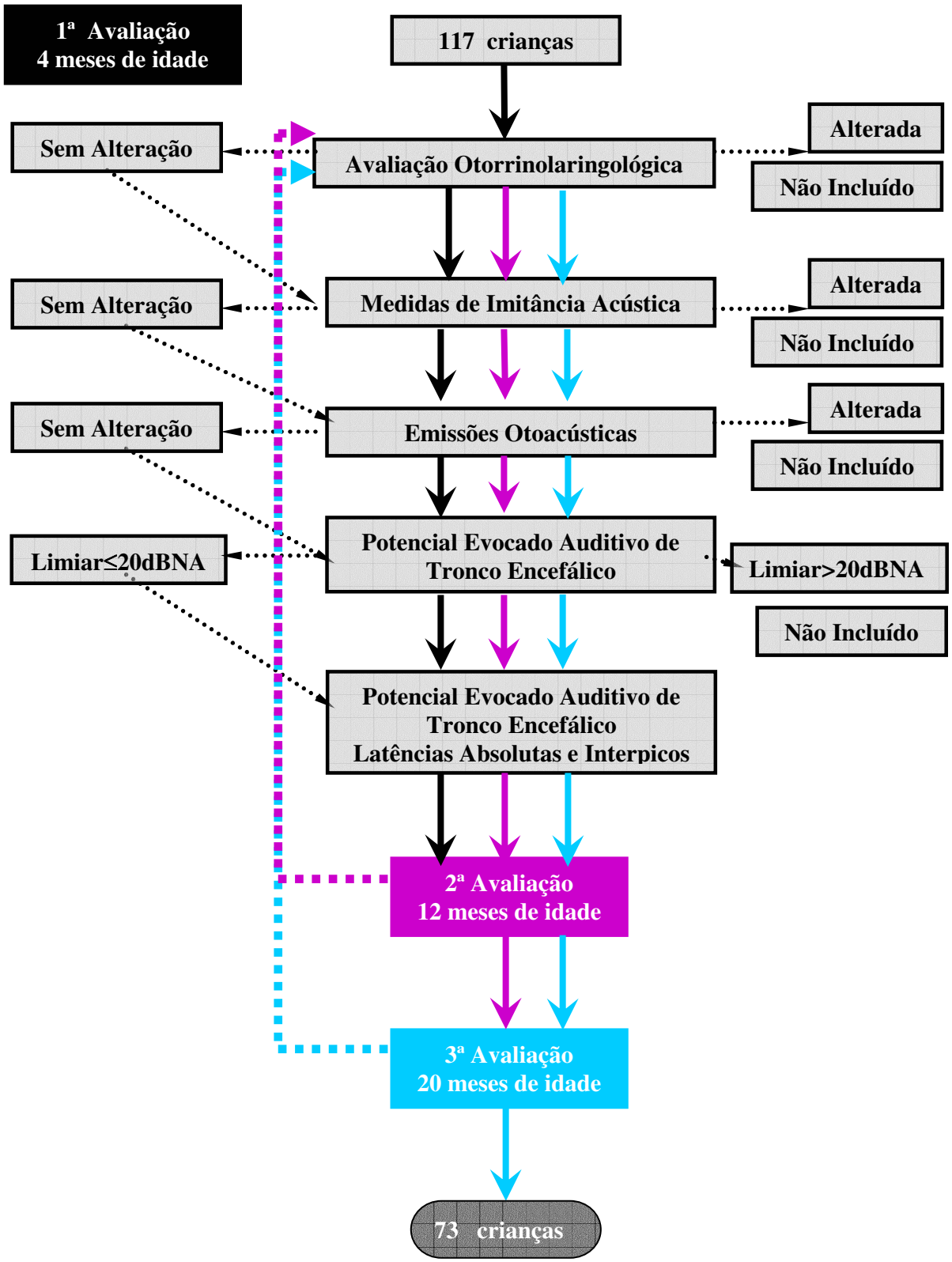

Figura 3. Organograma dos procedimentos realizados.

Para as medidas de imitância acústica foi utilizado o analisador de orelha média da marca *Intercoustics,* modelo AZ26 (*Interacoustics A/S- Assens, Denmark*). Foram pesquisados os reflexos acústicos contralateral e ipsilateral nas freqüências de 500Hz, 1000Hz, 2000Hz e 4000Hz em ambas as orelhas e as curvas timpanométricas. Todas as crianças deveriam apresentar presença de reflexos acústicos em todas as freqüências testadas e curvas timpanométricas tipo A, segundo a classificação de Jerger (1970) e relatos de Carvallo (1997), Rufino *et al*. (1998), Northern e Gabbard (1999), Margolis e Hunter (2001), Carvallo (2004) e Northern e Downs (2005).

As emissões otoacústicas por produtos de distorção foram realizadas em uma cabina acústica com ruído interno inferior a 30 dB, através do equipamento *Ilo 292, marca OAE System Otodynamics*, conectado a um computador *laptop* que contém um *software* (módulo *DPGRAM)* e a um microfone-sonda que foi introduzido no meato acústico externo através de uma oliva (borracha flexível utilizada para vedação do meato acústico externo). Durante o teste a criança permaneceu no colo dos pais ou responsáveis, preferencialmente em estado de sono leve ou profundo. Foram pesquisadas as freqüências de 1000Hz, 2000Hz, 3000Hz, 4000Hz e 6000Hz em ambas as orelhas. Utilizamos como intensidade na primeira freqüência (F1) 65dB e na segunda (F2) 55dB, reprodutibilidade de bandas de 70% e relação sinal ruído 10dB. Os exames foram considerados normais conforme proposto por Lopes Filho (1997), Lonsbury-Martin e Telischi (2001), Soares (2001), Garcia *et al*. (2002), Chapchap (2002), Sleifer *et al*. (2002), Uchôa *et al*. (2003), Azevedo (2003) e Lewis (2004).

Foi realizado PEATE em crianças nascidas pré-termo de ambos os gêneros, segundo a classificação sugerida pela *Word Health Organization*, em 1974, que recomenda o emprego da expressão pré-termo para fazer referência aos recém-nascidos gerados no período de até 37 semanas gestacionais, ou seja, 259 dias contados a partir do primeiro dia do último período menstrual.

O PEATE foi realizado em três períodos de idade cronológica: 16 semanas (quatro meses), 46 semanas (12 meses) e 80 semanas (20 meses). Os três exames foram realizados em sala com isolamento acústico e elétrico, com pouca luminosidade e temperatura em torno de 25° Celsius. Inicialmente foi realizada a identificação do limiar para cada *click* em cada orelha em nível de audição (NA). O limiar eletrofisiológico considerado normal para esta população em estudo foi de 20dB em ambas as orelhas, conforme sugerido e descrito por Gorga *et al*. (1987); Sininger *et al.* (1997); Costa e Costa Filho (1998); Chapchap (2002); Junqueira e Frizzo (2002) e Marques *et al*. (2003). A intensidade do estímulo utilizada para as análises das latências absolutas e intervalos interpicos foi 80dBNA. A orelha contralateral ao estímulo sonoro foi mascarada com ruído branco de 40dBNA a menos do que a intensidade do estímulo utilizado (80dBNA). Utilizamos o equipamento computadorizado BERA Modulo, da marca *Hortmann Neuro-Otometrie*, com fones auriculares TDH 49 (*GN Otometrics Gmbh & Co.KG- Hortmann Neuro-Otometrie, Neckartenzlingen in Germany*), com calibração feita no início da avaliação e regularmente monitorizada durante a mesma.

As crianças foram acomodadas em uma maca, em decúbito dorsal, de maneira confortável. O exame foi realizado sob sono natural, geralmente após a alimentação (artifício da mamada). É uma técnica eficiente para neonatos e permite que o exame seja realizado sob sono natural, consiste basicamente em aproveitar o sono pós-prandial, que acontece após a mamada, para realização do exame. Quando necessário, foi utilizado sedação com hidrato de cloral (14% 0,5 ml/3Kg por peso corporal). Concordamos com Hood (1998), Figueiredo e Castro Junior (2003) quando relatam que o uso desta sedação não afeta significativamente a amplitude, latência ou detectabilidade dos potenciais evocados auditivos.

Os eletrodos foram de superfície e colocados após a limpeza da pele, com álcool e aplicação do gel condutor. Foram colocados os eletrodos ativos (Fz) e terra (Fpz) na fronte, os eletrodos de referência foram colocados na mastóide esquerda (A1) e na mastóide direita (A2). A

impedância entre os eletrodos foi considerada menor que 5000 ohms. Os parâmetros utilizados foram: *Low Pass* 3000Hz, *High Pass* 100Hz; estímulo *click* alternado; freqüência de estímulo: 27,7/seg; 2000 a 6000 ou quantos forem necessários para determinar com precisão a presença ou não de resposta assim como sua latência, apresentados no início da avaliação e utilização de uma janela de análise de 15 ms, segundo sugerido e descrito por Starr *et al.* (1994), Lasky e Yang (1986), Hood (1998), Chapchap (2002), Freitas *et al.* (2006), Fichino *et al.* (2007), Souza *et al.* (2008). Foi realizada a duplicação de cada registro para assegurar a reprodutibilidade e fidedignidade das ondas obtidas.

Após, foram analisadas presença e latência absoluta das ondas I, III e V, intervalos interpicos I-V, I-III e III-V e diferença interaural dos intervalos interpicos e das latências absolutas das ondas.Utilizamos os parâmetros sugeridos por Jewett *et al*. (1970), Hecox e Galambos (1974), Beagley e Sheldrake (1979), Eggermont e Don (1980), Morgan e Salle (1980), Hecox (1981), Luccas *et al*. (1983), Jacobson (1985), Lary *et al*. (1985), Colet *et al*. (1985), Ken-Dror (1987), Deorari (1989), Jacobson e Hall III (1992), Bento (1998), Costa e Costa Filho (1998), Gupta e Anand (1990), Castro Junior (1991), Castro Junior e Figueiredo (1997), Fuess (1997), Silman e Silverman (1997), Hood (1998), Lima (1998), Matas *et al*. (1998), Issac (1999), Almeida *et al*. (1999), Munhoz *et al*. (2000), Durrant e Ferraro (2001), Matas (2001), Chapchap (2002),Tibusseck e Meister (2002), Figueiredo e Castro Junior (2003), Marques *et al*. (2003), Guilhoto *et al*.(2003), Anias *et al*. (2004), Schochat (2004), Freitas *et al*. (2006), Burkard *et al*. (2006), Jiang e Wilkinson (2006), Fichino *et al*.(2007), Karpijoke e Jaaskelaimen (2007) e Sousa *et al*. (2008).

5.7 Análise dos resultados

A análise estatística foi executada no *software Statistical Package for Social Science* (SPSS) 10.0 *for Windows*, sendo utilizados os seguintes testes:

1 Coeficiente de Correlação de *Pearson*: foi utilizado para o estudo das correlações entre duas variáveis contínuas, correlacionando-se a variável idade gestacional com as latências absolutas e intervalos interpicos das ondas.

2 Teste t de *Student* para amostras independentes: foi utilizado para testar a homogeneidade das latências absolutas e intervalos interpicos das ondas entre os gêneros.

3 Teste t de *Student* para amostras emparelhadas: foi utilizado para testar a homogeneidade das latências absolutas e intervalos interpicos das ondas entre as orelhas bem como a diferença das latências absolutas e intervalos interpicos no período quatro-12 meses e 12-20 meses.

4 Modelo Linear Geral para Medidas Repetidas: foi utilizado para testar a homogeneidade das latências absolutas e interpicos entre as três avaliações.

A análise descritiva da idade foi realizada por meio da observação do cálculo de médias e desvios-padrão. Para a variável gênero, foi calculada a freqüência absoluta.

Todos os testes foram realizados na forma bi-caudal, admitindo-se como estatisticamente significativos os valores de P menores ou iguais a 0,05.

6 RESULTADOS

Foram atendidas na primeira avaliação, aos quatro meses de idade, 117 crianças nascidas pré-termo, durante o período de coleta de dados. Destas, 44 crianças não compareceram para realizar a segunda (aos 12 meses) e/ou a terceira avaliação (aos 20 meses) ou apresentaram alteração de orelha média.

6.1 Descrição geral da amostra

Na tabela 3, são apresentados os dados descritivos da amostra, referentes à idade gestacional e gênero. Das 73 crianças avaliadas, a média ± desvio padrão da idade gestacional foi de 32,40±2,53 semanas, sendo a mínima de 28 semanas e a máxima foi de 36 semanas. As crianças apresentavam-se igualmente distribuídas em relação ao gênero, sendo 37(50,7%) feminino e 36(49,3%) masculino (Tabela 3).

Tabela 3. Descrição da amostra (n=73)

Variável		Sumarizador
Idade gestacional (semanas)	média	32,40±2,53
	mínima	28
	máxima	36
Gênero	feminino	37 (50,7%)
	masculino	36 (49,3%)

*As variáveis qualitativas são descritas com percentuais e as quantitativas por média ± desvio padrão, valores mínimo e máximo.

A figura de número 4, a seguir, apresenta o gráfico de *box plot* das idades gestacionais por gêneros.

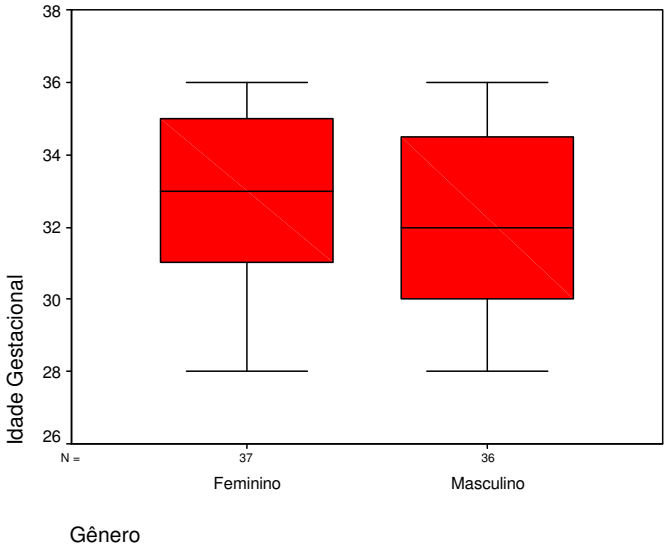

Figura 4. *Box Plot* da idade gestacional por gênero.

Em todos os exames considerados, as ondas I, III e V, bem como os intervalos interpicos I-III, I-V e III-V, foram facilmente identificados e reproduzidos. Não houve morfologia atípica ou dessincronização das ondas.

6.2 Comparação dos gêneros

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas (P>0,05) quando se comparou a latência absoluta das ondas I, III e V e os intervalos interpicos I-III, I-V, III-V entre os gêneros, por meio do teste t de *Student* para amostras independentes, nas três avaliações realizadas (Tabela 4, 5 e 6).

Tabela 4. Comparação das latências absolutas das ondas I, III, V e intervalos interpicos I-III, I-V e III-V aos quatro meses de idade, entre os gêneros, por meio do teste t de *Student* para amostras independentes.

	LATÊNCIA (ms)		
	Feminino (n=37)	**Masculino (n=36)**	**Valor P**
ONDA I	2,28±0,14	2,35±0,16	0,062
ONDA III	5,42±0,21	5,54±0,21	0,051
ONDA V	8,15±0,23	8,25±0,23	0,073
Intervalo I-III	3,14±0,11	3,19±0,08	0,053
Intervalo I-V	5,87±0,13	5,89±0,12	0,355
Intervalo III-V	2,94±0,13	2,91±0,14	0,236

Tabela 5. Comparação das latências absolutas das ondas I, III e V e intervalos interpicos I-III, I-V e III-V aos 12 meses de idade, entre os gêneros, através do teste t de *Student* para amostras independentes.

	LATÊNCIA (ms)		
	Feminino (n=37)	**Masculino (n=36)**	**Valor P**
ONDA I	2,16±0,10	2,20±0,13	0,138
ONDA III	4,79±0,21	4,91±0,21	0,078
ONDA V	7,71±0,16	7,75±0,20	0,329
Intervalo I-III	2,64±0,14	2,71±0,12	0,062
Intervalo I-V	5,55±0,09	5,55±0,13	0,958
Intervalo III-V	2,90±0,17	2,87±0,16	0,313

Tabela 6. Comparação das latências absolutas das ondas I, III e V e intervalos interpicos I-III, I-V e III-V aos 20 meses de idade, entre os gêneros, por meio do teste t de *Student* para amostras independentes.

	LATÊNCIA (ms)		
	Feminino (n=37)	**Masculino (n=36)**	**Valor P**
ONDA I	2,06±0,08	2,10±0,09	0,072
ONDA III	4,20±0,17	4,91±0,22	0,074
ONDA V	7,15±0,16	7,21±0,17	0,180
Intervalo I-III	2,13±0,12	2,19±0,13	0,132
Intervalo I-V	5,09±0,11	5,11±0,11	0,534
Intervalo III-V	2,85±0,17	2,84±0,16	0,752

6.3 Comparação das análises interaurais

Podemos visualizar na Tabela 7, que comparando os resultados das latências absolutas das ondas I, III e V, bem como os intervalos interpicos I-III, I-V e III-V entre as orelhas direita e esquerda, por meio do teste t de *Student* para amostras emparelhadas, não houve diferença estatisticamente significante (P>0,05).

Tabela 7. Comparação das latências absolutas das ondas I, III e V e intervalos interpicos I-III, I-V e III-V, entre orelha direita e orelha esquerda, por meio do teste t de *Student* para amostras emparelhadas.

	LATÊNCIA (ms)		
	Orelha direita (n=73)	**Orelha esquerda (n=73)**	**Valor P**
ONDA I	2,05±0,10	2,09±0,07	0,122
ONDA III	4,17±0,21	4,71±0,18	0,103
ONDA V	7,07±0,19	7,11±0,15	0,169
Intervalo I-III	2,14±0,15	2,18±0,16	0,172
Intervalo I-V	5,10±0,14	5,21±0,19	0,498
Intervalo III-V	2,81±0,15	2,79±0,21	0,687

6.4 Comparação das latências absolutas das ondas I, III e V e latências interpicos das ondas I-III, I-V e III-V

Nas Tabelas 8 e 9, encontram-se os valores de média e desvio padrão das latências absolutas e dos intervalos interpicos aos quatro, 12 e 20 meses. Ao utilizarmos modelos lineares gerais para medidas repetidas, para comparar as latências absolutas e intervalos interpicos das ondas entre as três idades avaliadas, verificamos que houve diferença estatísticamente significante (P<0,05) entre os quatro, 12 e 20 meses, ocorrendo uma diminuição das latências com o aumento da idade.

Tabela 8. Comparação das latências absolutas das ondas I, III e V entre a primeira, segunda e terceira avaliação (quatro, 12 e 20 meses de idade respectivamente), por meio de modelos lineares gerais para medidas repetidas.

	LATÊNCIA (ms)			
	04 meses	**12 meses**	**20 meses**	**Valor P**
ONDA I	2,31±0,16	2,18±0,12	2,08±0,08	<0,0001
ONDA III	5,48±0,22	4,85±0,22	4,24±0,17	<0,0001
ONDA V	8,20±0,23	7,73±0,18	7,18±0,16	<0,0001

Tabela 9. Comparação dos intervalos interpicos I-III, I-V e III-V entre a primeira, segunda e terceira avaliação (quatro, 12 e 20 meses de idade respectivamente), por meio de modelos lineares gerais para medidas repetidas.

	LATÊNCIA (ms)			
	04 meses	**12 meses**	**20 meses**	**Valor P**
Interpico I-III	3,16±0,09	2,67±0,14	2,16±0,13	<0,0001
Interpico I-V	5,88±0,12	5,55±0,11	5,10±0,11	<0,0001
Interpico III-V	2,92±0,13	2,89±0,16	2,84±0,17	<0,0001

Ao utilizar-se o coeficiente de *Pearson* com idade gestacional em semanas, e as latências absolutas das ondas I, III e V foi encontrada correlação inversa (Figuras 5, 6 e 7).

As figuras, a seguir, demonstram as correlações encontradas.

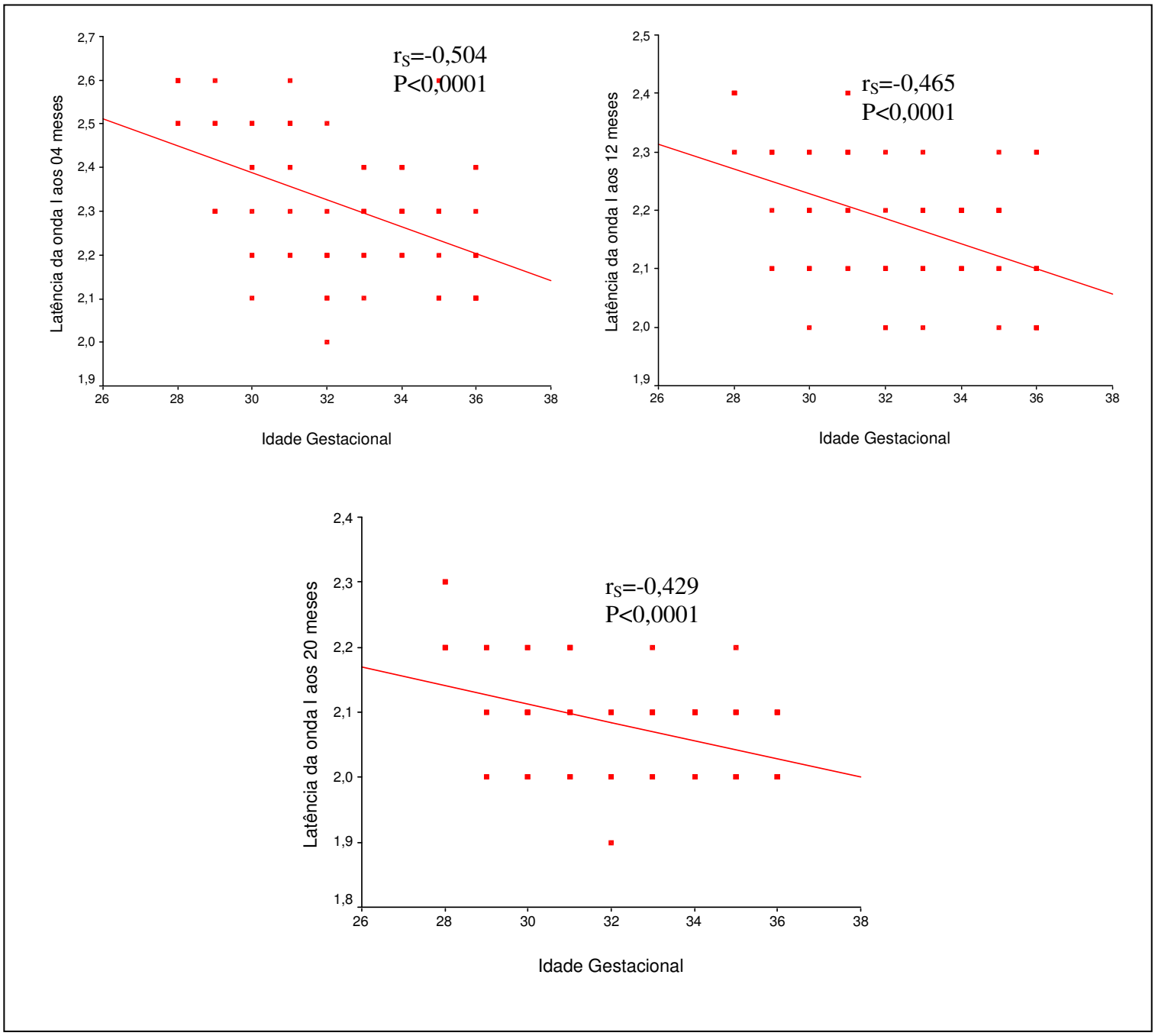

Figura 5. Gráficos das correlações lineares entre a idade gestacional em semanas, com a latência absoluta da onda I.

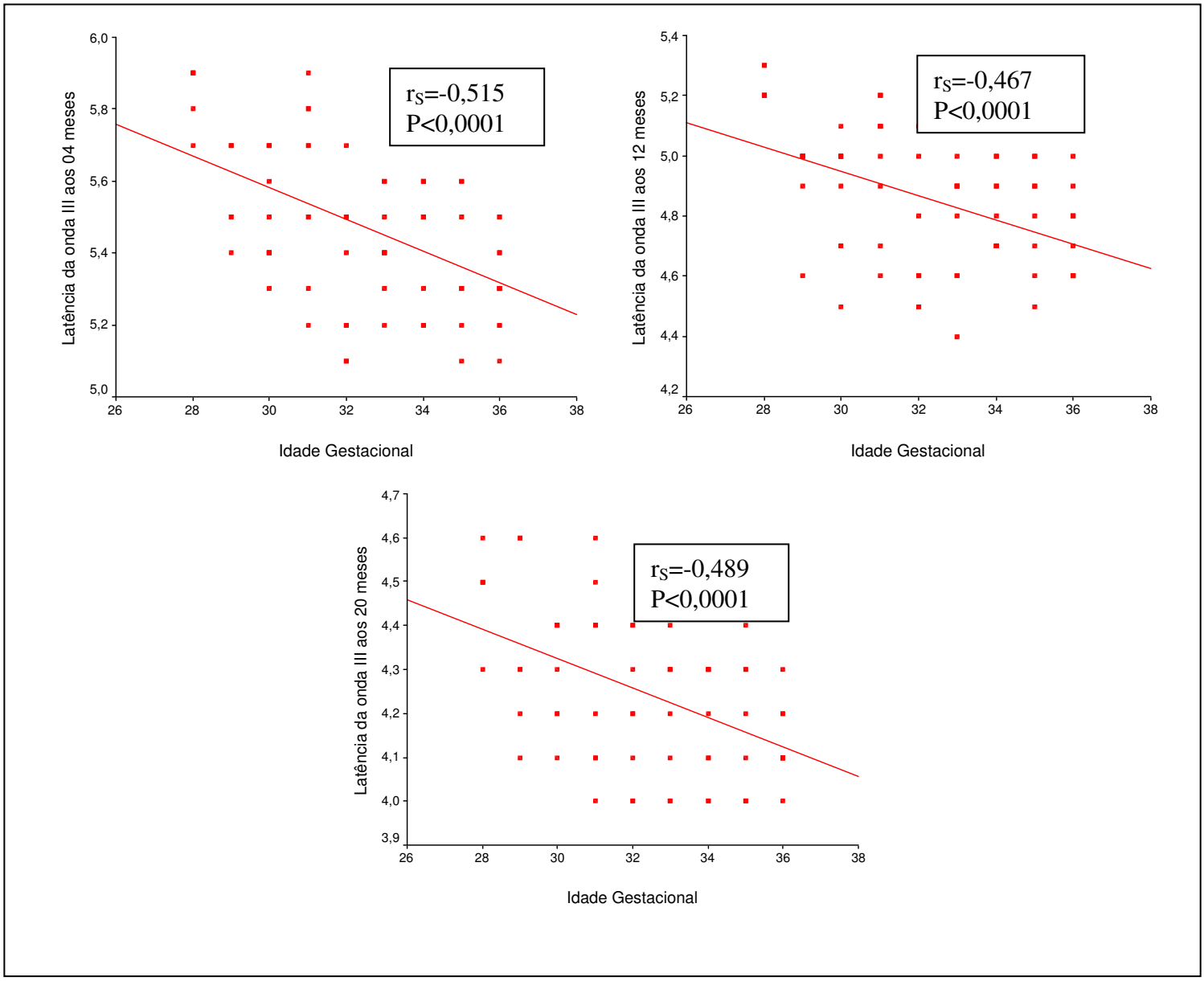

Figura 6. Gráficos das correlações lineares entre a idade gestacional em semanas, com a latência absoluta da onda III.

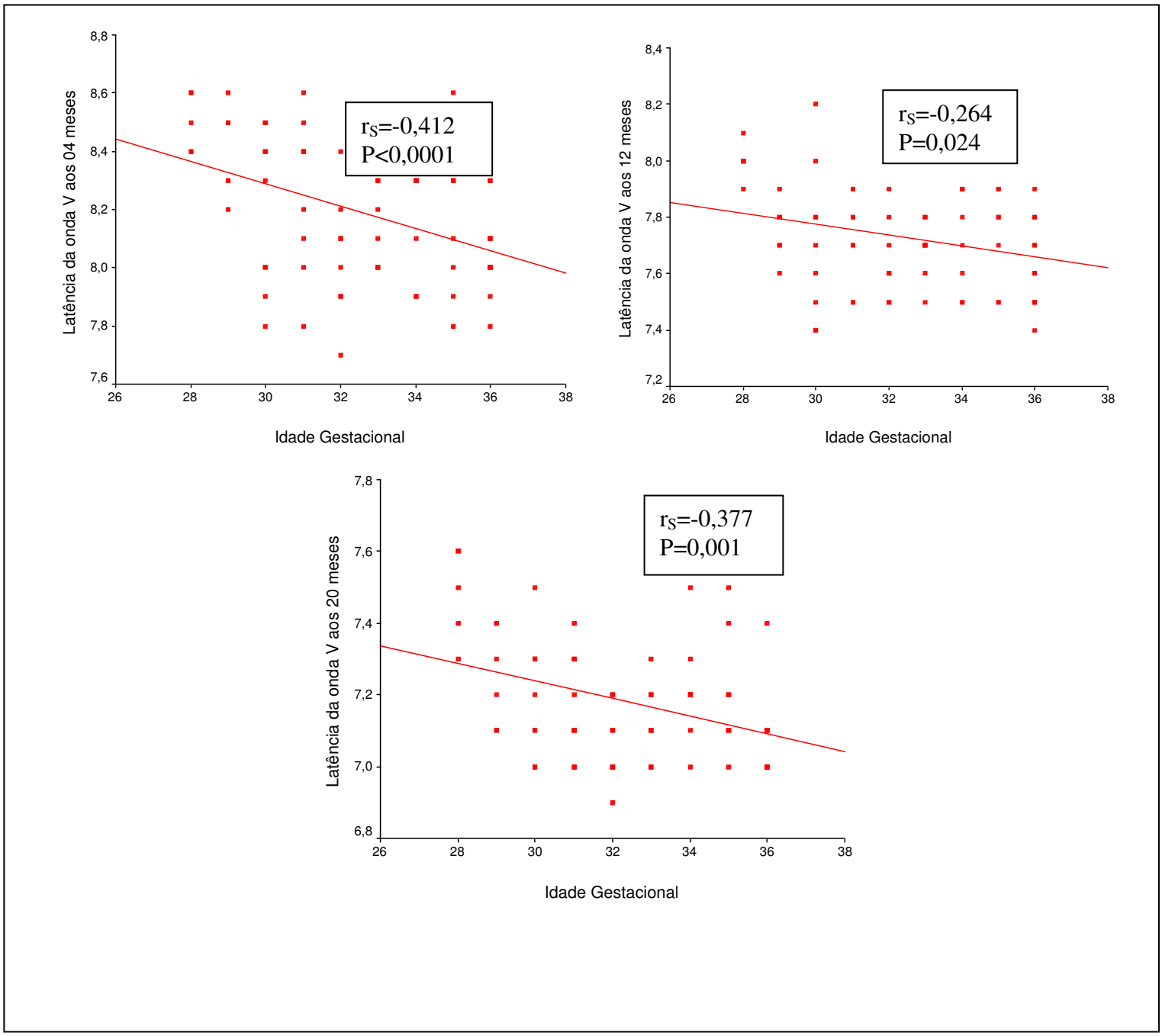

Figura 7. Gráficos das correlações lineares entre a idade gestacional em semanas, com a latência absoluta da onda V.

As figuras, a seguir, demonstram as correlações encontradas, utilizando o coeficiente de *Pearson* com idade gestacional em semanas e os intervalos interpicos I-III, I-V e III-V (Figuras 8, 9 e 10).

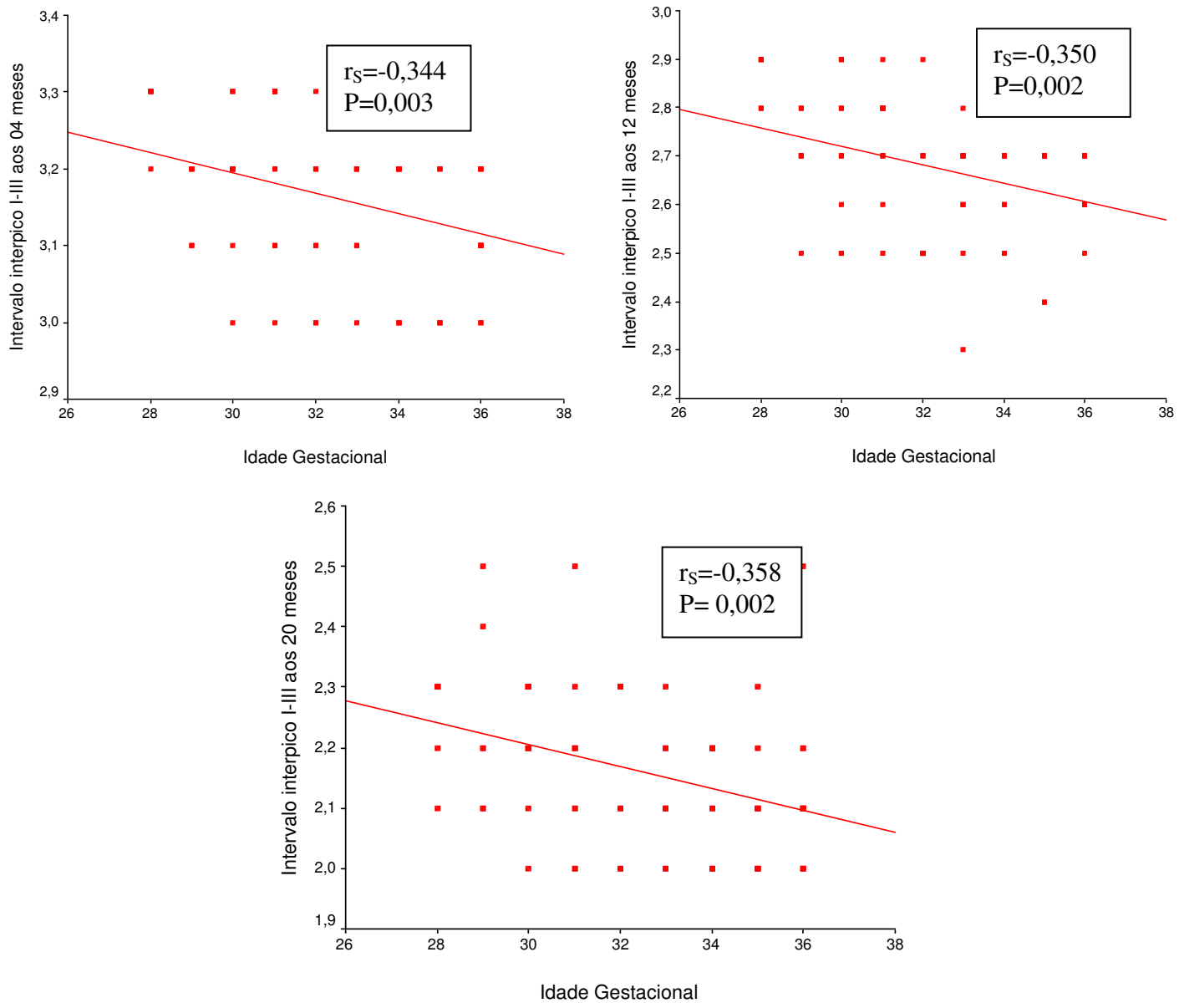

Figura 8. Gráficos das correlações lineares entre a idade gestacional em semanas, com intervalo interpico I-III.

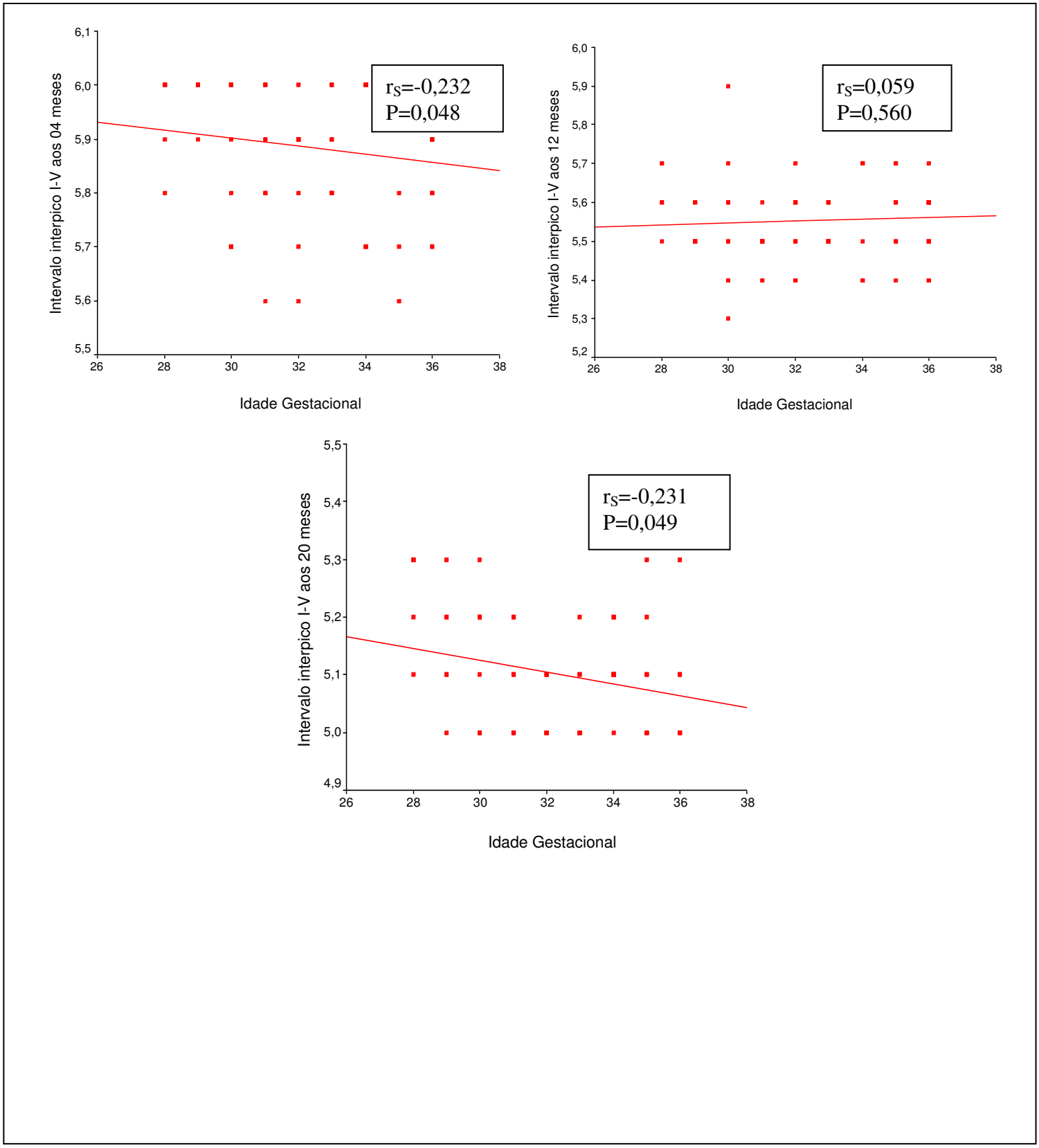

Figura 9. Gráficos das correlações lineares entre a idade gestacional em semanas, com o intervalo interpico I-V.

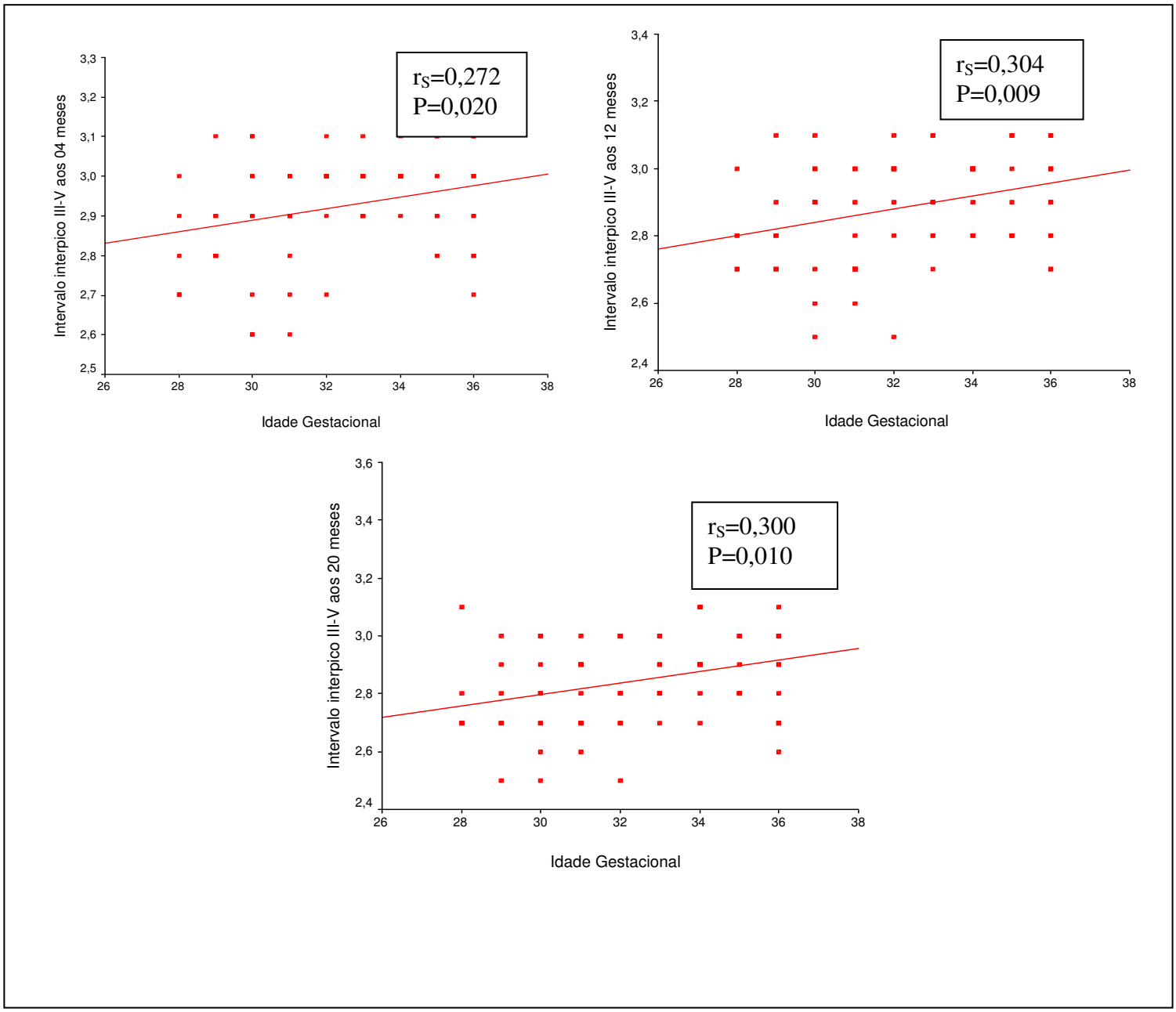

Figura 10. Gráficos das correlações lineares entre a idade gestacional em semanas, com o intervalo interpico III-V.

6.5 Análise da variação da velocidade entre os períodos quatro-12 meses e 12-20 meses

Nas tabelas 11 e 12, foi utilizado o teste t de *Student* para amostras emparelhadas, para testar a homogeneidade das latências absolutas e intervalos interpicos das ondas entre as orelhas bem

como a diferença das latências absolutas e intervalos interpicos no período quatro-12 meses e 12-20 meses.

Observamos que a latência da onda I apresentou maior velocidade entre o período de quatro a 12 meses de idade, quando comparada com o período de 12 a 20 meses. O contrário foi verificado com a comparação da onda V. Em relação à onda III, não observamos diferença estatísticamente significativa na velocidade de maturação entre os períodos avaliados (Tabela 10).

Tabela 10. Comparação das diferenças das latências absolutas das ondas I, III, V no período quatro-12 meses e 12-20 meses de idade, por meio do teste t de *Student* para amostra emparelhada.

	VARIAÇÃO DAS LATÊNCIAS ABSOLUTAS (ms)		
	04 -12 meses	**12 -20 meses**	**Valor P**
ONDA I	0,14±0,07	0,09±0,07	<0,0001
ONDA III	0,63±0,11	0,61±0,11	0,422
ONDA V	0,47±0,13	0,55±0,12	0,001

Em relação aos intervalos interpicos verificamos que o intervalo III-V apresentou maior velocidade entre 12-20 meses quando comparado com o período de quatro a 12 meses. Não observamos diferenças estatísticas nas comparações da velocidade entre os períodos quatro-12meses e 12-20 meses nos intervalos interpicos I-III e I-V (Tabela 11).

Tabela 11. Comparação das diferenças das latências interpicos das ondas I-III, III-V e I-V no período quatro-12 meses e 12-20 meses de idade, por meio do teste t de *Student* para amostra emparelhada.

	VARIAÇÃO DOS INTERVALOS INTERPICOS (ms)		
	04 -12 meses	**12 -20 meses**	**Valor P**
Intervalo I-III	0,49±0,10	0,51±0,13	0,349
Intervalo III-V	0,33±0,09	0,45±0,12	<0,0001
Intervalo I-V	0,04±0,09	0,04±0,11	0,876

7 DISCUSSÃO

Para a maior clareza da discussão dos resultados, esta será apresentada em tópicos individualizados por tema.

Constatamos que os potenciais evocados auditivos de tronco encefálico são importantes meios para o estudo da ontogenia das vias auditivas.

Nossos achados confirmam os resultados, da literatura pesquisada, de que com o amadurecimento das vias auditivas, ocorre o encurtamento das latências absolutas das ondas e dos intervalos interpicos, sendo a latência absoluta da onda V a última a diminuir.

Em relação aos valores das latências absolutas, é difícil comparar porque os parâmetros utilizados, bem como os equipamentos. são diversos e não existe padronização e nem uniformidade das idades gestacionais relatadas. Concordamos com os autores (Malhotra, 1997; Hood, 1998; Isaac, 1999; Chapchap, 2002; Freitas *et al.,* 2006; Fichino *et al.*, 2007; Souza *et al.,* 2008; Ribeiro e Carvallo, 2008) que cada serviço deva normatizar seus valores, em seu equipamento, para que possam ser utilizados em crianças nascidas a termo e pré-termo.

7.1 Comparação entre os gêneros

Comparando os resultados das latências absolutas entre os gêneros, verificamos que não há diferença estatisticamente significante (P>0,05). Esses achados são similares aos encontrados pelos

pesquisadores Stockard *et al.* (1979); Durieux-Smith *et al.* (1985); Morgan *et al.* (1987); Gorga *et al.* (1989); Amantini (1993)**;** Bento *et al*. (1998); Issac (1999); Fichino (2005), que estudaram potencial evocado auditivo de tronco encefálico em crianças.

Gorga *et al.* (1989) descreveram o resultado do PEATE de 535 crianças de três meses a três anos de idade sem alteração auditiva. Quando avaliaram a similaridade interaural, os autores concluíram que a diferença é muito pequena e não depende da idade, o que sugere que as orelhas de um indivíduo são altamente correlacionadas.

Entretanto, nossos achados discordam com os encontrados por Beagley e Sheldrake (1979); Cox *et al.* (1981); Chiarenza *et al.* (1988); Eldrege e Salamy (1996); Costa e Costa (1998); Stuart *et al.* (2001); Chapchap (2002), os quais relataram que as latências das ondas do potencial evocado auditivo de tronco encefálico tendem a ser maiores em indivíduos do gênero masculino, principalmente para as latências absolutas das ondas III e V.

Beagley e Sheldrake (1979) justificam os resultados e o associam ao fato de haver alteração e diferença na maturação das vias auditivas.

Cox (1996), avaliando recém-nascidos pré-termo, observou diferenças entre os gêneros para as latências das ondas I e V e latência interpico I-V, sendo latências com valores menores no gênero feminino.

Chiarenza *et al.* (1988) atribuíram as diferenças entre gênero encontradas no PEATE, presentes ao nascimento, à diferença anatômicas. Os autores referem que latências menores e amplitudes maiores poderiam ser atribuídas ao menor comprimento anatômico da via auditiva feminina com conseqüente aumento do sincronismo das respostas. Os autores acrescentaram que as diferenças entre os gêneros puderam ser detectadas provavelmente devido à amostra ser homogênea.

Eldrege e Salamy (1996) observaram que os neonatos do gênero feminino apresentaram latências menores que os do masculino.

Costa e Costa Filho (1998), comparando as médias das latências das ondas do PEATE em 35 recém-nascidos pré-termo, concluíram que as latências das ondas tendem a serem maiores nos neonatos do gênero masculino do que nos do gênero feminino, principalmente nas ondas III e V.

Stuart e Yang (2001) avaliaram 202 recém-nascidos, sendo 103 do sexo masculino e 99 do feminino, todos com PEATE por via aérea presente. Observaram que a onda V nas crianças do gênero feminino é significantemente mais curta (aproximadamente 0,2 a 0,3 ms) na testagem dos PEATE do que nas crianças do gênero masculino.

Chapchap (2002) avaliou 30 crianças com PEATE por VA e VO. A autora verificou que na pesquisa dos PEATE por VA, a latência da onda V foi menor para as crianças do gênero feminino, quando comparadas ao gênero masculino. Entretanto, não observou diferença para onda I, referindo que existe maturidade periférica (nervo auditivo e cóclea) semelhante entre os gêneros.

Don *et al.* (1993) atribuem as diferenças entre os gêneros ao menor comprimento da cóclea e à maior rigidez da membrana basilar, sendo, portanto devido às diferenças anatômicas periféricas. Esses autores observaram que as latências são menores, podendo ser atribuídas ao tempo mais rápido de resposta da cóclea, levando a um melhor sincronismo neural e conseqüente aumento na amplitude. Referem que a rigidez da cóclea no gênero feminino é maior que a do gênero masculino, provavelmente, ao menor comprimento da cóclea.

Entretanto, alguns autores discordam de que as diferenças entre gênero se devem às alterações periféricas, preferindo atribuí-las à diferença de condução da via auditiva central. Sininger *et al.* (1998) referem que não há fatores anatômicos óbvios ou fatores fisiológicos relevantes na condução neural que diferem entre os recém-nascidos do gênero masculino e do feminino. Acreditam que outras variáveis podem contribuir, como a idade gestacional, e quando estas variáveis são controladas, as diferenças podem ser atribuídas a diferenças na sensibilidade auditiva ou condução neural no tronco encefálico entre os gêneros.

7.2 Comparação das análises interaurais

Comparando os resultados das latências absolutas das ondas e dos intervalos interpicos entre as orelhas direita e esquerda, por meio do teste t de *Student* de forma emparelhada, concluímos que não há diferença nos resultados obtidos, P>0,05 (Tabela 7). Esses achados estão de acordo com outros autores, que relatam estudos em crianças pré-termo e a termo com limiares auditivos normais, como: Morgan *et al*. (1987); Gorga *et al*. (1989); Castro Junior (1991); Amantini (1993); Costa e Costa Filho (1998); Guilhoto *et al*. (2003); Beagley e Sheldrake (1979); Ching *et al*. (2001) e Fichino *et al*. (2007).

Entretanto, alguns estudos observaram diferenças entre as orelhas, como: Chiarenza *et al.* (1988); Eldrege e Salamy (1996); Sinninger *et al.* (1998) e Chapchap (2002).

Chiarenza *et al.* (1988), estudando 80 neonatos, verificaram latências menores para a orelha esquerda, nas latências das ondas III e V, em ambos os gêneros.

Eldrege e Salamy (1996) observaram que a orelha direita apresentou latências menores que as da orelha esquerda.

Sinninger *et al.* (1998) estudaram 72 neonatos com o objetivo de verificar as diferenças entre gênero e lateralidade de orelha para sons de fraca intensidade. Os limiares dos neonatos do gênero masculino foram significativamente menores que os do gênero feminino, e a grande diferença ocorreu para a orelha direita. Os dois gêneros apresentaram amplitude de onda V maior para a orelha direita do que para a orelha esquerda. Acreditam que a superioridade da orelha direita pode decorrer da lateralidade cerebral da função auditiva. Segundo os autores, essas diferenças entre gênero e lateralidade ocorrem devido ao fenômeno biológico presente ao nascimento. Os autores não observaram diferenças entre gênero e orelha para as latências no limiar eletrofisiológico.

Chapchap (2002) encontrou na testagem 50 a 70 dB, para o gênero feminino, valores menores para onda V na orelha esquerda do que na orelha direita; para o gênero masculino, para as demais ondas e intensidades; no gênero feminino, não encontrou diferença significante. A autora não verificou diferenças entre as latências interpico III-V e I-V, demonstrando que a condução na porção central foi similar entre os gêneros.

7.3 Maturação das latências absolutas das ondas I, III e V

Observamos mudanças importantes nas latências das ondas dos PEATE em função do processo de maturação das vias auditivas de tronco encefálico, que continua a ocorrer após o nascimento. Essas mudanças ocorreram nos recém-nascidos a termo e, principalmente, nos recém-nascidos pré-termo (Zimmerman *et al.,* 1987; Malhotra, 1997; Hood, 1998; Issac, 1999; Chapchap, 2002; Guilhoto *et al*., 2003).

Ao utilizarmos modelos lineares gerais para medidas repetidas, para comparar as latências absolutas das ondas I, III e V entre as três avaliações, verificamos que houve diferença estatisticamente significante ($P<0,05$) entre os 4, 12 e 20 meses de idade, ocorrendo uma diminuição das latências absolutas com o aumento da idade (Tabela 8).

Aplicando o coeficiente de *Pearson* entre a idade gestacional (em semanas) e as latências absolutas das ondas I, III e V do PEATE, nas três avaliações estudadas (4, 12 e 20 meses de idade), encontramos correlações inversas (Figuras 5, 6 e 7). Este fato demonstra que a latência absoluta das ondas I, III e V diminui conforme aumenta a idade gestacional.

Verificamos que a latência da onda I apresenta diminuição entre a primeira (quatro meses), a segunda (12 meses) e a terceira (20 meses) avaliação das crianças nascidas pré-termo (Figura 5). Enquanto em crianças nascidas a termo, sabemos que a latência absoluta da onda I já completa seu processo de maturação na primeira avaliação, aos quatro meses de idade, conforme pesquisado e

descrito por Despland e Galambos (1980); Uziel *et al*. (1980); Eggermont (1985); Zimmerman *et al*. (1987); Castro Junior (1991); Issac (1999); Costa e Costa Filho (1998); Chapchap (2002); Eggermont (2002); Guilhoto *et al*. (2003); Bukard *et al*. (2006); Fichino *et al*. (2007); Sleifer *et al*. (2007) e Souza *et al*. (2008).

Acreditamos que estes achados devem-se ao fato de que a onda I é gerada no nervo coclear (Hall, 2007), informando a velocidade da condução periférica e seu período precoce de amadurecimento, ou seja, ocorreu a maturação periférica das vias auditivas, indicando que a maturação mais rostral depende da idade gestacional. Nossos resultados evidenciam que o desenvolvimento da via auditiva envolve a porção periférica (diminuição da latência da onda I). Achados similares são relatados por Starr *et al*. (1977); Uziel *et al.* (1980); Jacobson (1985); Moore *et al.* (1996); Castro Junior (1991); Issac (1999); Chapchap (2002) quando referem à diminuição da latência da onda I, em função da idade em recém-nascidos pré-termos.

Em relação à latência absoluta da onda III, sítio gerador neurônios do núcleo coclear e algumas fibras que fazem conexão neste núcleo. Verificamos que houve diferença estatística significativa nas três avaliações realizadas, ocorrendo diminuição com o aumento da idade (Tabela 8). Houve correlação inversa entre latências absolutas e idade gestacional (Figura 6). Achados que corroboram os relatos de Zimmerman *et al.* (1987); Malhotra (1997); Issac (1999); Ribeiro e Carvallo (2008).

Encontramos correlação inversa entre idade gestacional e a latência absoluta da onda V (Figura 7), sugerindo que o grau de mielinização das fibras nervosas e a imaturidade das vias auditivas afetam as latências das ondas e que a maturação ocorre no sentido caudo-rostral. Moore *et al.* (1996) observaram que as vias do tronco encefálico continuam se especializando em sua função após o nascimento, aumentando sua velocidade de condução em um ritmo que compensa exatamente o crescimento físico da via auditiva. A velocidade passa de 5,5 m/s na 30° semana de vida concepcional para 20 m/s no adulto, no feixe assináptico, que vai dos núcleos cocleares a outro

possível gerador das ondas IV e V, que seria nas proximidades do complexo olivar contralateral, ou de 13,5 m/s para 35,5 m/s até o lemnisco lateral (Souza *et al.,* 2008).

Hecox e Galambos (1974); Schulman-Galambos e Galambos (1975); Galambos e Galambos (1979) verificaram que a latência da onda V em crianças diminui com o aumento da idade, devido à mielinização progressiva da via auditiva. Referem uma diminuição de latência da onda V com o aumento da idade devido ao desenvolvimento/maturação do sistema auditivo periférico e do sistema neurológico.

Zimmerman *et al.* (1987) referem que os gerados das ondas III e V demoram mais para completar o processo de maturação e concluíram que a maturação do sistema auditivo no sentido caudo-rostral inicia depois do nascimento. Além disso, salientam as diferenças nos resultados obtidos com crianças nascidas pré-termo.

Verificamos que a idade gestacional é uma variável importante na análise das latências absolutas das ondas I, III e V em crianças, principalmente na onda V. Salientamos a afirmação de Moore *et al.* (1996) quando referem que a porção do tronco encefálico que contém a via auditiva triplica de comprimento entre a 21ª semana de vida fetal e o primeiro ano de vida. A via auditiva do tronco encefálico continua aumentando até por volta do terceiro ano de vida, em virtude do aumento do diâmetro do tronco encefálico. Paradoxalmente, os valores dos intervalos interpicos entre as ondas dos PEATE vão diminuindo à medida que as vias ficam mais longas (Eggermont, 1992; Moore *et al.,* 1996; Souza *et al.,* 2008).

Nossos achados conferem com os relatados por Hecox e Galambos (1974); Despland e Galambos (1979); Cox (1985); Castro Junior (1991); Malhotra (1997); Fuess (1997); Costa e Costa Filho (1998); Isaac (1999); Dias (2000); Chiang *et al.* (2001); Chapchap (2002) e Fichino *et al.* (2007) e confirmam a necessidade de usar a idade gestacional para avaliar os valores obtidos em crianças nascidas pré-termo.

7.4 Maturação dos Intervalos interpicos das ondas I-III, I-V e III-V

Verificamos que houve diferença estatisticamente significativa (P<0,05) ao utilizarmos modelos lineares gerais para medidas repetidas, na comparação entre intervalos interpicos I-III, I-V e III-v e as três avaliações realizadas, quatro, 12 e 20 meses de idade (Tabela 9).

Aplicando o coeficiente de *Pearson* entre a idade gestacional em semanas e o intervalo interpico I-III, nas três avaliações realizadas (quatro, 12 e 20 meses de idade), encontramos correlações inversas (Figura 8 e Tabela 9). Esse fato demonstra que o intervalo interpico I-III diminui conforme aumenta a idade gestacional, sugerindo que sofre influência do fenômeno da maturidade auditiva, ou seja, que pode corresponder ao retardo da condução elétrica por processo de mielinização ainda em desenvolvimento, sendo esta maturação dependente da idade gestacional ao nascimento.

Em relação ao intervalo interpico I-V, houve correlação inversa aos quatro, 12 e 20 meses de idade, diminuindo os intervalos conforme o aumento da idade gestacional (Figura 9). Nossos achados são similares ao estudo de Starr *et al*. (1977), que evidenciaram o desenvolvimento da via auditiva, envolvendo tanto a porção periférica (diminuição da latência da onda I) quanto a porção central (diminuição do intervalo I-V). Concluíram que o tempo de condução central, representado pelo intervalo interpico I-V, é muito aumentado nas crianças pré-termo. Ponderaram que tal fenômeno é relacionado com a maturação das vias auditivas ao nível do SNC, principalmente a mielinização das fibras auditivas, que é incompleta nos pré-termos. Demonstraram que as medidas dos componentes do PEATE podem oferecer evidências objetivas sobre a maturidade da porção periférica (cóclea) e da porção central da via auditiva.

Verificamos que a idade gestacional é uma variável importante na análise dos intervalos interpicos I-III e I-V em crianças nascidas pré-termo. Podemos verificar que os intervalos interpicos são cada vez menores conforme aumenta a idade gestacional. Nossos achados conferem com os

relatados por Hecox e Galambos (1974); Despland e Galambos (1979); Cox (1985); Gupta e Anand (1990); Castro Junior (1991); Malhotra (1997); Fuess (1997); Costa e Costa Filho (1998); Isaac (1999); Dias (2000); Chiang *et al.* (2001); Chapchap (2002); Tibusseck e Meister (2002); Fichino *et al.* (2007) e Ribeiro e Carvallo (2008) e confirmam a necessidade de utilizar a idade gestacional para avaliar os valores obtidos de intervalos interpicos em crianças nascidas pré-termo.

O segmento III-V é gerado no tronco encefálico, refletindo a condução entre os núcleos cocleares e lemnisco lateral alto. Representa o maior feixe auditivo do tronco encefálico, ligando, sem nenhuma sinapse intermediária, os núcleos cocleares (onda III) ao lemnisco lateral ipsilateral (onda IV), sendo constituído de condução exclusivamente axonal. Os axônios que, partindo dos núcleos cocleares, fazem sinapse nos núcleos olivares mediais, geram a onda V também no lemnisco lateral alto, principalmente contralateral. Dessa forma, pode-se dizer que o intervalo de latência III-V representa o tempo de condução axonal (Souza *et al.*, 2006).

Aplicando o coeficiente de *Pearson* entre a idade gestacional em semanas e o intervalo interpico III-V, nas três avaliações realizadas (quatro, 12 e 20 meses de idade), encontramos correlações, verificando aumento conforme idade gestacional (Figura 10). Acreditamos que este fato possa estar relacionado à maior variação da velocidade entre o período de 12-20 meses quando comparado com a variação do período quatro-12 meses, conforme visualizamos na Tabela 11. Associado ao fato que a onda V apresentou maior velocidade entre 12-20 meses, enquanto a onda III não apresentou diferença estatisticamente significante na velocidade entre os períodos quatro-12 e 12-20 meses (Tabela 10), refletindo no resultado encontrado no intervalo interpico III-V.

Acreditamos que estes resultados refletem o desenvolvimento maturacional entre os núcleos cocleares (origem da onda III), bem como do colículo inferior e do lemnisco lateral (origem das ondas IV e V). Achados similares foram relatos por Malhotra (1997).

7.5 Comparação da velocidade de maturação entre os períodos quatro-12 meses e 12-20 meses

Foi utilizado para testar a homogeneidade das latências absolutas das ondas e intervalos interpicos no período quatro-12 meses e 12-20 meses, o teste t de *Student* para amostras emparelhadas (Tabelas 10 e 11).

Em relação às latências absolutas, verificamos que a latência da onda I apresentou maior velocidade de maturação entre o período qautro-12 meses quando comparada com o período 12-20 meses; a latência da onda III não apresentou diferença de velocidade entre as duas comparações. Entretanto, a latência da onda V apresentou maior velocidade de maturação entre o período 12-20 meses quando comparado com o período de quatro-12 meses.

Estes achados são similares aos descritos por Uziel *et al*. (1980); Eggermont (1985); Zimmerman *et al.* (1987); Morgan *et al*. (1987); Castro Junior (1991); Issac (1999); Burkard *et al.* (2006).

Verificamos que a velocidade da maturação da onda I foi mais rápida, e a velocidade de maturação da onda V foi mais lenta (Tabela 10). Além disso, podemos perceber que a maturação do tronco encefálico em crianças nascidas pré-termo, em sua porção mais rostral, ainda apresenta diferenças quando comparadas com crianças nascidas a termo, aos 20 meses de idade.

A rapidez de maturação da onda I e a velocidade de maturação mais lenta da onda V sugerem um modelo de maturação do sistema auditivo, no sentido caudo-rostral, como descrito por Uziel *et al*. (1980); Eggermont (1985); Zimmerman *et al.* (1987); Morgan *et al*. (1987); Castro Junior (1991); Sininger *et al*. (1997); Eggermont (2002); Burkard *et al.* (2006). Vários pesquisadores referem que o processamento da informação acústica se equipara ao do adulto por volta dos dois anos de idade, enquanto a onda V está em processo de maturação até essa idade.

Nossos resultados corroboram com os expostos por Cox (1985); Hood (1998); Costa e Costa Filho (1998); Gupta e Anand (1990); Tibusseck e Meister (2002) e Chapchap (2002).

Em relação aos intervalos interpicos, verificamos que os intervalos interpicos I-III e I-V não apresentaram diferença estatisticamente significativa quando comparados os períodos quatro-12 meses e 12-20 meses de idade. Entretanto, verificamos que no intervalo interpico III-V houve diferença estatística significante entre os períodos, demonstrando uma velocidade mais rápida no período de 12-20 meses de idade (Tabela 11). Nossos achados corroboram com relatos de Uziel *et al.* (1980); Morgan *et al.* (1987); Zimmerman *et al.* (1987); Castro Junior (1991); Jacobson e Hall (1992); Uysal *et al.* (1993); Malhotra (1997); Isaac (1999).

Concordamos com os relatos de Morgan *et al.* (1987), que referem que a diminuição das latências absolutas e dos intervalos interpicos é devido à: aumento da eficiência sináptica; aumento da mielinização e aumento da sincronia superior. A latência se reduz com o aumento da idade, embora a faixa de decréscimo seja dependente das ondas (local de geração, periféricas e central) e condições fisiológicas como as sinapses eficazes e mielinização (Jacobson e Hall, 1992). Uysal *et al.* (1993), estudando a maturação do SNC, em recém-nascidos pré-termos, acreditam que o aumento da velocidade de neurotransmissão tem importância na maturação.

Amantini (1993) observou que as latências foram similares para os neonatos com idade gestacional e idade conceptual semelhantes, demonstrando que o amadurecimento da via auditiva aconteceu de forma análoga intra e extra-útero. Malhotra (1997) refere que a maturação extra-uterina nas crianças nascidas pré-termo ocorre em uma velocidade menor do que nas crianças nascidas a termo; relata existir diferença estatisticamente significante nas comparações das ondas III e V, bem como o intervalo I-V.

Além disso, a análise conjunta dos dados sugere uma maturação rapidamente progressiva das vias auditivas até o tronco encefálico, entre os quatro e os 12 meses de idade, da porção mais caudal

do sistema auditivo, em crianças nascidas pré-termo, fato observado por Starr *et al.* (1977); Hecox *et al.*(1981); Castro Junior (1991); Isaac (1999) e Burkard (2006).

A maturação do sistema auditivo, avaliada pelas latências absolutas e intervalos interpicos dos PEATE, ocorre de forma distinta entre crianças pré-termo e a termo. Os PEATE, quando utilizados como meio diagnóstico de alteração auditiva em crianças pré-termo, com até 20 meses de idade, devem ser analisados com muito critério; a falta da repetição desse exame poderia levar-nos a conclusões inapropriadas quanto à integridade da audição, visto que há uma tendência de normalização das latências absolutas e intervalos interpicos conforme aumenta a idade dessas crianças.

Com base nos achados deste estudo, recomendamos que a aplicação do procedimento de avaliação audiológica, potencial evocado auditivo de tronco encefálico, em crianças menores de 20 meses de idade, seja realizada levando-se em conta a idade gestacional a fim de obter análise fidedigna.

8 CONCLUSÕES

A análise dos resultados nos permite concluir, em relação a esta amostra, que:

8.1 não houve diferença estatisticamente significante na comparação dos resultados das latências absolutas e dos intervalos interpicos entre os gêneros;

8.2 comparando os resultados das latências absolutas e dos intervalos interpicos entre a orelha direita e a orelha esquerda, verificamos que não há diferença estatisticamente significante;

8.3 houve diferença estatiticamente significante entre idade gestacional, as latências absolutas e intervalos interpicos nas três avaliações realizadas, ocorrendo uma diminuição das latências com o aumento da idade;

8.4 houve correlação inversa entre a idade gestacional e as latências absolutas das ondas I, III e V e os intervalos interpicos I-III e I-V;

8.5 verificamos que a maturação da onda I foi mais rápida, e a maturação da onda V foi mais lenta. Podemos perceber que a maturação da via auditiva até o tronco encefálico

segue o sentido caudo-rostral, sendo a das vias periféricas mais precoces e a das rostrais mais tardias;

8.6 verificamos que no intervalo interpico III-V houve diferença estatística significante entre os períodos comparados, demonstrando uma velocidade mais rápida no período de 12-20 meses de idade;

8.7 com base nos achados deste estudo, recomendamos que a aplicação do procedimento de avaliação audiológica através do potencial evocado auditivo de tronco encefálico em crianças nascidas pré-termo, pelo menos até os 20 meses de idade, seja realizada levando-se em conta a idade gestacional a fim de obter-se análises fidedignas.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 Aquino AMCM, Araújo MS. Vias auditivas: periférica e central. In: Aquino AMCM. Processamento auditivo: eletrofisiologia e psicoacústica. São Paulo: Lovise; 2002 p.17-31.

2 Almeida ER de, Butugan O, Silveira JAM da. Potenciais Evocados Auditivos precoces ou de curta latência. In: Caldas N e Sih T. Otologia e audiologia em pediatria. Rio de Janeiro: Revinter:1999.p.216-23.

3 American Academy of Pediatrics. Joint Committe on Infant Hearing: 1994 Position Statement. Pediatrics 1995;95:152-6.

4 American Academy of Pediatrics. Joint Committe on Infant Hearing: Year 2000 Position Statement. Pediatrics 2000;106(4):798-817.

5 American Academy of Pediatrics. Task force on newborn and infant hearing- newborn and infant hearing loss: detection and intervention. Pediatrics 1999;103:527-30.

6 Ananthanarayan AK, Gerken GM. Response enhancement and reduction of the auditory brain-stem response in a forward-masking paradigm. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 1987; 66(4):427-39.

7 Anias CR, Lima MAM, Kós AOA. Avaliação da influência da idade no potencial evocado auditivo de tronco encefálico. Rev Bras Otorrinolarongol 2004;70(1).

8 Azevedo MF. Emissões otoacústicas In: Figueiredo MS, Organizadora.Emissões Otoacústicas e PEATE. São José dos Campos, SP:Ed Pulso;2003. p.35-83.

9 Beagley HA, Sheldrake JB. Differences in brainstem response latency with age and sex. Br J Audiol 1979;12 (3): 69-77.

10 Bento RF, Silveira JAM, Ferreira MRM, Fuess VLR, Miniti A. Estudo do padrão de normalidade da audiometria de tronco cerebral (PEATE) nas diversas faixas etárias. Rev Bras Otorrinolaringol 1998;54(2):37-41.

11 Bhatnagar SC. Neurociência para o estudo dos distúrbios da comunicação humana. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan; 2004.p189-97.

12 Bradford BC, Baudin J, Conway MJ, Hazell JWP, Stewart AL, Reynolds EOR. Identification of sensory neural hearing loss in very preterm infants by brainstem auditory evoked potentials. Arch Dis Child 1985;60:105-9.

13 Burkard RF, Don M, Eggermont JJ. Auditory evoked potentials: basic principles and clinical application. Philadelphia: Lippincott Williams e Wilkins; 2006.

14 Burkard RF, Sims D. The human auditory brainstem response to high click rates: aging effects. Am J Audiol 2001;10(2):53-61.

15 Capurro H, Barcia RC. A sinplified method for diagnosis of gestacional age in the newborn infant. J Pediatr 1978;93:120-2.

16 Cant NB. Structural development of the mammalian auditory pathways. In: Rubel W, Popper AN, Fay RR. Development of the auditory system. New York, Springer;1998.

17 Carvallo RMMC. Imitanciometria. In: Ferreira LP org. Tratado de fonoaudiologia. São Paulo, SP:Roca; 2004.p.569-84.

18 Carvallo RMMC. Medidas de imitância acústica em crianças. In: Lichtig I, Carvallo RMM. Audição abordagens atuais. São Paulo, SP:Pró-fono.1997.p.65-88.

19 Castro Junior. NP. Estudo de audiometria de tronco encefálico em neonatos normais e de alto risco. (Tese de doutorado). Escola Paulista de Medicina, São Paulo, 1991.

20 Castro Junior. NP, Figueiredo MS. Audiometria Eletrofisiológica. In: Lopes Filho O. Tratado de fonoaudiologia. São Paulo: Roca; 1999: p.201-19.

21 Chapchap M. Respostas elétricas de tronco encefálico por estimulação aérea e óssea em neonatos. (Dissertação de mestrado). Mestrado em Distúrbios da Comunicação Humana, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo; 2002.

22 Chiang MC, Chou YH, Wang PJ. Auditory brainstem evoked potentials in healthy full-term and pre-term infants. Chang Gung Med J 2001; 24(9):557-62.

23 Chiappa KH. Brain stem auditory evoked potentials: interpretation. In: Chiappa KH (ed). Evoked potentials in medicine. New York: Raven Press;1995:223-305.

24 Chiarenza GA, D'Ambrosio GM, Cazullo AG. Sex and ear differences of brain-stem acoustic evoked potentials in a sample of normal full-term newborns. Normative study. Eletroenceph Cli Neurophysiol 1988;71:357-66.

25 Colletti V, Fiorino FG, Carner M, Giarbini N, Sacchetto L, Cumer G. The retrosigmoid approach for auditory brainstem implantation.Am J Otol 2000; 21(6) p.826-36.

26 Collet L, Delorme C, Chanal JM, Dubreuil C, Morgon A, Salle B. Effect of stimulus intensity variation on brain-stem auditory evoked potentials: comparison between neonates and adults. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 1987;68(3):231-3.

27 Comitê Brasileiro sobre Perdas Auditivas na Infância. Recomendação 01/99 do Comitê Brasileiro sobre Perdas Auditivas na Infância. Jornal do Conselho Federal de Fonoaudiologia 2000; 3-7.

28 Costa SMB. Estudo dos potenciais evocados acusticamente do tronco cerebral em recém-nascidos pré-termo. (Dissertação de mestrado). Pontifícia Universidade Católica, São Paulo, 1997.

29 Costa SMB, Costa OAC. O estudo dos potenciais evocados acusticamente do tronco cerebral em recém-nascidos pré-termos. Rev Bras de Otorrinolaringol 1998;64:231-8.

30 Costa Neto TT, Ito YI, Fukuda I, Ganança MM, Caovilla HH. L` incidence du sexe et de la taille de la tete sur lês potentiels évoqués auditifs. Rev Laryngol Otol Rhinol 1991;112(1):17-9.

31 Cox CI. Infant assessment: developmental and age-related considerations. In: Jacobson JT, edited by. The auditory brainstem response. San Diego, California. College-Hill Press;1985. p.297-316.

32 Davis H.Brainstem and other responses in eletric response audiometry. Ann Otol, 1976;85:3-14.

33 Davis PA. Effects of acoustic stimuli on the waking human brain. Journal of Neurophysiology 1939;494-99.

34 Davis H, Davis PA, Loomis AL, Harvey EN, Hobart G. Eletrical reactions of the human brain to auditory stimulation during sleep. Journal of Neurophysiology 1939;2:500-14.

35 Deorari AK, Garg R, Bisht MS, Ahuja GK, Paul VK, Singh M. Auditory brain stem evoked response in normal neonatos and infants. Indian Pediatr 1989;26:981-6.

36 Despland PA, Galambos R. Use of the auditory brainstem responses by prematures and newborns infants. Neuropädiatrie 1979;11:99-107.

37 Dias AMN. Evolução das vias auditivas através do PEATEA em crianças normais (monografia de especialização).Especialização em audiologia. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo; 2000.

38 Don M, Ponton CW. Gender differences in cochlear response time: an explanation for gender amplitude differences in the unmasked auditory brain-stem response. J Acoust Soc Am 1993; 94:2135-48.

39 Durant JD, Ferraro JA.Potenciais auditivos evocados de curta latência: eletrococleografia e audiometria de tronco encefálico. In: Musiek FE, Rintelmann WF. Perspectivas atuais em avaliação auditiva. Barueri, São Paulo: Manole;2001:p.193-238.

40 Duriex-Smith A, Edwards CG, Picton TW, McMurray B. Auditory brainstem responses to clicks in neonates. J Otolaryngol 1985; 14:12-8.

41 Eggermont JJ. Development of auditory evoked potential. Acta Otolaryngol. 1992;112:197-200.

42 Eggermont JJ. Evoked potential as indicators of auditory maturation. Int J Pediatr Otorhinolaryngol 1995;32:183-6.

43 Eggermont JJ. Neural responses in primary auditory córtex mimic pschophysical, across-frequency-chanel, gap-detection thresholds. J Neurophysiol 2000;84:1453-63.

44 Eggermont JJ. Temporal modulation transfer functions in cat primary auditory córtex: separating stimulus effects from neural mechanisms. J Neurophysiol 2002;87: 305-21.

45 Eggermont JJ, Don M. Analysis of the click-evoked potentials in humans using high-pass noise masking. II effect of click intensity. J Acoust Soc Am 1980;68:1671-5.

46 Eldredge L, Salamy A. Functional auditory development in preterm and full term infants. Early Human Development 1996;45:215-28.

47 Fawer CL, Dubowitz LMS. Auditory brainstem response in neurologically normal preterm and full-term newborn infants. Neuropediatrics 1982;13:200-6.

48 Fichino SN. Estudo do Potencial Evocado Auditivo de tronco encefálico por via aérea e via óssea em crianças de até dois meses de idade. (Dissertação de mestrado). Mestrado em Distúrbios da Comunicação Humana, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2005.

49 Fichino SN, Lewis DR, Fávero ML. Estudo dos limiares eletrofisiológicos das vias aérea e óssea em crianças com até 2 meses de idade. Rev Bras Otorrinolaringol 2007; 73(2):251-6.

50 Figueiredo MS, Castro Junior NP. Potenciais evocados auditivos de tronco encefálico (ABR). In: Figueiredo MS. Emissões otoacústicas e PEATEA. São José dos Campos, São Paulo.Pulso Editorial;2003:p85-97.

51 Freitas VSF, Alvarenga KF, Morettin M, Souza EF, Costa Filho OA. Potenciais evocados auditivos do tronco encefálico por condução óssea em indivíduos normais. Pró-fono R Atual Cient 2006; 18(3):323-30.

52 Fuess VLR. Estudo do retardo de maturação das vias auditivas através dos potenciais evocados auditivos de tronco cerebral. Associação com distúrbios de aquisição da linguagem. (Tese de doutorado). Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 1997.

53 Frazza MM, Caovilla HH, Munhoz MSL, Silva MLG, Ganança MM. Imitanciometria. In: Munhoz MCSG, Caovilla HH, Silva MLG, Ganança MM. Audiologia Clínica. São Paulo,SP: Atheneu;.2000.v.2.p.85-101.

54 Fria TJ. Identification of congenital hearing loss with the auditory brainstem response.In Jacobson JT, edited by. The auditory brainstem response. San Diego, Califórnia. College-Hill Press; 1985. p.317-34.

55 Fria T, Doyle W. Maturation of the auditory brain stem response (ABR): additional perspectives. Ear Hear 1984; 5(6)p.361-5.

56 Garcia CFD, Isaac ML, Oliveira JAA.Emissão otoacústica evocada transitória: instrumento para detecção precoce de alterações auditivas em recém-nascidos a termo e pré-termo. Rev Bras Otorrinolaringol 2002; 68(3):344-52.

57 Galambos CS, Galambos R. Brainstem evoked response audiometry in newborn hearing screening. Arch Otolaryngol Head and Neck Surgery 1979; 105: 86-89.

58 Glattke TJ. Equipamentos e calibração. In: Musiek FE, Rintelmann WF. Perspectivas atuais em avaliação auditiva.Barueri, São Paulo. Manole;2001:p.481-91.

59 Golstein PJ, Krumholz A, Felix JK, Shannon D, Carr RF. Brain stem-evoked response in neonates. Am J Obst Gynecol 1979; 135: 622-39.

60 Gorga M, Kaminski J, Beauchaine K, Jesteadt W, Neely S. Auditory brainstem responses from children three months to three years of age: normal patterns of response II. J Speech Hear Res 1989; 32(2) p. 281-8.

61 Guerrero SMA. Um estudo das respostas elétricas do tronco encefálico e das emissões otoacústicas evocadas transitórias em uma UTI neonatal. (Dissertação de mestrado). Mestrado em Distúrbios da Comunicação Humana. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo; 2000.

62 Guilhoto LMFF, Quintal VS, Costa MTZ. Brainstem auditory evoked response in normal term neonates. Arq Neuropsiquiatr 2003;61(4):906-8.

63 Gupta AK, Anand NK. Brainstem evoked response audiometry in neonates. Indian Pediatr 1990; 27(9):1007-9.

64 Hall JW. New handbook for auditory evoked responses. Pearson Allyn e Bacon 2007.

65 Hassan S, Dimitry R, Munhoz MSL, Caovilla HH. Da influência do sexo, da intensidade e do perímetro cefálico nas latências da audiometria de tronco encefálico. Acta AWHO 1997;16(4): 150-60.

66 Hecox K. Neurologic applications of the auditory brainstem response to the pediatric age group. In: Jacobson JT, edited by. The auditory brainstem response. San Diego, California.College-Hill Press; 1985. p.287-96.

67 Hecox K, Cone BC. Prognostic importance of brainstem auditory evoked responses after asphyxia. Neurology 1981;31:1429-33.

68 Hecox K, Cone BC, Blaw ME. Brainstem auditory evoked response in the diagnosis of pediatric neurologic diseases. Neurology 1981; 31:832-40.

69 Hecox K, Galambos R. Brain stem auditory evoked responses in human infant and adults. Arch otolaryngol 1974; 99:30-33.

70 Hood LJ. Clinical Applications of the auditory brainstem response. San Dieg London. Singular publishing group, Inc.; 1998.p.12-142.

71 Hoshino T, Nakamura K. Nerve fiPEATEs in the fetal organ of corti. Scannig microscopic study. Ann Otol Rhinol Laryngol 1985;94:304-8.

72 Hungria H. Semiologia da audição. Impedanciometria. Audiometria eletroencefálica. Otoemissões. In: Hungria H. Otorrinolaringologia. Rio de Janeiro, RJ. Guanabara Koogan; 1995.p.268-96.

73 Hyde ML. The effect of cochlear lesions on the ABR. In: Jacobson JT, edited by. The auditory brainstem response. San Diego, Califórnia. College-Hill Press; 1985. p.133-46.

74 Isaac ML. Estudo da maturação das vias auditivas por meio dos potenciais auditivos evocados de tronco cerebral em crianças pré-termo e a termo até os 18 meses de idade. (Tese de doutorado). Faculdade de Medicina Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 1999.

75 Isaac ML, Aquino AMCM. Audiometria eletrofisiológica. In: Sih T, edit Otorrinolaringologia Pediátrica. Rio de Janeiro, RJ:Ed Revinter; 1998. p.214-6.

76 Jacobson JT. An overview of the auditory brainstem response. In: Jacobson JT, edited by. The auditory brainstem response. San Diego, Califórnia. College-Hill Press; 1985. p.3-12.

77 Jacobson JT. Normative aspects of the auditory brainstem response. J. Otolaryngol. 1985;14:7-11.

78 Jacobson JT, Hall III JW. Newborn and infant auditory brainstem response applications.Pediatric assessment. In: Hall III JW. Handbook of auditory evoked responses. Boston. Allyn and Bacon;1992. p.313-44.

79 Jacobson JT, Hyde ML. Uma introdução aos potenciais evocados auditivos. In: Katz J. Tratado de audiologia clínica.São Paulo. Manole;1999.p.504-41.

80 Jerger J.Clinical experience with impedance audiometry.Arch Otolaryng 1970;92-311.

81 Jerger J, Oliver T, Stach B. Auditory Brainstem response testing strategies. In: Jacobson JT, edited by. The auditory brainstem response. San Diego, California: College-Hill Press; 1985.p.371-88.

82 Jewett DL, Willinston JS. Auditory-evoked far fields averaged from the scalp of humans. Brain. 1971;94:681-96.

83 Jewett DL, Romano MN, Williston JS. Human auditory evoked potentials: possible brain components detected on the scalp. Science 1970; 167:1517-18.

84 Jiang ZD, Zhang L, Wu YY, Liu XY. Brainstem auditory evoked responses from birth to adulthood: development of wave amplitude. Hear Res 1993;68(1):35-41.

85 Jiang ZD, Wilkinson AR. Does peripheral auditory threshold correlate with brainstem auditory function at term in preterm infants? Acta Oto-Laryngologica 2006;126:824-27.

86 JCIH. Joint Committee on Infant Hearing 2007. Position Statement: Principles and Guidelines for Early Hearing Detection and Intervention Programs. Pediatrics 2007;120(4):898-921.

87 Junqueira CAO, Frizzo ACF. Potenciais evocados auditivos de curta, média e longa latência. In: Aquino AMCM. Processamento auditivo: eletrofisiologia e psicoacústtica.São Paulo, SP. Lovise; 2002 p.64-86.

88 Karpijoke E, Jaaskelainen S. Neonatal brainstem audiometry with standard neurophysiological auditory evoked potential recording in small premature babies. 8th Congress of the International Organisation of Societies for Electrophysiological Technology (OSET) proceedings. Am J Electroneurodiagn Technol 2007;47(4):324-5.

89 Ken-Dror A, Pratt H, Zeltzer M, Sujov P, Katzir J, Benderley A. Auditory brain-stem evoked potentials to clicks at different presentation rates: estimating maturation of pré-term and full-term neonatos. Electroenceph Clin Neurophysiol 1987;68:209-18.

90 Kurc M. O amplificador coclear. Arquivos da Fundação de Otorrinolaringologia 1999;3(2): 48-56.

91 Lary S, Briassoulis G, Vries L, Dubowitz L, Dubowitz V. Hearing Threshold in preterm and term infants by auditory brainstem response. J Pediatr 1985;107:593-99.

92 Lauffer H, Wenzel D. Brainstem acoustic evoked responses: maturacional aspectos from cochlea to midbrain. Neuropediatrics 1990;21(2):59-61.

93 Lewis DR. Emissões otoacústicas: Aplicações clínicas. In: Ferreira LP org. Tratado de fonoaudiologia.São Paulo, SP:Roca;2004.p.617-30.

94 Lima AS, Salles AMM, Barreto AP. Perdas auditivas congênitas e adquiridas na infância. Rev. Bras. Otorrinolaringol. 2000; 66:486-92.

95 Lima MAMT. Potencial evocado auditivo-eletrococleografia e audiometria de tronco encefálico. In: Frota S. Fundamentos em fonoaudiologia 1ª ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan; 1998.p.147-60.

96 Lopes Filho O, Carlos RC.Emissões otoacústicas. In: Lopes Filho O. Tratado de fonoaudiologia. São Paulo: Roca;1997.p.221-37.

97 Lopes Filho O, Carlos RC. Emissões Otoacústicas na avaliação da audição em crianças. In: Sih T, editor. Otorrinolaringologia Pediátrica. Rio de Janeiro:Ed Revinter; 1998.p.217-20.

98 Lonsbury-Martin BL, Martin GK, Telischi F. Emissões Otoacústicas na prática clínica. In: Musiek FE, Rintelmann WF. Perspectivas atuais em avaliação auditiva. Barueri, São Paulo:Manole;2001.p.163-92.

99 Luccas FJC, Manzano GM, Ragazzo PC. Potencial evocado auditivo-tronco cerebral-estudo normativo. Arq Bras Neurocir. 1983;2:149-62.

100Ludy-Ekman L. Neurociência: fundamentos para reabilitação. Rio de Janeiro: Guanabarra Koogan;2000.p.242.

101 Malhotra A. Auditory evoked responses in clinical practice. Bombay, India; 1997.p.89-234.

102 Margolis RH, Hunter LL. Timpanometria: princípios básicos e aplicações clinicas. In: Musiek FE, Rintelmann WF. Perspectivas atuais em avaliação auditiva.Barueri, São Paulo: Manole; 2001:p.85-125.

103 Marques VC, Arteta LMC, Soares E. Avaliação da onda V da audiometria de tronco cerebral de crianças reprovadas na triagem auditiva neonatal. Rev Bras Otorrinolaringol 2003;69:1-6.

104 Martin E, Kikinis R, Zuerrer M, Boesch C, Briner J, Kewitz G, Kaelin P. Developmental stages of human brain: an MR study. J Comput Assist Tomogr 1988;12:917-22.

105 Matas CG, Interpretando uma audiometria de tronco Cerebral. In: Gama MR, editor. Resolvendo casos de audiologia. São Paulo: Ed. Plexus; 2001. p.71-98.

106 Matas CG. Medidas eletrofisiológicas da audição. In: Carvallo RMM. Fonoaudiologia informação para a formação procedimentos em audiologia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2003.p 52-8.

107 Matas CG, Frazza MM, Munhoz MSL. Aplicação do potencial auditivo de tronco encefálico em audiologia pediátrica. In: Basseto MC, Brock R, Wajnsztejn R, editors. Neonatologia: um convite à atuação fonoaudiológica. São Paulo: Ed. Lovise; 1998. p.301-10.

108 Möller AR, Jannetta PJ. Neural generators of the auditory brainstem response. In: Jacobson JT, edited by. The auditory brainstem response. San Diego, California: College-Hill Press; 1985. p.13-31.

109 Moore JK. The human brainstem auditory pathway. In: Jackler RK, Brackmann DE. Neurotology. St. Louis, Mosby 1994. p1-18.

110 Moore JK, Perazzo LM, Braun A. Time course of axonal myelination in the human brainstem auditory pathway. Hear Res 1995;87:21-31.

111 Moore JK, Guan YL, Shi SR. Axogenesis in the human fetal auditory system, demonstrated by neurofilament immunohistochemistry. Anat Embryol 1997;195:15-30.

112 Morgan DE, Zimmerman MC, Dubno JR. Auditory brainstem evoked response characteristics in the full-term newborn infant. Ann Otol Rhinol Laryngol 1987;96:142-51.

113 Morgon A, Salle B. Study of brain stem evoked responses in prematures. Acta Otolaryngol 1980;89:370-75.

114 Munhoz MSL, Silva MLG, Caovila HH, Frazza MM, Ganança MM, Câmera JLS. Respostas auditivas de tronco encefálico. In: Munhoz MSL, Caovila HH, Silva MLG, Ganança MM. Audiologia Clínica; série otoneurológica. Volume 2. São Paulo: Atheneu;2000 p.191-220.

115 Munhoz MSL, Silva MLG, Caovila HH, Ganança MM, Frazza MM. Neuroanatomofisiologia da audição. In: Munhoz MSL, Caovila HH, Silva MLG, Ganança MM. Audiologia Clínica; série otoneurológica. v. 2. São Paulo: Atheneu;2000 p.19-41.

116 Munhoz MSL, Silva MLG, Caovila HH, Ganança MM, Frazza MM. Potenciais evocados auditivos- aspectos históricos e técnicos. In: Munhoz MSL, Caovila HH, Silva MLG, Ganança MM. Audiologia Clínica; série otoneurológica. v. 2. São Paulo: Atheneu,;2000 p.149-72.

117 Natalino RR. Audiometria de tronco cerebral em recém-nascidos da unidade neonatal de cuidados intensivos do HCFMRP-USP. (Dissertação de mestrado). Faculdade de Medicina Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 1992.

118 Netter FH. Fisiologia e neuroanatomia funcional. In: A integração sensorial e os mecanismos de controle dos centros encefálicos. São Paulo:Lemos Editorial;1997.p. 54-6.

119 Neves IF, Silva AM, Padovani AR, Matas CG. Maturação de latências na ABR em crianças com risco para deficiência auditiva de 0 a 24 meses. Anais do 19º Encontro Internacional de Audiologia; 2004 abr 148; Bauru-SP.

120 Northern JL, Downs MP.Audição na infância. São Paulo: Manole; 2005. 5ª ed. p.169-208.

121 Northern JL, Gabbard S. Reflexo acústico. In: Katz J. Tratado de audiologia clínica. São Paulo: Manole;1999.4ª ed.

122 Norton SJ, Gorga MP, Widen JE, Folson RC, Sininger Y, Cone-Wesson B, Vohr BR, Mascher K, Fletcher K. Identification of neonatal hearing impairment: evaluation of transient evoked otoacoustic emission, distortion product otoacoustic emission, and auditory brain stem response test performance. Ear & Hearing 2000;21(5) p.508-28.

123 Oliveira JAA. Fisiologia clínica da audição. In: Costa SS, Cruz OLM, Oliveira JAA. Otorrinolaringologia princípios e prática. 2 ed.Porto Alegre: Artmed; 2006. p.71-87.

124 Passman JW, Rotteveel JJ, Graff R, Massen B, Visco YM. The effects of early and late preterm birth on brainstem and middle latency auditory responses in children with normal neurodevelopment. J Clin Neurophysiol 1996;13(3):234-41.

125 Passman JW, Rotteveel JJ, Massen B, Graff R, Visco YM. Diagnostic and predictive value of auditory evoked responses in preterm infants. Pediatr Res 1997;42(5):665-9.

126 Person OC, Marone MR, Jardim M, Rapoport PB. A utilização dos potenciais evocados auditivos como método diagnóstico em medicina. Arq Med 2005;30(1):5-10.

127 Ponton CW, Eggermont JJ, Kwong B, Don M. Maturarion of human central auditory system activity: evidence from multi-chanel evoked potentials. Clin Neurophysiol 1999;111:220-36.

128 Ponton CW, Moore JK, Eggermont JJ. Auditory brain stem response generation by parallel pathways: differential maturation of axonal conduction time and sinaptic transmission. Ear Hear 1996;17(5):402-10.

129 Pujol R, Lavigne-Rebillard M, Uziel A. Development of the human cochlea. Acta Otolaryngol 1991;482:7-12.

130 Pujol R, Lavigne-Rebillard M, Lenoir M. Development of sensory and neural structures in the mammalian cochlea. In: Rubel EW, Popper A, Fay RR. Development of the auditory system. New York, Springer 1998; cap 4. p146-92

131 Rezende AL. Importância da audiometria de tronco cerebral em pediatria. Rev Assoc Med. Minas Gerais. 1985;36:29-30.

132 Ribeiro FM, Chapchap MJ. Potencial evocado auditivo de estado estável em recém-nascidos de risco. Anais do 19º Encontro Internacional de Audiologia; 2004 abr p16; Bauru-SP.

133 Ribeiro FM, Carvallo RM. Tone-evoked ABR in full-term and preterm neonates with normal hearing. Int J Audiol, 2008;47(1):21-9.

134 Roeser RJ. Manual de consulta rápida em audiologia. Rio de Janeiro: Revinter; 2001.p.200-20.

135 Rosenhall U, Bjurkman G, Pederson K, Kall A. Brain-stem auditory evoked potentials in different age groups. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 1985; 62(6): 426-30.

136 Ruben RJ. The ontogeny of human hearing. Acta Otolaryngol 1992;112:192-6.

137 Rufino AC, Pires FT, Basetto MCA.Incidência dos tipos de curvas timpanométricas em recém-nascidos a termo e pré-termo. Fono atual 1998;2(6):20-3.

138 Russo ICP. Acústica e psicoacústica aplicada à fonoaudiologia. São Paulo: Lovise;1993.p.153-66.

139 Russo ICP, Santos TMM. Audiologia Infantil.4ª ed.,São Paulo: Cortez;1994.

140 Ruth RA, Lampert PA. Auditory evoked potentials. Otolaryngol Clin North Amer 1991; 24(2) 349-70.

141 Salamy A, McKean CM. Postnatal development of human brainstem potentials during the first year of life.Electroenceph, Clin Neurophysiol 1976;40:418-26.

142 Salamy A, McKean CM, Buda FB. Maturation of contralateral brain-stem responses in preterm infants. Brain Res 1975;96:361-6.

143 Schochat E. Avaliação eletrofisiológica da audição. In: Ferreira LP org. Tratado de fonoaudiologia.São Paulo, SP:Roca;2004.p.656-68.

144 Schwartz DM, PEATEry GA. Normative aspects of the ABR. In: Jacobson JT, edited by. The auditory brainstem response. San Diego, California: College-Hill Press; 1985. p.65-97.

145 Shannon DA, Felix JK, Krumholz A, Goldstein PJ, Harris KC. Hearing of high-risk newborns with brainstem auditory evoked potentials: a follow-up study. Pediatrics 1984;73:22-6.

146 Shucard DW, Shucard JL, Thomas DG. Auditory event-related potentials in waking infants and adults: a developmental perspective.Electroencephalogr Clin Neurophysiol 1987; 68(4):303-10.

147 Schulman-Galambos C, Galambos R. Brainstem auditory-evoked responses in premature infants. J Speech Hear Res 1975: 18:456-65.

148 Siegel L. The prediction of possible learning disabilities in preterm and full-term children. In: Field T e Sostek A (eds). Infants Born at risk: physiological, perceptual and cognitive process. New York: Grune e Stratton; 1983: p.295-315.

149 Silman S, Silverman CA. Auditory Diagnosis- principles and applications.London: Singular Publishing Group;1997.p. 249-92.

150 Sininger YS, Abdala C, Cone-Wesson B. Auditory Threshold sensibility of the human neonate as measured by the auditory brainstem response. Hear Res 1997;104:27-38.

151 Sininger YS, Cone-Wesson B, Abdala C. Gender distinctions and lateral asymmetry in the low-level auditory brainstem response of human neonate. Hear Research 1998; 126:58-66.

152 Sleifer P. Triagem auditiva em crianças de quatro a 21 meses: um estudo comparativo. (monografia especialização em fonoaudiologia). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 1995.

153 Sleifer P, Costa SS, Cóser PL, Goldani MZ, Dornelles C, Weiss KM. Auditory brainstem response in premature and full-term children. Int J Pediatr Otohinolaryngol 2007; 71:1449-56.

154 Sleifer P, Lindner LB. Ouça o que eu falo: Saiba mais sobre sua audição. Porto Alegre: Sala de Espera Publicações: 2003. p.22-32.

155 Sleifer P, Dimer TV, Heinen LR, Reis HG, Zottis B, Silva DP. Emissões otocústicas: tipos e utilidades clínicas. R. Med. PUCRS 2002;12(2):177-80.

156 Soares E. Interpretando um exame de emissão otoacústicas. In: Gama MR, editor. Resolvendo casos de audiologia. São Paulo,SP: Plexus; 2001. p.37-54.

157 Sousa LCA, Piza MRT, Cóser PL. Avaliação Clínica da Audição-eletrofisiologia. In: Costa SS, Cruz OLM, Oliveira JAA.Otorrinolaringologia: Princípios e prática. 2 ed. Porto Alegre,RS. Artmed: 2006.p 156-90.

158 Sousa LCA, Piza MRT, Costa SS, Colletes HM, Pipano PC. A importância do diagnóstico precoce da surdez infantil na habilitação do deficiente auditivo. Acta AWHO 1998; 17(3): 120-8.

159 Sousa LCA, Piza MRT, Alvarenga KF; Cóser PL. Eletrofisiologia da audição e emissões otoacústicas. Princípios e aplicações clínicas. São Paulo. Teccmedd: 2008. p 3-331.

160 Sousa LCA, Piza MRT, Costa SS, Ferez M, Lavrador MAS, Kluwe LH. Estadiamento clínico (Glasgow) e eletrofisiológico (PEATE) do coma e suas implicações no diagnóstico da morte cerebral. Rev Bras Atual Otorrinolaringol 1998;5(6): 176-92.

161 Starr A, Hamilton AE. Correlation between confirmed sites of neurological lesions and abnormalities of far-field auditory brainstem responses. Eletroencephalogr Clin Neurophysiol 1976; 41(6):595-608.

162 Starr A, Amille RN, Martin WH, Sanders S. Development of auditory function in newborn infants revealed by auditoy brainstem potentials. Pediatrics 1977;60:831:39.

163 Starr A, Golob EJ. Cognitive factors modulating auditory cortical potentials. In: Burkard RF, Don M, Eggermont JJ. Auditory evoked potentials. Baltimore: Lippincott Williams e Wilkins, 2006.

164 Starr A, Issacson B, Michalewski HJ, Zeng FG, Kong YY, Beale P. A dominantly inherited progressive deafness affecting distal auditory nerve and hair cells. J Assoc Res Otolaryngol 2004;5(4):411-26.

165 Starr A, Sininger Y, Nguyen T, Michalewski HL, Oba S, Abdala C. Cochlear receptor (microphonic and summating potentials, otoacustic emissions) and auditory pathway (auditory brain stem potentials) activity in auditory neuropathy. Ear Hear 2001;22(2):91-9.

166 Stevens JC, Webb HD, Hutchinson J, Connell J, Smith MF, Buffins JT. Click Evoked otoacustic emissions compared with brain stem eletric response. Arch Dis Child 1989;64:1105-11.

167 Stockard JE, Stockard JJ, Westmoreland BF, Corfits JL. Braintem auditory-evoked responses. Normal variation as function of stimulus and subjects characteristics. Arch Neurol; 1979; 36, 823-31.

168 Stuart AM, Yang EY. Gender effects in auditory brainstem responses to air and bone-conducted clicks in neonates. Communic Disord 2001; 34(3):229-39.

169 Tibusseck D, Meister H. Hearing loss in infancy affects maturation of the auditory pathway. Dev Med Child Neurol 2002;44(2):123-9.

170 Thivierge J, Cote R. Brainstem auditory evoked response (BAER): normative study in children and adults. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 1987; 68(6):479-84.

171 Uchôa NT, Procianoy RS, Lavinsky L, Sleifer P. Prevalência de perda auditiva em recém-nascidos de muito baixo peso. Jornal de Pediatria 2003;79(2)123-8.

172 Uysal S, Renda Y, Topçu M, Erdem G, Karacan R. Evoked potentials in full-term and premature infants: a comparative study. Child's Nerv System 1993;9(2):88-92.

173 Uziel A, Marot M, Germain M. Les potentiels evoques du nerf auditif et du tronc cerebral chez lê nouveau-ne et l enfant. Rev Laryngologie (Bordeaux). 1980;101:55-71.

174 Valete CM, Decoster DMH, Lima MMMT, Torraca TSS, Tomita S, Kós AOA. Distribuição por sexo e faixa etária das aplicações clínicas da audiometria de tronco encefálico. Acta AWHO 2002;21(3):6-13.

175 Van de Bor M, Guit GL, Schreuder AM, Wondergem J, Vielvoye J. Early detection of delayed myelination in preterm infants. Pediatrics1989;84(3)407-11.

176 Volpe JJ. Neurological examination: normal e abnormal features. In: Volpe JJ, editor. Neurology of the newborn. 4th ed. Boston. Saunders; 2001. p.103-33.

177 Vohr BR, Widen JE, Cone-Wesson B, Sininger YS, Gorga MP, Folson RC, Norton SJ. Identification of neonatal hearing impairment: characteristic of infants in the neonatal intensive care unit and well-baby nursery. Ear & Hearing 2000; 21(5) p.373-82.

178 Weber BA. Audiometria de tronco encefálico: estimativa do limiar e triagem auditiva. In: Katz J,editor.Tratado de Audiologia Clínica.4 ed. São Paulo: Manole; 1999.p.372-83.

179 World Health Organization Scientist Group on Health Statistics Methodology Related to perinatal events.Who,Genebra,1974,p.32 .In: Costa SMB, Costa Filho AO. O estudo dos potenciais evocados acusticamente do tronco cerebral em recém-nascidos pré-termo. Rev Bras de Otorrinolaringol 1998;64:231-8.

180 Wright I. Hearing and balance. In: Davis AJ, Dobbing J. Scientific foundations of paediatrics. 2ed. London, William Heinemann Medical Books 1981.p.878-98.

181 Thivierge J, Cote R. Brainstem auditory evoked response (BAER): normative study in children and adults. Electroencephalogr Clin Neurophysiol.1987; 68(6):479-84.

182 Zimmerman MC, Morgan DE, Dubno JR. Auditory brain stem evoked response characteristics in developing infants. Ann Otol Rhinol Laringol 1987;96: 291-9.

ANEXOS

ANEXO A

PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO DOS PACIENTES DO ATENDIDOS NO AMBULATÓRIO DE CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE CRIANÇAS VULNERÁVEIS (ZONA 3 – HCPA)

I- Identificação da ficha

I.1- Número de ordem	I1Ordem □
I.2- Nome:	
I.3- Número do prontuário	I3Nupron □

II História obstétrica

II.1- Número de gestações	II1Ngest □
II.2- Número de abortos (88)nsa (99)Ign	II2Nabort □
II.3- Número de recém-nascidos vivos (88)1ª gestação (99)Ign	II3Nfilh □

II Dados relativos à gestação

III.1- Duração da gestação conforme DUM (em semanas) (99)Ign	III1Dgest □ □
III.2- Fez pré-natal (0) não (1) sim (9) Ign	III2Prna □
III.3- Idade gestacional da primeira consulta de pré-natal (em semanas) (88) não sabe (99) Ign	III3Prco □
III.4- Número de consultas (88) não sabe (99) Ign	III4Ncon □
III.5- Fez uso de medicação durante a gestação (0) não (1) sim (8) não sabe (9) Ign	III5Medg □
III.6- Apresenta (ou) diabete (0) não apresentou (1) gestacional (2) não gestacional (8) não sabe (9) Ign	III6Diab □
III.7- Foi diagnosticado pré-eclâmpsia durante a gestação (0) não (1) sim (8) não sabe (9) Ign	III7Prec □
III.8- Apresenta (ou) HAS (0) não apresentou (1) sim (8) não sabe (9) Ign	III8HAS □
III.9- Apresentou infecção urinária durante a gestação (0) não apresentou (1) sim (8) não sabe (9) Ign	III9ITU □
III.10- Apresentou infecção ovular (0) não apresentou (1) sim (8) não sabe (9) Ign	III10Inf □
III.11- Infecções intra-uterinas (0) não apresentou (1) citomegalovírus (2) rubéola (3) sífilis (4) toxoplasmose (5) HIV (6) herpes simples (7) outra. Qual□..... (8) não sabe (9) Ign	III11CRS □ Obs: Qual ? III11CRQ

IV- Dados relativos ao parto

IV.1- Número de fetos □	IV1Nfeto □
IV.2- Idade da mãe (anos) (99) Ign	IV2Idmãe □
IV.3-Tipo de parto (1) vaginal (2) cesariano (3) fórceps (9) Ign	IV3Tipar □
IV.4- Tempo de bolsa rota (em horas) (00) não rompeu (99) Ign	IV4Tbrot □

V- Dados relativos ao recém-nascido

V.1- Ordem de nascimento (se múltiplos) (0) não múltiplos (1) 1º (2) 2º (3) 3º (4) 4º (5) 5º (9) Ign	V1Ordnas □
V.2- Gênero (1) masculino (2) feminino	V2Gênero □
V.3- Peso (em gramas) □ □ □	V3Peso □ □ □
V.4- Comprimento □	V4Comp □
V.5- Perímetro cefálico □, □	V5PC □, □
V.6- Apgar 1º minuto (99) se não tem Apgar de 1º minuto □	V6Apg1 □
V.7- Apgar 5º minuto (99) se não tem Apgar de 5º minuto □	V7Apg5 □
V.8- Apgar 10º minuto (99) se não tem Apgar de 10º minuto □	V8Apg10 □
V.9- Balllard (99)-(99) se não tem Ballard □- □ □	V9Ballar □- □ □
V.10- Capurro □semanas □dias/7	V10Capur □, □ □
V.11- Anemia (hematócrito <40%) (0) não apresentou (1) sim (8) não sabe (9) Ign	V11Anemi □
V.12- Apnéia (0) não apresentou (1) sim (8) não sabe (9) Ign	V12Apnei □
V.13- Crises convulsivas (0) não apresentou (1) sim (8) não sabe (9) Ign	V13Convu □
V.14- Displasia broncopulmonar (0) não apresentou (1) sim (8) não sabe (9) Ign	V14Displ □
V.15- Enterocolite necrosante (0) não apresentou (1) sim (8) não sabe (9) Ign	V15Enter □
V.16- Hemorragia intraventricular (0) não apresentou (1) grau I (2) grau II (3) grau III (4) grau IV (8) não sabe (9) Ign	V16Hemin □

V.17- Hipoglicemia (glicemia<35mg/dl) (0) não apresentou (1) sim (8) não sabe (9) Ign	V17Hipog □
V.18- Hiperbilirrubinemia (necessitando fototerapia e/ou ex-sanguíneo) (0) não apresentou (1) fototerapia (2) transfusão ex-sanguínea (3) fototerapia e ex-sanguíneo (8) não sabe (9) Ign	V18Hiper □
V.19- Meningite (0) não apresentou (1) sim (8) não sabe (9) Ign	V19Menin □
V.20- Pneumonia (0) não apresentou (1) sim (8) não sabe (9) Ign	V20Pneum □
V.21- Sepse (0) não apresentou (1) sim (8) não sabe (9) Ign	V21Sepse □
V.22- Síndrome do sofrimento respiratório – Doença da Membrana Hialina (0) não apresentou (1) leve (2) grave (8) não sabe (9) Ign	V22SSR □
V.23- Taquipnéia transitória do recém-nascido (0) não apresentou (1) sim (8) não sabe (9) Ign	V23TTRN □
V.24- Ventilação assistida (em dias) (00) não necessitou (99) Ign	V24Venti □
V.25- Medicações ototóxicas incluindo, mas não limitando-se, os aminoglicosídeos, usados em diversas condutas ou em combinação com diuréticos (0) não utilizou (1) aminoglicosídeos (2) diuréticos (3) aminoglicosídeos e diuréticos (8) não sabe (9) Ign	V25Medot □

VI- Dados da Infância

VI.1- Hospitalização prévia (0) não (1) sim (8) não sabe (9) Ign	VI1Hosp □
VI.2- Diagnóstico de crise convulsiva (0) não (1) sim (8) não sabe (9) Ign	VI2Conv □
VI.3- Anormalidades cranio-faciais, incluindo as anormalidades morfológicas do pavilhão auricular e do meato acústico externo (0) não (1) sim (8) não sabe (9) Ign	VI3Anorm □
VI.4- Meningite bacteriana e outras infecções associadas com perda auditiva neurossensorial (0) não (1) meningite bacteriana (2) parotidite (3) sarampo (4) herpes zoster ótico (5) outra. Qual□.....(8) não sabe (9) Ign	VI4Infec □ *Obs: Qual ? VI4InfeQ*
VI.5- Sinais ou outros achados associados com uma síndrome genética conhecida por apresentar perda auditiva condutiva e/ou neurossensorial	VI5Sindr □

(0) não (1) sim. Qual□..... (3) suspeita, aguarda diagnóstico (8) não sabe (9) Ign	*Obs: Qual ? VI5SindQ*
VI.6- Preocupação dos pais/responsáveis em relação ao atraso no desenvolvimento da fala, da linguagem e/ou audição (0) não (1) sim (9) Ign	VI6Preou □
VI.7- Trauma craniano associado com perda da consciência ou fratura de crânio (0) não (1) sim (8) não sabe (9) Ign	VI7Traum □
VI.8- Otite média recorrente ou persistente, com efusão, por pelo menos três meses (0) não (1) sim (8) não sabe (9) Ign	VI8Otite □

VII- Dados da história familiar

VII.1- Presença de irmãos com baixo peso ao nascimento (0) não (1) sim (8) não sabe (9) Ign	VII1IBPN □
VII.2- Alguma criança da família com atraso de desenvolvimento neuro-psicomotor (0) não (1) sim (8) não sabe (9) Ign	VII2DNPM □
VII.3- Alguém da família com malformação congênita (0) não (1) sim (8) não sabe (9) Ign	VII3Macg □
VII.4- . História familiar de criança com perda auditiva neurossensorial hereditária (0) não (1) sim (8) não sabe (9) Ign	VII4Hfpa □

VIII- Dados relativos à mãe

VIII.1- Situação conjugal (1) com companheiro no lar (2) com companheiro fora do lar (3) sem companheiro (9) Ign	VIII1Sco □
VIII.2- Escolaridade materna (1) não escolarizada (2) 1º grau incompleto (3) 1º grau completo (4) 2º grau incompleto (5) 2º grau completo (6) superior incompleto (7) superior completo (9) Ign	VIII2Emã □
VIII.3- Fumou toda a gestação (1) sim (2) não (3) parou de fumar durante (9) Ign	VIII3Fum □
VIII.4- Se parou de fumar durante, em que período parou (1) 1º trimestre (2) 2º trimestre (3) 3º trimestre (8) não sabe (9) Ign	VIII4Fup □
VIII.5- Número de cigarros diários durante a gestação (1) até 10 (2) 11-20 (3) >20 (8) não sabe (9) Ign	VIII5Nci □

IX- Dados relativos à renda

IX.1- Número de pessoas na casa	IX1Npess □
IX.2- Renda familiar (em reais)	IX2Renda □ □ □ □
IX.3- Renda em salários mínimos	IX3Rsm □ □
IX.4- Renda per capita (em salários mínimos)	IX4Rpcap □

X- Dados da avaliação auditiva

X1.- Pneumo-otoscopia Data: ___/___/___ *X.2- Orelha esquerda:* (0) não mobilizou (1) mobilizou (9) não realizada *X.3- Orelha direita:* (0) não mobilizou (1) mobilizou (9) não realizada Resultado da Otoscopia:	X1PneuD □/ □ □ X2Pneuoe □ X3Pneuod □ X3.1 Oto □
X4.- Timpanometria Data: ___/___/___ *X.5- Orelha esquerda:* (1) curva A (2) curva B (3) curva C (4) curva Ad (5) curva Ar (9) não realizada *X.6- Orelha direita:* (1) curva A (2) curva B (3) curva C (4) curva Ad (5) curva Ar (9) não realizada **Reflexo acústico** **Ipsilateral** / **Contralateral** □ 500 Hz / □ 500 Hz □ 1000 Hz / □ 1000 Hz □ 2000 Hz / □ 2000 Hz □ 4000 Hz / □ 4000 Hz **Ipsilateral** / **Contralateral** □ 500 Hz / □ 500 Hz □ 1000 Hz / □ 1000 Hz □ 2000 Hz / □ 2000 Hz □ 4000 Hz / □ 4000 Hz	X4TimpD □/ □ □ X5Timpoe □ X5Ie500 X5Ce500 X5Ie1000 X5Ce1000 X5Ie2000 X5Ce2000 X5ie4000 X5Ce4000 X6Timpod □ X6Id500 X6Cd500 X6Id1000 X6Cd1000 X6Id2000 X6Cd2000 X6id4000 X6Cd4000
X7.- Emissão otoacústica por produtos de distorção Data: ___/___/___ *X.8- Orelha esquerda:* (1) passou (2) falhou frequência(s)……... (9) não realizada *X.9- Orelha direita:* (1) passou (2) falhou frequência(s)……... (9) não realizada	X7EODD □/ □ □ X8EODoe □ X9EODod □

X13.- 1º Potencial evocado auditivo de tronco encefálico Data: ___/___/___ *X.14- Orelha esquerda:* Latências das ondas I …….. III…….. V……. Intervalos entre I e III …….. III e V…… I e V…… *X.15- Orelha direita:* Latências das ondas I …….. III…….. V…… Intervalos entre I e III …….. III e V…… I e V……	X13PEATED □/ □ □ X14PEATEoe □ X15PEATEod □
X 14.- 1º Potencial evocado auditivo de tronco encefálico Data: ___/___/___ *X.15- Orelha esquerda:* (0) sem perda auditiva (1) perda auditiva leve (2) perda auditiva moderada (3) perda auditiva severa (4) perda auditiva profunda (9) não realizada *X.16- Orelha direita:* (0) sem perda auditiva (1) perda auditiva leve (2) perda auditiva moderada (3) perda auditiva severa (4) perda auditiva profunda (9) não realizada	X14PEATED □/ □ □ X15PEATEoe □ X16PEATEod □

X17- 2º Potencial evocado auditivo de tronco encefálico Data: ___/___/___ *X.18- Orelha esquerda:* Latências das ondas I …….. III…….. V……. Intervalos entre I e III …….. III e V…… I e V…… *X.19- Orelha direita:* Latências das ondas I …….. III…….. V…… Intervalos entre I e III …….. III e V…… I e V……	X17PEATED □/ □ □ X18PEATEoe □ X19PEATEod □

X 20- 2º Potencial evocado auditivo de tronco encefálico Data: ___/___/___ *X.21- Orelha esquerda:* (0) sem perda auditiva (1) perda auditiva leve (2) perda auditiva moderada (3) perda auditiva severa (4) perda auditiva profunda (9) não realizada *X.22- Orelha direita:* (0) sem perda auditiva (1) perda auditiva leve (2) perda auditiva moderada (3) perda auditiva severa (4) perda auditiva profunda (9) não realizada	X20PEATED □/ □ □ X21PEATEoe □ X22PEATEod □
X23- 3º Potencial evocado auditivo de tronco encefálico Data: ___/___/___ *X.24- Orelha esquerda:* Latências das ondas I …….. III…….. V…… Intervalos entre I e III …….. III e V…… I e V…… *X.25- Orelha direita:* Latências das ondas I …….. III…….. V…… Intervalos entre I e III …….. III e V…… I e V……	X23PEATED □/ □ □ X24PEATEoe □ X25PEATEod □
X 26- 3º Potencial evocado auditivo de tronco encefálico Data: ___/___/___ *X.27- Orelha esquerda:* (0) sem perda auditiva (1) perda auditiva leve (2) perda auditiva moderada (3) perda auditiva severa (4) perda auditiva profunda (9) não realizada *X.28- Orelha direita:* (0) sem perda auditiva (1) perda auditiva leve (2) perda auditiva moderada (3) perda auditiva severa (4) perda auditiva profunda (9) não realizada	X26PEATED □/ □ □ X27PEATEoe □ X28Rod □

ANEXO B
RESUMO DO PROTOCOLO DA AVALIACAO AUDITIVA

Nome: _____ Prontuário: _____Idade:___Data:____

AVALIAÇÃO OTORRINOLARINGOLÓGICA

Otoscopia:

AVALIACAO AUDITIVA

1. Medidas de imitância acústica - Timpanometria e pesquisa do reflexo acústico (em anexo)

OD:Curva timpanométrica:
Reflexos Acústicos Ipsilaterias 500Hz 1000Hz 2000Hz 4000Hz
Reflexos Acústicos Contralaterias 500Hz 1000Hz 2000Hz 4000Hz

OE:
Curva timpanométrica:
Reflexos acústicos ipsilaterias 500Hz 1000Hz 2000Hz 4000Hz
Reflexos acústicos contralaterias 500Hz 1000Hz 2000Hz 4000Hz

2. Emissões otoacústicas por produto de distorção (em anexo)

OD:_____
OE:_____

3. Potencial evocado auditivo de tronco encefálico (em anexo)

1ª avaliação- quatro meses de idade (data:)
OD:
Limiar:
I III V
I-III I-V III-V

OE:
Limiar:
I III V
I-III I-V III-V

2ª avaliação- 12 meses de idade (data:)
OD:
Limiar:
I III V
I-III I-V III-V

OE:
Limiar:
I III V
I-III I-V III-V

3ª avaliação- 20 meses de idade (data:)
OD:
Limiar:
I III V
I-III I-V III-V

OE:
Limiar:
I III V
I-III I-V III-V

Fonoaudióloga:

ANEXO C

TERMO DE AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL

O Curso de Pós-Graduação em Ciências Médicas: Pediatria da UFRGS, desenvolverá um projeto de pesquisa que busca realizar avaliação auditiva em crianças nascidas pré-termo.

O objetivo da pesquisa é observar a maturação do sistema auditivo, pela análise dos potenciais evocados auditivos de tronco encefálico em crianças nascidas pré-termo em três avaliações (quatro, 12 e 20 meses de idade). As crianças desta pesquisa foram convidadas a realizar à avaliação otorrinolaringológica e auditiva (pesquisa de reflexo acústico, timpanometria, emissões otoacústicas por produto de distorção, e potencial evocado auditivo de tronco encefálico) realizadas no centro de diagnóstico e reabilitação do serviço de otorrinolaringologia do HCPA e será da responsabilidade dos pais e/ou responsáveis ida ao local. O único risco oferecido para as crianças, pelos métodos de avaliação auditiva, poderá ser a cor avermelhada da pele no local de fixação do eletrodo de superfície.

Todas as informações necessárias ao projeto serão confidenciais, sendo utilizadas apenas para o presente projeto de pesquisa. Serão fornecidos todos os esclarecimentos que se façam necessários antes, durante e após a pesquisa através do contato direto com a pesquisadora.

Eu, ... responsável pela instituição ..... declaro que fui informado (a) dos objetivos e justificativas desta pesquisa de forma clara e detalhada. Minhas dúvidas foram respondidas e sei que poderei solicitar novos esclarecimentos a qualquer momento.

A pesquisadora responsável pelo projeto é a Fga. Pricila Sleifer (Telefone: 51-21018228) com orientação do Prof. Dr. Sady Selaimen da Costa e co-orientação do Prof. Dr. Pedro Luiz Cóser.

Assinatura do Responsável pela Instituição .....

Assinatura do Pesquisador .....

Assinatura do Orientador .....

ANEXO D

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E INFORMADO PARA OS PAIS E/OU RESPONSÁVEIS

O Curso de Pós-Graduação em Ciências Médicas: Pediatria da UFRGS desenvolverá um projeto de avaliação auditiva em crianças pré-termo.

O seu filho está sendo convidado a participar desta pesquisa que visa obter maiores informações em relação ao exame: potencial evocado auditivo de tronco encefálico em crianças nascidas pré-termo.

O objetivo da pesquisa é observar a maturação do sistema auditivo, pela análise do exame: potenciais evocados auditivos de tronco encefálico em crianças nascidas pré-termo em três avaliações (quatro, 12 e 20 meses de idade).Caso autorize seu filho a participar como sujeito desta pesquisa, ele terá sua audição avaliada por meio dos seguintes testes:

1. medidas de imitância acústica- exame que indica alteração na orelha média, por exemplo se existe infecção na orelha. Será colocado um fone em uma orelha e uma sonda na outra. Seu filho ouvirá um som e o equipamento registrará a resposta obtida pela sonda;

2. emissões otoacústicas- exame que indica se as células da orelha do seu filho estão funcionando, será realizado com uma sonda que emitirá um som e o computador analisará a resposta;

3. potencial evocado auditivo de tronco encefálico- exame que indica se o nervo auditivo está conduzindo o som adequadamente. Para realizar este exame é colocado um fone na orelha da criança que escutará um som e será colocado eletrodos atrás do pavilhão auricular e na testa que irão captar as respostas.

Todas as informações necessárias ao projeto de pesquisa serão confidenciais, sendo utilizadas apenas para a presente pesquisa. Os dados serão mantidos em sigilo e serão analisados em conjunto com os de outras crianças.

A participação voluntária consistirá em acompanhar seu filho para a realização dos exames audiológicos no centro de diagnóstico e reabilitação do serviço de otorrinolaringologia do HCPA. Os métodos de avaliação não oferecem nenhum risco para a criança.

Os dados obtidos com seu filho durante o projeto serão conhecidos pelos pais, incluindo uma devolutiva no término do mesmo. A não concordância em participar do projeto não implicará qualquer prejuízo no atendimento à criança na instituição em que ele está inserido, sendo possível

interromper o exame ou a avaliação em qualquer momento a seu juízo. Sua participação é voluntária, não sendo obrigado a autorizar realização no filho, de todos os exames se não quiser, mesmo que já tenha assinado o consentimento de participação. Caso desejar, poderá retirar seu consentimento a qualquer momento e isto não trará nenhum prejuízo ao seu atendimento.

O Hospital não pagará nenhum valor em dinheiro ou qualquer outro bem pela participação, assim como o(a) Sr.(a) não terá nenhum custo adicional.

Será oferecido acompanhamento audiológico e otorrinolaringológico adequado, gratuitamente, caso necessário, neste hospital, bem como cópia dos exames audiológicos realizados. Além disso, os resultados deste estudo podem ajudar os outros pesquisadores a realizar o diagnóstico diferencial de crianças com alterações de audição e melhor conduzir o tratamento e medidas de habilitação médica e fonoaudiológica necessária.

Eu ..... declaro que fui informado (a) dos objetivos, justificativas e procedimentos a serem realizados nesta pesquisa de forma clara e detalhada. As minhas dúvidas foram respondidas e sei que poderei solicitar novos esclarecimentos a qualquer momento. Ficou claro que minha participação é isenta de despesas.

Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante do mesmo, sem penalidades ou prejuízo, ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no meu atendimento neste Hospital.

A pesquisadora responsável pelo projeto é a Fga. Pricila Sleifer (Telefone: 51-21018228), que poderá esclarecer suas dúvidas durante toda a pesquisa, e os orientadores são: Prof. Dr. Sady Selaimen da Costa e Prof. Dr. Pedro Luiz Cóser.

Assinatura do Responsável ..... Data .....

Declaro que obtive de forma apropiada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido, deste responsável pela criança, para a participação nesta pesquisa.

Assinatura do Pesquisador ..... Data .....

Assinatura dos Orientadores ..... Data .....

Livros Grátis

(http://www.livrosgratis.com.br)

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo