

# Análise crítica de três protocolos de triagem auditiva neonatal\*\*\*\*\*

## Critical analysis of three newborn hearing screening protocols

Vanessa Sabino de Freitas\*  
Kátia de Freitas Alvarenga\*\*  
Maria Cecília Bevilacqua\*\*\*  
Maria Angelina Nardi Martinez\*\*\*\*  
Orozimbo Alves Costa\*\*\*\*\*

\*Fonoaudióloga. Mestre em Fonoaudiologia pelo Departamento de Odontologia da Faculdade de Odontologia de Bauru - Universidade de São Paulo (USP). Fonoaudióloga da Prefeitura Municipal de Delta - MG. Endereço para correspondência: Rua Joaquim Fidelis, 7-65 - Bauru - SP - CEP 17012-180 (vanfreitas@gmail.com).

\*\*Fonoaudióloga. Doutora em Distúrbios da Comunicação Humana pela Universidade Federal de São Paulo (Unifesp). Professora Associada do Departamento de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru - USP.

\*\*\*Fonoaudióloga. Doutora em Psicologia da Educação pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Professora Titular do Departamento de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru - USP.

\*\*\*\*Fonoaudióloga. Doutora em Psicologia Social pela USP. Professora Doutora da Faculdade de Medicina da PUC-SP.

\*\*\*\*\*Médico Otolologista. Doutor em Ciências em Otiologia pela PUC-SP. Professor Titular do Departamento de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru, USP.

\*\*\*\*\*Trabalho Realizado na Maternidade Santa Isabel de Bauru - São Paulo.

Artigo Original de Pesquisa

Artigo Submetido a Avaliação por Pares

Conflito de Interesse: não

Recebido em 26.10.08.  
Revisado em 17.12.2008, 27.03.2009.  
Aceito para Publicação em 28.08.2009.

Referenciar este material como:



Freitas VS, Alvarenga KF, Bevilacqua MC, Martinez MAN, Costa OA. Análise crítica de três protocolos de triagem auditiva neonatal. Pró-Fono Revista de Atualização Científica. 2009 jul-set;21(3):201-6.

### Abstract

**Background:** having knowledge about the validity of procedures for newborn hearing screening (NHS) is fundamental, once the purpose of these programs is to identify all newborns with hearing loss at an acceptable cost. **Aim:** to estimate the specificity and the false-positive rate of NHS protocols using transient evoked otoacoustic emissions (TEOAE) and automated auditory brainstem response (AABR). **Method:** participants were 200 newborns who were submitted to a hearing screening test between March and July 2006. Three protocols were analyzed: protocol 1, NHS was carried out in two steps using TEOAE; protocol 2, NHS was carried out in two steps using AABR; and protocol 3, NHS was carried out in one step, using the two procedures - testing with TEOAE followed by a retest with AABR for all the newborns who did not pass the TEOAE testing. **Results:** although there was no statistically significant difference when comparing the referral rates to audiological diagnosis obtained in protocols using TEOAE and AABR, the protocol using TEOAE referred four times more newborns. Protocol 3 presented the highest referral rate, with a statistically significant difference when compared to protocols 1 and 2. **Conclusions:** the false-positive rate and consequently specificity were better for the protocol using AABR, followed respectively by the protocol using TEOAE and using both TEOAE and AABR.

**Key Words:** Neonatal Screening; Hearing Tests; Otoacoustic Emissions; Evoked Potentials; Auditory.

### Resumo

**Tema:** conhecer a validade dos procedimentos para triagem auditiva neonatal (TAN) é fundamental, visto que a meta desses programas é identificar todos os recém-nascidos com deficiência auditiva, com um custo aceitável. **Objetivo:** estimar a especificidade e taxa de falso-positivo de protocolos de TAN, realizados com emissões otoacústicas evocadas transientes (EOET) e potenciais evocados auditivos de tronco encefálico automático (PEATEa). **Métodos:** 200 recém-nascidos foram submetidos à TAN entre março e julho de 2006. Foram analisados três protocolos: protocolo 1, TAN realizada em duas etapas com EOET; protocolo 2, TAN realizada em duas etapas com PEATEa; e protocolo 3, TAN realizada em uma etapa com dois procedimentos - teste com EOET seguido de reteste com PEATEa para os recém-nascidos que não passaram nas EOET. **Resultados:** apesar de não ter havido diferença estatisticamente significativa quando comparadas as taxas de encaminhamento para diagnóstico audiológico obtidos nos protocolos com EOET e PEATEa, o protocolo com EOET encaminhou quatro vezes mais recém-nascidos. O protocolo 3 apresentou a maior taxa de encaminhamento, com diferença estatisticamente significativa ao ser comparado com os protocolos 1 e 2. **Conclusões:** a taxa de falso-positivo e conseqüentemente a especificidade foram melhores no protocolo com PEATEa, seguido dos protocolos com EOET e com EOET e PEATEa.

**Palavras-Chave:** Triagem Neonatal; Testes Auditivos; Emissões Otoacústicas; Potenciais Evocados Auditivos.

## Introdução

A triagem auditiva neonatal (TAN), quando inserida em programas de saúde auditiva neonatal, possibilita identificar a deficiência auditiva nos primeiros meses de vida<sup>1</sup>, e conseqüentemente, realizar o diagnóstico e a intervenção em um período crítico para o desenvolvimento da linguagem.

Dentre os procedimentos disponíveis para a TAN, os dois mais utilizados são as emissões otoacústicas evocadas transientes (EOET) e os potenciais evocados auditivos do tronco encefálico automático (PEATEa), que podem ser aplicados isoladamente ou de forma combinada<sup>2</sup>. O conhecimento da validade destes procedimentos (sensibilidade, especificidade, taxas de falso-negativo e falso-positivo) é fundamental, visto que a meta dos programas de TAN é identificar todos os recém-nascidos com deficiência auditiva, com custo aceitável<sup>2</sup>.

No Brasil, as Portarias GM/MS nº 2073<sup>1</sup> de setembro de 2004, SAS/MS nº 587<sup>2</sup> e 589<sup>3</sup> de outubro de 2004 permitiram grande avanço à intervenção precoce, pois facilitaram o acesso aos centros de referência em diagnóstico e intervenção com a doação dos aparelhos de amplificação sonora individual associada à terapia fonoaudiológica. Porém, ainda não há diretrizes para implantação destes programas de saúde auditiva neonatal, principalmente no que se refere à triagem auditiva neonatal.

Assim, o objetivo do presente estudo foi estimar a especificidade e taxa de falso-positivo de protocolos de TAN, realizados com EOET e PEATEa.

## Método

O estudo está vinculado ao Projeto Modelo de Saúde Auditiva no Recém-nascido, que inclui o programa de triagem auditiva neonatal universal realizado na Maternidade Santa Isabel - Bauru - SP.

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Bauru - Universidade de São Paulo, processo número 113/2005.

## Casuística

Participaram deste estudo 200 recém-nascidos do berçário comum, selecionados aleatoriamente, submetidos à TAN no período entre março e julho de 2006, cujos responsáveis concordaram com a participação na pesquisa.

A casuística foi composta, assim, de 96 recém-nascidos do sexo masculino e 104 do feminino. Apenas 13 deles apresentaram indicadores de risco para deficiência auditiva (JCIH<sup>1</sup>, 2007)<sup>4</sup>, sendo quatro do sexo masculino e nove do feminino. É importante ressaltar que desses recém-nascidos, 10 apresentavam histórico familiar de deficiência auditiva (76,92%), dois, infecção congênita por HIV (*Human immunodeficiency virus*) (15,38%) e um prematuridade (7,70%).

## Metodologia

A pesquisa das EOET foi realizada com o equipamento Capela (*Madsen*), módulo triagem, estímulo cliques não-lineares com pico de 80dB NPS e janela de 12,5 ms. Foi considerado resultado passa quando se obteve presença de EOET com reprodutibilidade <sup>3</sup> 70% e relação sinal/ruído <sup>3</sup> 6dB nas frequências de 2, 3 e 4kHz, ao final de 2080 estímulos. Quando não se obteve resposta satisfatória na primeira coleta, recolocou-se a sonda realizando até três coletas para definir o resultado final, sendo esta a conduta normalmente seguida no programa de triagem auditiva do Hospital, uma vez que a colocação da sonda é uma variável que pode interferir significativamente no resultado.

Para o PEATEa utilizou-se o equipamento *ABaer (Bio-logic)* com um canal de registro, com o eletrodo não invertido em Fz, eletrodo invertido em Oz e eletrodo terra no antebraço (*IS 10-20*), com impedância máxima dos eletrodos de 8 W com diferença de 4 W entre os mesmos, após limpeza da pele com gel esfoliante (*Nuprep*) nas regiões indicadas. Foram utilizados o eletrodo *Kendall Meditrace* e pasta eletrolítica (*Ten20 Conductive EEG Paste*). Os parâmetros de estimulação foram: estímulo clique, polaridade alternada, taxa de apresentação de 37,1 cliques/s, intensidade de 35dB NA, filtro passa banda de 100-1501Hz, ganho de 30,000 e janela de 21,33ms.

Na análise automática das respostas pelo equipamento o resultado passa é definido quando o valor de *Point Optimized Variance Ratio (POVR)* for 3,5 após um mínimo de 1536 estímulos, ou não passa, quando o valor de POVR de 3,1 não é mantido após duas séries de 6144 estímulos promediados.

A triagem auditiva ocorreu na própria maternidade, com nível de ruído da sala de 44dB NPS, medido utilizando decibelímetro tipo 2236 da *Briuel & Kjaer* (escala dB NA).

Os recém-nascidos sempre estavam em companhia da mãe ou responsável e encontravam-se dormindo ou em estado de sonolência.

Triagem auditiva-teste: os procedimentos foram realizados nos recém-nascidos com mais de 24 horas de vida, para minimizar a influência do vórtice que pode estar presente no conduto auditivo externo dos mesmos<sup>5</sup>. A ordem de realização dos procedimentos foi alternada, ou seja, ora o procedimento EOET foi aplicado primeiro, ora o PEATEa, para controlar a variável seqüência de realização dos procedimentos. Como resultado, o recém-nascido que não passou na triagem-teste em pelo menos um procedimento, mesmo que para uma orelha, foi encaminhado para a triagem auditiva-reteste, que aconteceu na própria maternidade, entre sete e trinta dias após o nascimento, considerando o agendamento conjunto com o teste do pezinho. Os recém-nascidos que passaram na triagem-teste receberam alta e os responsáveis foram orientados a acompanharem o desenvolvimento de audição e linguagem oral dos mesmos.

Triagem auditiva-reteste: na triagem auditiva-reteste, repetiu-se o procedimento no qual o recém-nascido não passou anteriormente. Obtendo-se resultado passa seguiu-se a mesma conduta descrita anteriormente, e no caso de resultado não-passa, o recém-nascido foi encaminhado para avaliação audiológica na clínica do Curso de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru - USP, credenciada no Sistema Único de Saúde (SUS), como centro de alta complexidade no atendimento do deficiente auditivo.

Avaliação audiológica: o processo de diagnóstico, que ocorreu antes dos dois meses envolveu avaliação otorrinolaringológica, anamnese sobre o desenvolvimento global da criança, procedimentos comportamentais, eletroacústicos e eletrofisiológicos. Os recém-nascidos e sua família foram atendidos por uma equipe de profissionais, envolvendo fonoaudiólogo, médico otorrinolaringologista, psicólogo e assistente social.

Tempo necessário para realização dos procedimentos

O tempo gasto para realização das EOET e do PEATEa foi medido, por meio de um cronômetro digital, em uma casuística de 50 recém-nascidos escolhidos aleatoriamente. Para o cálculo levou-se

em consideração o tempo gasto para preparação do recém-nascido até o término do procedimento. O tempo gasto na orientação não foi incluído, pois dependia do resultado obtido.

Protocolos analisados

Para determinar a verdadeira sensibilidade e especificidade de qualquer programa de triagem auditiva seria necessário que todos os recém-nascidos realizassem avaliação diagnóstica completa logo após a triagem auditiva, o que na prática seria inviável, uma vez que a prevalência da deficiência auditiva é de 1/1000 recém-nascidos vivos<sup>6,7</sup>. Porém, o uso combinado das emissões otoacústicas evocadas e dos potenciais evocados auditivos do tronco encefálico automático permite que um teste avalie o outro, sendo possível, desta maneira, estabelecer valores de sensibilidade e especificidade próximos ao real<sup>7</sup>.

Baseado em estudos anteriores<sup>7,5</sup> considerou-se verdadeiro negativo quando os dois procedimentos registraram presença de resposta na triagem auditiva para as duas orelhas, determinando taxa de falso-negativo igual a zero e conseqüentemente 100% de sensibilidade.

A estimativa da taxa de falso-positivo e da especificidade foi realizada para três protocolos:

- . protocolo 1: TAN realizada em duas etapas - Teste e reteste com EOET;
- . protocolo 2: TAN realizada em duas etapas - Teste e reteste com PEATEa;
- . protocolo 3: TAN realizada em uma etapa com dois procedimentos - Teste com EOET seguido de reteste com PEATEa para os recém-nascidos que não passaram no primeiro procedimento.

O resultado falso-positivo foi caracterizado quando:

- . recém-nascidos obtiveram resultado não-passa na triagem-teste, mas resultado passa na triagem-reteste;
- . recém-nascidos com resultado não-passa na triagem auditiva-reteste, mas diagnosticados com audição normal após avaliação audiológica.

Forma de análise dos resultados

Foi realizada a análise estatística descritiva para estimar a especificidade e a porcentagem de falso-positivo dos protocolos, e calculado o intervalo de confiança a 95% para a especificidade. O teste *qui-quadrado* foi realizado para comparação entre as

taxas de encaminhamentos dos protocolos; o Teste *t Pareado* para comparação entre os tempos dos procedimentos EOET e PEATEa; e o Teste *t de Student* para verificar a relação entre a idade de realização do teste e o resultado do mesmo. O nível de significância adotado foi de 5% ou  $p \leq 0,05$ .

## Resultados

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos na triagem auditiva, assim como a taxa de encaminhamento para os protocolos 1, 2 e 3.

Todos os lactentes encaminhados para realizar o diagnóstico audiológico, após a triagem auditiva-reteste, apresentaram audição normal. Sendo assim, todos os recém-nascidos que não passaram na triagem auditiva foram considerados como falso-positivos.

A taxa de falso-positivo e a especificidade com intervalo de confiança para os três protocolos estudados estão descritos na Tabela 2.

Na comparação entre as taxas de encaminhamento para diagnóstico audiológico dos protocolos 1 (EOET), 2 (PEATEa) e 3 (EOET+PEATE) constatou-se que não houve diferença estatisticamente significativa quando comparados os protocolos 1 e 2 ( $p = 0,177$ ). Porém, houve diferença estatisticamente significativa entre os protocolos 1 e 3 ( $p = 0,041$ ) e os protocolos 2 e 3 ( $p = 0,002$ ).

A análise do tempo gasto para a realização das EOET e para o PEATEa está apresentada na Tabela 3.

## Discussão

A análise comparativa entre os protocolos utilizados nos programas de triagem auditiva neonatal é uma proposta difícil, devido à ampla faixa de variabilidade dos resultados obtidos quando se analisa a validade do procedimento utilizado (falso-positivo, falso-negativo, especificidade e sensibilidade). Esse fato pode ser justificado por vários motivos que ocorrem de forma isolada ou combinada, determinando os resultados do programa: (1) os critérios utilizados para passar na triagem auditiva; (2) a idade dos recém-nascidos no momento do teste difere entre os estudos; (3) a população alvo do estudo, incluindo recém-nascidos saudáveis ou com indicadores de risco; (4) tempo entre o teste e reteste da triagem auditiva, e (5) a forma como os dados são analisados e apresentados, o que interfere no cálculo da validade do procedimento.

TABELA 1. Resultados da triagem auditiva-teste e reteste nos diferentes protocolos.

Procedimentos	Triagem Auditiva								Encaminhamento	
	Teste				Reteste					
	Passou		Não Passou		Passou		Não Passou		N	%
N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	
protocolo 1	128	64	72	36	68	34	4	2	4	2
protocolo 2	184	92	16	8	15	7,5	1	0,5	1	0,5
protocolo 3	188	94	12	6	----	----	----	----	12	6

Legenda: protocolo 1: EOET; protocolo 2: PEATEa; protocolo 3: os dois procedimentos associados.

TABELA 2. Taxa de falso-positivo e especificidade dos protocolos estudados.

	Taxa de Falso-Positivo		Especificidade	IC* 95%
	N	%	%	%
protocolo 1	4	2	98,0	95,0 a 99,2
protocolo 2	1	0,5	99,5	97,2 a 99,9
protocolo 3	12	6	94,0	89,9 a 96,5

Legenda: protocolo 1: EOET; protocolo 2: PEATEa; protocolo 3: os dois procedimentos associados; IC - Intervalo de confiança.

TABELA 3. Tempo (em minutos) para a realização da triagem auditiva com os dois procedimentos estudados.

	Média	DP	Mínimo	Máximo
EOET	6,75	2,00	3,66	12,16
PEATEa	9,22	4,26	4,70	23,43
p			<0,001*	

Na literatura da área, quando a triagem auditiva neonatal foi realizada por meio do protocolo 1 (EOET), a taxa de encaminhamento variou de 0,6 a 12,03%<sup>8-10</sup>, a taxa de falso-positivo de 0,64% a 5,8%<sup>9-10</sup> e a especificidade de 91,8 e 99,7%<sup>9,11</sup>. Para o protocolo 2 (PEATEa) a taxa de encaminhamento variou de 0,2 a 5,3%<sup>5,12-15</sup>, a taxa de falso-positivo de 0,34 a 3,9%<sup>13-16</sup> e a especificidade de 93 a 99,7%<sup>7,14,17</sup>.

Por outro lado, para o protocolo 3 (EOET+PEATE), a taxa de encaminhamento variou de 1,8% a 8,6%<sup>5,10,12</sup>, com taxa de falso-positivo de 9%<sup>18</sup>, enquanto não foi encontrado nenhum estudo que descreveu a especificidade para protocolo semelhante.

É possível observar nas Tabelas 1 e 2, que os resultados obtidos foram condizentes com a literatura, considerando a taxa de encaminhamento, falso-positivo e especificidade do protocolo.

Na análise da taxa de encaminhamento para diagnóstico audiológico houve diferença estatisticamente significativa entre os protocolos quando comparado o protocolo 3 (EOET+PEATEa) com os protocolos 1 (EOET) e 2 (PEATEa), sendo que o protocolo 3 (EOET+PEATEa) apresentou maior taxa de encaminhamento (6%) quando comparado aos demais (2%).

Apesar de não ter sido encontrada diferença estatisticamente significativa quando comparada a taxa de encaminhamento dos protocolos 1 (EOET) e 2 (PEATEa), pôde-se observar que o protocolo com EOET encaminhou quatro vezes mais recém-nascidos para diagnóstico audiológico do que o realizado com PEATEa. A casuística deste estudo foi pequena para evidenciar diferença significativa; contudo, na prática, ao analisar-se a proporção de 4/1, este dado passa a ser relevante na decisão de qual procedimento deve ser utilizado na implantação de um programa de triagem auditiva neonatal.

Com relação ao protocolo 3 (EOET+PEATE), poder-se-ia pensar em uma menor taxa de encaminhamento, uma vez que a triagem auditiva foi realizada envolvendo dois procedimentos<sup>10,12</sup>. Entretanto, o resultado obtido demonstrou o contrário, provavelmente porque, neste protocolo, os procedimentos foram realizados em seqüência, ou seja, nas mesmas condições desfavoráveis não inerentes a cóclea e nervo auditivo. Ressalta-se que, a realização do reteste nos protocolos 1 (EOET) e 2 (PEATEa), aconteceu de sete a trinta dias após o teste, provavelmente diminuindo a influência destas variáveis. Assim, no protocolo 3 (EOET+PEATE) os procedimentos devem ser realizados antes da alta hospitalar, porém, em momentos diferentes, proposta difícil de ser implantada na maioria dos hospitais maternidades do Brasil, uma vez que nos partos normais a alta hospitalar é definida 24 horas após o nascimento.

Adicionalmente, a taxa de falso-positivo e consequentemente a especificidade foi melhor no protocolo 2 (PEATEa), seguido dos protocolos 1 (EOET) e 3 (EOET+PEATE), (Tabela 2). Importante considerar que as implicações causadas pela taxa de falso-positivo compreendem desde o aumento no custo do programa, visto o número de recém-nascidos encaminhados desnecessariamente para avaliação audiológica exigindo profissionais especializados e a utilização de procedimentos complexos com equipamentos caros e sofisticados, até o estresse emocional dos pais, entre outros.

Na literatura consultada apenas três estudos compararam diferentes protocolos de TAN utilizando as EOET, o PEATEa e os dois procedimentos combinados<sup>5,10,12,19</sup>. Como observado no presente estudo, o PEATEa mostrou ser o procedimento de maior validade para a realização da triagem auditiva neonatal quando comparado com as EOET<sup>12,20-21</sup>, porém se ressalta a possibilidade das perdas auditivas de grau leve não serem identificadas<sup>22</sup>.

Outro aspecto analisado foi o tempo gasto para realização das EOET e PEATEa em um programa de TAN (Tabela 3), com diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,001$ ), sendo que as EOET se mostraram um procedimento mais rápido, o que condiz com o descrito na literatura<sup>5,18,23</sup>.

Entretanto, a análise deve ser realizada considerando o tempo gasto para realização dos protocolos no programa de TAN e não o procedimento isoladamente. Ao considerar que o tempo gasto para realização do protocolo está diretamente relacionado com a quantidade de resultados não-passa na primeira etapa, determinando assim, o número de recém nascidos que deverão ser submetidos ao reteste da TAN, é possível supor que ao final haverá um equilíbrio na carga horária total que o profissional deverá dedicar para realizar os protocolos estudados, uma vez que o protocolo realizado com EOET determina maior número de reteste da triagem auditiva.

## Conclusão

A menor taxa de falso-positivo e consequentemente melhor especificidade foi no protocolo com PEATEa, seguido dos protocolos com EOET e com EOET+PEATEa.

## Referências Bibliográficas

1. Joint Committee of Infant Hearing (JCIH) position statement. *ASHA*. 1994;36:38-4.
2. Joint Committee of Infant Hearing. Year 2007 Position Statement: Principles and Guidelines for Early Hearing Detection and Intervention Programs. Disponível em: <http://www.jcih.org>. Acessado em 17 de dezembro de 2007.
3. Ministério da Saúde. Política nacional de saúde auditiva. Disponível em: <http://dtr2001.saude.gov.br/sas/Portarias/Port2004/GM/GM-2073.htm>. Acessado em 26 de março 2006.
4. Ministério da Saúde. Portaria nº 587 de 07 de outubro de 2004. Disponível em: [http://www.saude.rs.gov.br/daha\\_nova/legislacao/PT-587.htm](http://www.saude.rs.gov.br/daha_nova/legislacao/PT-587.htm). Acessado em 26 de março 2006.
5. Ministério da Saúde. Portaria nº 589 de 08 de outubro de 2004. Disponível em URL: <http://dtr2001.saude.gov.br/sas/Portarias/Port2004/PT-589.htm>. Acessado em 26 de março 2006.
6. Clarke P, Iqbal M, Mitchell S. A comparison of transient-evoked otoacoustic emissions and automated auditory brainstem responses for pre-discharge neonatal hearing screening. *Int J Audiol*. 2003;41(5):443-7.
7. Davis A, Bamford J, Stevens J. Performance of neonatal and infant hearing screens: sensitivity and specificity. *Br J Audiol*. 2001;35(1):3-15.
8. Hall JW, Smith SD, Popelka GR. Newborn hearing screening with combined otoacoustic emissions and auditory brainstem responses. *J Am Acad Audiol*. 2004;15(6):414-25.
9. Chapchap MJ, Segre CM. Universal newborn hearing screening and transient evoked otoacoustic emission: new concepts in Brazil. *Scand Audiol*. 2001;30 Suppl 53:33-6.
10. Mendez-Colunga JC, et al. Despiñaje de la hipoacusia neonatal: resultados después de 3 años de iniciar nuestro programa. *Acta Otorrinolaringol Esp*. 2005;55(2):55-8.
11. Lin H, et al. Comparison of hearing screening programs between one step with transient evoked otoacoustic emissions (TEOAE) and two steps with TEOAE and automated auditory brainstem response. *Laryngoscope*. 2005;115(11):1957-62.
12. Vohr BR, Carty LM, Moore PE, Letourneau MA. The Rhode Island hearing assessment program: experience with statewide hearing screening (1993-1996). *J Pediatr*. 1998;133(3):353-7.
13. Vohr B, et al. Comparison of costs and referral rates of 3 universal newborn hearing screening protocols. *J Pediatr*. 2001;139(2):238-44.
14. Iwasaki S, et al. A model of two-stage newborn hearing screening with automated auditory brainstem response. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2003;67(10):1099-104.
15. Rouev P, Mumdzhiyev H, Spiridonova J, Dimov P. Universal newborn hearing screening program in Bulgaria. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2004;68(6):805-10.
16. Connolly JL, Carron JD, Roark SD. Universal newborn hearing screening: are we achieving the Joint Committee on Infant Hearing (JCIH) objectives? *Laryngoscope*. 2005;115(2):232-6.
17. Clemens CJ, Davis SA. Minimizing false-positive in universal newborn hearing screening: a simple solution. *Pediatrics*. 2001;107(3):E29.
18. Mason S, Davis A, Wood S, Farnsworth A. Field sensitivity of targeted neonatal hearing screening using the Nottingham ABR screener. *Ear Hear*. 1998;19(2):91-102.
19. Hahn M, et al. Hearing screening in healthy newborns: feasibility of different methods with regard to test time. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 1999;51(2):83-9.
20. Lin HC, Shu MT, Lee KS, Lin HY, Lin G. Reducing false positives in newborn hearing screening program: how and why. *Otol Neurotol*. 2007;28(6):788-92.
21. Benito-Orejas JI, Ramirez B, Morais D, Almaraz A, Fernández-Calvo JL. Comparison of two-step transient evoked otoacoustic emissions (TEOAE) and automated auditory brainstem response (AABR) for universal newborn hearing screening programs. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2008;72(8):1193-201.
22. Granell J, Gavilanes J, Herrero J, Sánchez-Jara JL, Velasco MJ, Martín G. Is universal newborn hearing screening more efficient with auditory evoked potentials compared to otoacoustic emissions? *Acta Otorrinolaringol Esp*. 2008;59(4):170-5.
23. Johnson JL, et al. A multicenter evaluation of how many infants with permanent hearing loss pass a two-stage otoacoustic emission/automated auditory brainstem response newborn hearing screening protocol. *Pediatrics*. 2005;116(3):663-72.
24. Doyle KJ, Burggraaff B, Fujikawa S, Kim J. Newborn hearing screening by otoacoustic emissions and automated auditory brainstem response. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 1997;41(2):111-9.