

Skrining Gangguan Pendengaran pada Neonatus Risiko Tinggi

Lily Rundjan, Idham Amir, Ronny Suwento, Irawan Mangunatmadja

Gangguan pendengaran pada masa bayi akan menyebabkan gangguan wicara, berbahasa, kognitif, masalah sosial, dan emosional. Identifikasi gangguan pendengaran secara dini dan intervensi yang sesuai sebelum usia 6 bulan terbukti dapat mencegah segala konsekuensi tersebut. *The Joint Committee on Infant Hearing* tahun 1994 merekomendasikan skrining pendengaran neonatus harus dilakukan sebelum usia 3 bulan dan intervensi telah diberikan sebelum usia 6 bulan. *Otoacoustic emissions* (OAE) dan/ atau *automated auditory brainstem response* (AABR) direkomendasikan sebagai metode skrining pendengaran pada neonatus. Pemeriksaan ABR telah dikenal luas untuk menilai fungsi nervus auditorius, batang otak, dan korteks pendengaran. Pemeriksaan OAE sebagai penemuan baru dilaporkan dapat menilai fungsi koklea, bersifat non invasif, mudah dan cepat mengerjakannya, serta tidak mahal.

Kata kunci : *newborn hearing screening, otoacoustic emissions, auditory brainstem response*

Periode kritis perkembangan pendengaran dan berbicara dimulai dalam 6 bulan pertama kehidupan dan terus berlanjut sampai usia 2 tahun.¹ Beberapa faktor risiko pada neonatus perlu diketahui untuk mengidentifikasi kemungkinan adanya gangguan pendengaran kongenital atau didapat bayi dengan gangguan pendengaran bilateral yang diintervensi sebelum usia 6 bulan, pada usia 3 tahun akan mempunyai kemampuan berbahasa normal dibandingkan dengan bayi yang baru diintervensi setelah usia 6 bulan.²⁻⁴ Tujuan tulisan ini untuk membahas pentingnya skrining gangguan pendengaran pada neonatus dengan ulasan beberapa cara skrining.

Epidemiologi

Insidens gangguan pendengaran pada neonatus di Amerika berkisar antara 1-3 dari 1000 kelahiran hidup.^{1,2} Sedangkan *US Preventive Services Task Force* melaporkan bahwa prevalensi gangguan pendengaran neonatus di *Neonatal Intensive Care Unit* (NICU) 10-20 kali lebih besar dari populasi neonatus.⁵ Di Indonesia sampai saat ini belum ada data, karena belum dilakukan program skrining pendengaran. Data menurut Survei Kesehatan Indera Pendengaran di tujuh propinsi tahun 1994-1996 didapatkan 0,1% penduduk menderita tuli sejak lahir.⁶

Identifikasi gangguan pendengaran

Gangguan pendengaran pada bayi dan anak sulit diketahui sejak awal.⁷ Watkin dkk⁷ melaporkan bahwa pada anak tuli berat bilateral hanya 49% orangtua mereka yang mencurigai kemungkinan adanya gangguan pendengaran tersebut, sedangkan pada anak dengan gangguan pendengaran ringan sampai

Alamat korespondensi:

Dr. Idham Amir, Sp.A(K).
Divisi Perinatologi. Departemen Ilmu Kesehatan Anak FKUI-RSCM.
Jl. Salemba no. 6. Jakarta 10430.
Telepon dan Fax.: 021- 3154020.
Dr. Lily Rundjan PPDS Ilmu Kesehatan Anak FKUI, Jakarta
Dr. Ronny Suwento Departemen THT FKUI-RSCM

sedang atau unilateral hanya 29%. Di Amerika gangguan pendengaran rata-rata diidentifikasi antara usia 20-24 bulan dan gangguan pendengaran ringan sampai sedang umumnya tidak terdeteksi sampai usia 48 bulan atau lebih.³

Program skrining pendengaran

Pada tahun 1993 *National Institute of Health Consensus Conference* pertama kali menganjurkan program *Universal Newborn Hearing Screening*. Setahun kemudian *The Joint Committee on Infant Hearing* merekomendasikan deteksi gangguan pendengaran harus dilakukan sebelum usia 3 bulan dan dilakukan intervensi sebelum usia 6 bulan.⁸ Pada tahun 1999 *American Academy of Pediatrics* (AAP) mendukung pernyataan tersebut.^{2,9}

Beberapa syarat skrining pendengaran neonatus yang dipakai di seluruh dunia, diantaranya adalah cepat dan mudah dikerjakan, tidak bersifat invasif, mempunyai sensitivitas dan spesifisitas yang tinggi serta tidak mahal.^{2,10,11} Skrining hanya menunjukkan ada/tidaknya respons terhadap rangsangan dengan intensitas tertentu pada pendengaran seseorang dan tidak mengukur beratnya gangguan pendengaran ataupun tidak membedakan tuli konduktif atau sensorineural.¹

Neonatus risiko tinggi

Penggunaan daftar indikator risiko tinggi direkomendasikan untuk mengidentifikasi kemungkinan adanya gangguan pendengaran kongenital maupun didapat pada neonatus^{8,12,13} :

- Riwayat keluarga gangguan pendengaran sensorineural permanen
- Anomali telinga dan kraniofasial
- Infeksi intrauterin berhubungan dengan gangguan pendengaran sensorineural (infeksi toksoplasmosis, rubella, sitomegalovirus, herpes, sifilis)
- Gambaran fisik atau stigmata lain yang berhubungan dengan sindrom yang diketahui berhubungan dengan gangguan pendengaran sensorineural, seperti sindrom Down, sindrom Wardenburg
- Berat lahir kurang dari 1500 gram
- Nilai Apgar yang rendah (0-3 pada menit kelima, 0-6 pada menit kesepuluh)
- Kondisi penyakit yang membutuhkan perawatan di NICU³ 48 jam

- Distres pernafasan (misalnya aspirasi mekoneum)
- Ventilasi mekanik selama 5 hari atau lebih
- Hiperbilirubinemia pada kadar yang memerlukan transfusi tukar
- Meningitis bakterial
- Obat-obatan ototoksik (misalnya gentamisin) yang diberikan lebih dari 5 hari atau digunakan sebagai kombinasi dengan *loop diuretic*.

Hanya 10% neonatus termasuk dalam kategori risiko tinggi. Bayi dengan salah satu/lebih faktor risiko tersebut di atas harus menjalani evaluasi pendengaran dalam 2 bulan pertama kehidupan dan terus dievaluasi lebih lanjut walau hasilnya normal.² Bayi dengan 1 faktor risiko mempunyai kemungkinan menderita gangguan pendengaran 10,1 kali dibandingkan bayi yang tidak mempunyai faktor risiko, bayi dengan 2 faktor risiko mempunyai kemungkinan 12,7 kali,¹⁴ sedangkan bila terdapat 3 faktor risiko maka kemungkinan meningkat menjadi 63,2 kali.^{14,15}

Cone-Wesson dkk¹³ seperti dikutip dari *the Joint Committee on Infant Hearing Screening* tahun 2000 melaporkan gangguan pendengaran terjadi pada 11,7% bayi dengan sindrom diantaranya Trisomi 21, sindrom Pierre-Robin, dan *atresia choanae*. Adanya riwayat keluarga dengan gangguan pendengaran mempunyai prevalensi 6,6%, meningitis 5,5% dan anomali kraniofasial 4,7%. Pasien yang mendapat antibiotik aminoglikosid mempunyai prevalensi hanya 1,5%.

Namun pada kenyataannya 50% bayi dengan gangguan pendengaran bermakna ternyata tidak mempunyai faktor risiko tersebut, sehingga bila hanya menggunakan kriteria risiko tinggi tersebut maka banyak bayi yang tidak terdiagnosis.^{2,8,16} AAP merekomendasikan bahwa semua neonatus harus menjalani skrining, metode skrining yang digunakan harus dapat mengidentifikasi semua bayi dengan gangguan pendengaran bilateral, harus mempunyai false positive $\leq 3\%$, false negative 0% dan angka refer (rujuk) untuk uji audiologik formal setelah skrining tidak boleh melebihi 4%.^{2,9} Bayi yang lahir di rumah atau fasilitas kesehatan lain harus dirujuk untuk menjalani skrining sebelum usia 1 bulan, sedangkan bayi yang dirawat di NICU harus menjalani skrining sebelum bayi pulang dari rumah sakit.¹³ Bila terdapat risiko gangguan pendengaran, walaupun hasilnya normal anak harus kontrol teratur setiap 6 bulan sampai usia 2 tahun.⁸

Pilihan skrining pendengaran

Pilihan skrining pendengaran diantaranya dengan menggunakan *behavioral screening techniques, evoked OAE (EOAE)* atau *automated ABR*. Pada neonatus, reaksi terhadap suara yang tiba-tiba dan terus menerus dapat menimbulkan respons berupa refleks Moro, mata mengedip atau bayi terbangun. Interpretasi *behavioral test* ini bersifat subyektif, hanya dapat menemukan bayi tuli berat tetapi tidak dapat mendeteksi gangguan pendengaran ringan/ sedang ataupun tuli unilateral.^{2,10,17} AAP merekomendasikan EOAE atau AABR, maupun kombinasi keduanya sebagai skrining pendengaran neonatus.⁹ Angka *refer* < 4% dapat dicapai bila EOAE dikombinasi dengan AABR dalam 2 tahapan pemeriksaan atau dengan pemeriksaan AABR saja.² Sensitivitas OAE sebesar 100% dan spesifisitasnya 82-87%, sedangkan sensitivitas AABR 99,96% dan spesifisitasnya 98,7%.¹⁸ Bila OAE dilanjutkan dengan AABR dalam 2 tahapan skrining akan memberikan sensitivitas sebesar 100% dan spesifisitas 99%.¹⁰

Otoacoustic emissions (OAE)

Kemp pada tahun 1978 pertama kali melaporkan mengenai OAE, yaitu suara dengan intensitas rendah yang dibangkitkan koklea dapat timbul secara spontan atau dengan dirangsang (*evoked OAE*).^{2,19} Dasar biologik OAE yaitu gerakan sel rambut luar koklea yang sangat kecil, memproduksi energi mekanik yang diubah menjadi energi akustik sebagai respons terhadap getaran dari organ di telinga tengah. Sel rambut luar koklea ini sangat rentan terhadap faktor eksternal (suara berlebihan), internal (bakteri, virus) dan kondisi (defek genetik).¹⁹

Pada telinga sehat, OAE yang timbul dapat dicatat secara sederhana dengan memasang *probe* (sumbat) dari bahan spons berisi mikrofon mini ke dalam liang telinga untuk memberi stimulus akustik dan untuk menerima emisi yang dihasilkan koklea tersebut.^{2,9,12,19} Bila terdapat gangguan pada saat suara dihantarkan dari telinga luar seperti debris/serumen, gangguan pada telinga tengah seperti otitis media maupun kekakuan membran timpani, maka stimulus akustik yang sampai ke koklea akan terganggu dan akibatnya emisi yang dibangkitkan dari koklea juga akan berkurang.⁷ Alat OAE didesain secara otomatis mendeteksi adanya emisi (*pass/ lulus*) atau bila emisi tidak ada/berkurang (*refer*/

rujuk), sehingga tidak membutuhkan tenaga terlatih untuk menjalankan alat maupun menginterpretasikan hasil.^{1,10}

EOAE merupakan respons elektrofisiologik koklea terhadap stimulus akustik, berupa bunyi jenis *clicks* atau *tone bursts*.^{9,12} Respons tersebut dipancarkan ke arah luar melalui telinga tengah, sehingga dapat dicatat oleh mikrofon mini yang juga berada di dalam *probe* di liang telinga. EOAE dapat ditemukan pada 100% telinga sehat, dan akan menghilang/berkurang pada gangguan pendengaran yang berasal dari koklea.¹⁹ EOAE mempunyai beberapa karakteristik yaitu dapat diukur pada fungsi koklea yang normal bila tidak ada kelainan telinga luar dan tengah; bersifat *frequency specific* (dapat mengetahui tuli pada frekwensi tertentu); pada neonatus dapat diukur frekuensi dengan rentang yang luas yaitu frekuensi untuk bicara dan bahasa (500-6000 kHz).¹¹ OAE tidak muncul pada hilangnya pendengaran lebih dari 30-40 dB.^{2,12,20-2}

EOAE dipengaruhi oleh verniks kaseosa, debris dan kondisi telinga tengah (*cavum tympani*),^{9,23} hal ini menyebabkan hasil *refer* 5-20% bila skrining dilakukan 24 jam setelah lahir.⁹ Balkany seperti dikutip dari Chang dkk²³ melaporkan neonatus berusia kurang dari 24 jam liang telinganya terisi verniks caseosa dan semua verniks caseosa ini akan dialirkan keluar dalam 24-48 jam setelah lahir. Sehingga angka *refer* < 3% dapat dicapai bila skrining dilakukan dalam 24-48 jam setelah lahir.⁹ Bonfils dkk¹⁷ melaporkan maturasi sel rambut luar lengkap terjadi setelah usia gestasi 32 minggu.

Sebelum melakukan pemeriksaan EOAE perlu dilakukan timpanometri, karena dalam keadaan fungsi koklea yang normal, bila terdapat obstruksi liang telinga luar atau cairan di telinga tengah dapat memberi hasil positif palsu.¹³ Tujuan dilakukan timpanometri adalah untuk mengetahui keadaan kavum timpani, misalnya ada cairan di telinga tengah, gangguan rangkaian tulang pendengaran, kekakuan membran timpani dan membran timpani yang sangat lentur.¹⁶ Masalah telinga tengah pada bayi cukup bulan jarang dilaporkan.^{17,23} Timpanogram pada bayi cukup bulan akan menunjukkan hasil yang normal > 50% pada usia 1 hari sedangkan pada usia 3 hari mencapai 100%.²⁴

Selain neonatus, OAE dapat dipakai untuk memeriksa dan memonitor bayi dan anak < 3 tahun, anak yang menerima obat ototoksik, *noise-induced hearing loss*, orangtua dan cacat multipel.^{2,25} Pemeriksaan

OAE dapat menentukan penilaian klinik telinga perifer/jalur preneural.^{19,26} OAE potensial tidak dapat mendeteksi bayi dengan gangguan retrokoklea/jalur neural, tetapi insidens keterlibatan nervus VIII dan batang otak jarang terjadi pada kelompok neonatus, yaitu 1 dari 25.000 populasi.^{20,27} Dibandingkan dengan ABR konvensional, OAE lebih cepat dan lebih nyaman karena tidak perlu memasang elektroda di kulit kepala.^{10,11} Pemeriksaan OAE pada kedua telinga menghabiskan waktu (median) 7,2 menit, AABR 14 menit, sedangkan ABR konvensional 20 menit.¹⁰ Pada pemeriksaan OAE, sebaiknya bayi dalam keadaan tidur, untuk mengurangi artefak akibat gerakan otot.^{1,12} Bising lingkungan yang berlebihan akan menurunkan spesifisitas OAE.^{1,22} Mesin OAE generasi terakhir secara otomatis dapat melakukan perhitungan/koreksi terhadap bising dari luar. Bila bising terlalu besar, maka pemeriksaan tidak dapat dilanjutkan.

Auditory brainstem response (ABR)

Auditory brainstem response (ABR) merupakan suatu pemeriksaan untuk menilai fungsi nervus VIII dan jalur pendengaran di batang otak.^{15,21} Caranya dengan merekam potensial listrik yang dikeluarkan sel koklea selama menempuh perjalanan mulai telinga dalam hingga nukleus tertentu di batang otak. Pemeriksaan dilakukan dengan menggunakan elektroda permukaan yang dilekatkan pada kulit kepala atau dahi dan prosesus mastoid atau lobulus telinga. Prinsip pemeriksaan ABR adalah menilai perubahan potensial listrik di otak setelah pemberian rangsangan sensoris berupa bunyi. Rangsangan bunyi yang diberikan melalui *head phone* atau *insert probe* akan menempuh perjalanan melalui koklea (gelombang I), nukleus koklearis (gelombang II), nukleus olivarius superior (gelombang III), lemnikus lateralis (gelombang IV), kolikulus inferior (gelombang V) kemudian menuju ke korteks auditorius di lobus temporalis otak. Yang penting dicatat adalah gelombang I, III dan V.¹⁵ ABR konvensional merupakan *click evoked ABR air conduction*, dan frekuensi yang diberikan sebesar 2000-4000Hz, dengan intensitas dapat mencapai 105 dB.²² ABR membutuhkan waktu yang lebih lama dan tenaga terlatih dalam mengoperasikan alat maupun menginterpretasikan hasil.

ABR tidak terpengaruh oleh debris di liang telinga luar dan tengah namun memerlukan bayi dalam

keadaan tenang (bila perlu disedasi), karena dapat timbul artefak akibat gerakan.^{9,12} ABR dapat mendeteksi adanya tuli konduktif dan tuli sensorineural.¹ Sensitivitas ABR 100% dan spesifisitasnya 97-98%.³

Automated auditory brainstem response (AABR)

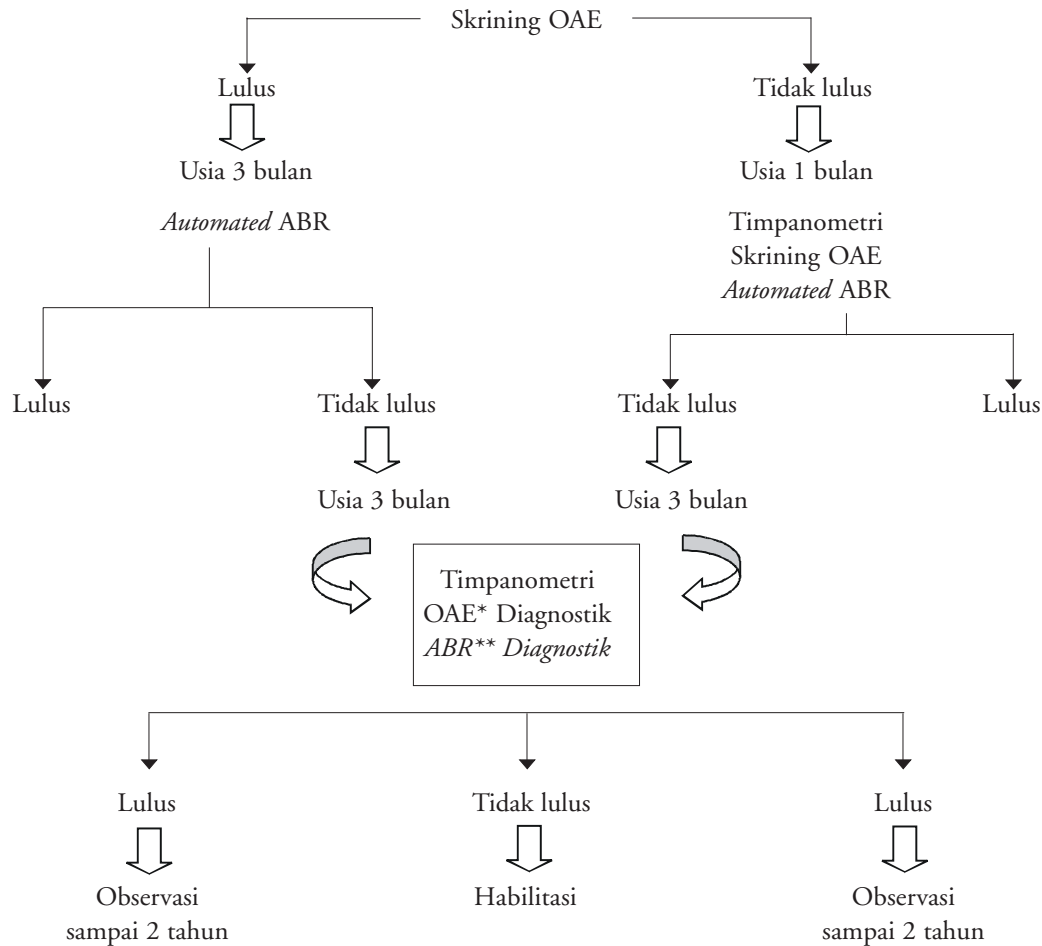
Saat ini telah dikembangkan AABR untuk keperluan skrining pendengaran. Pemeriksaan ini tidak memerlukan interpretasi dari *audiologist*. AABR hanya mencatat adanya respons pada intensitas tertentu sebagai *pass/refer*.^{22,28} AABR ini merupakan modifikasi dari ABR konvensional, mengukur frekuensi >1000 Hz dengan rangsangan berupa *clicks* pada masing-masing telinga, dengan intensitas hanya sampai 40 dB (ambang batas pendengaran bayi). Sama halnya dengan ABR konvensional, pada pemeriksaan AABR juga diperlukan elektroda.^{1,12}

ABR dan OAE adalah uji terhadap integritas struktur jalur pendengaran tetapi bukan pemeriksaan pendengaran yang sebenarnya. Walaupun ABR dan OAE normal, pendengaran tidak dapat dipertimbangkan normal sampai anak cukup matang untuk menjalani *behavioral audiometry*, sebagai baku emas evaluasi pendengaran.¹²

Pada populasi bayi dengan risiko kelainan neurologis, bila EOAE/ABR diperiksa sendiri tidak akan memberikan informasi mengenai status pendengarannya.¹¹ Sebagai contoh bayi dengan gangguan pendengaran akibat disfungsi nervus VIII/batang otak tetapi mempunyai fungsi koklea yang normal, disebut sebagai *auditory neuropathy*,²⁴ dapat mempunyai hasil uji EOAE yang normal tapi hasil ABR abnormal.^{11,12,26}

Skrining pendengaran di RS dr Cipto Mangunkusumo

Di Pusat Kesehatan Telinga dan Gangguan Komunikasi, SubBagian THT Komunitas, Bagian THT RSCM, sejak tahun 2002 telah mulai dilakukan skrining gangguan pendengaran terhadap neonatus risiko tinggi. Skrining pendengaran menggunakan 2 tahapan pemeriksaan (EOAE dilanjutkan dengan AABR) dengan tujuan mengidentifikasi bayi dengan tuli koklea dan retrokoklea. Alur pemeriksaan



Gambar. Skema alur pemeriksaan pendengaran bayi baru lahir

Keterangan: *OAE= otoacoustic emissions **ABR= auditory brainstem response

skrining pendengaran di Bagian THT RSCM tertera pada Gambar.

Habilitasi pendengaran

Setelah diketahui seorang anak menderita ketulian, upaya rehabilitasi pendengaran harus dilakukan sedini mungkin, karena usia kritis proses berbicara dan mendengar adalah sekitar 2-3 tahun. Bila terdapat tuli sensorineural derajat sedang atau berat, maka harus dipasang alat bantu dengar atau implan koklea. Proses rehabilitasi pasien tuli membutuhkan kerja sama dari beberapa disiplin, antara lain dokter spesialis THT, dokter spesialis anak, *audiologist*, ahli terapi wicara, psikolog anak, guru khusus untuk tunarungu dan keluarga pasien.²⁹

Kesimpulan

Gangguan pendengaran pada masa bayi akan menyebabkan gangguan wicara, berbahasa, kognitif, masalah sosial, dan emosional. *The Joint Committee on Infant Hearing* dan *American Academy of Pediatrics* merekomendasikan skrining pendengaran neonatus harus dilakukan sebelum usia 3 bulan dan intervensi telah diberikan sebelum usia 6 bulan. Penggunaan daftar indikator risiko tinggi direkomendasikan untuk mengidentifikasi kemungkinan adanya gangguan pendengaran kongenital maupun didapat pada neonatus. *Otoacoustic emissions* (OAE) dan/atau *automated auditory brainstem response* (AABR) direkomendasikan sebagai metode skrining pendengaran pada neonatus.

Daftar Pustaka

1. Sokol J, Hyde M. Hearing screening. *Pediatr Rev* 2002; 23:155-62.
2. Kenna MA. Neonatal hearing screening. *Pediatr Clin North Am* 2003; 50:301-313.
3. Mason JA, Herrmann KR. Universal infant hearing screening by automated auditory brainstem response measurement. *Pediatrics* 1998; 101:221-8.
4. Yoshinaga-Itano C, Sedey AL, Coulter DK, Mehl AL. Language of early and later-identified children with hearing loss. *Pediatrics* 1998; 102:1161-71.
5. U.S. Preventive Services Task Force. Guidelines from Guide to Clinical Preventive Services. Newborn hearing screening. Recommendations and rationale. U.S. Preventive Services Task Force. Edisi ke-3, 2001.
6. Sirlan F, Suwento R. Hasil survei kesehatan indera penglihatan dan pendengaran 1994-1996. DEPKES RI, 1997.
7. Watkin PM, Baldwin M, Laoide S. Parental suspicion and identification of hearing impairment. *Arch Dis Child* 1990; 65:846-50.
8. American Academy of Pediatrics. Joint Committee on Infant Hearing 1994 position statement. *Pediatrics* 1995; 95:152-6.
9. American Academy of Pediatrics. Task force on newborn and infant hearing. Newborn and infant hearing loss: detection and intervention. *Pediatrics* 1999; 103:527-30.
10. Kennedy CR, Kimm L, Dees DC, Evans PIP, Hunter M, Lenton S, et al. Otoacoustic emissions and auditory brainstem responses in the newborn. *Arch Dis Child* 1991; 66:1124-9.
11. Norton SJ. Emerging role of evoked otoacoustic emissions in neonatal hearing screening. *Am J Otol* 1994; 15:4-11.
12. Cunningham M, Cox EO. Hearing assesment in infant and children: Recommendations beyond neonatal screening. *Pediatrics* 2003; 111:436-440.
13. Joint Committee on Infant Hearing. Year 2000 position statement: Principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs. *Pediatrics* 2000; 106:798-817.
14. Davis A. Childhood hearing impairment: public health perspective. Dalam: McCormick B, penyunting. *Paediatric Audiology 0-5 years*. Edisi ke-2. London: Whurr Publishers, 1993. h. 22-25.
15. Mills JH, Adkins WY. Anatomy and physiology of hearing. Dalam: Bailey BJ, Johnson JT, Kohut RI, Pillsbury HC, Tardy ME, penyunting. *Head and neck surgery otolaryngology*. Edisi ke-2. Philadelphia: JB Lippincott company, 1993. h. 1441-61.
16. Billings KR, Kenna MA. Causes of pediatric sensorineural hearing loss. Yesterday and today. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1999; 125:517-21.
17. Bonfils P, Francois M, Avan P, Londero A, Trotoux J, Narcy P. Spontaneous and evoked otoacoustic emissions in preterm neonates. *Laryngoscope* 1992; 102:182-6.
18. Universal Neonatal Hearing Screening, Scottish Implementation, 2001. Didapat dari: <http://www.show.scot.nhs.uk>
19. Lonsbury-Martin BL. Introduction to accoustic emissions. *Am J Otol* 1994; 15:1-3.
20. Cox LC. Otoacoustic emissions as a screening tool for sensorineural hearing loss. *J Pediatr* 1997; 130:685-6.
21. Wessex Universal Neonatal Hearing Screening Trial Group. Controlled trial of universal neonatal screening for early identification of permanent childhood hearing impairment. *Lancet* 1998; 352:1957-64.
22. Callison DM. Early identification and intervention of hearing-impaired infants. Audiologic evaluation of hearing-impaired infants and children. *Otolaryngol Clin North Am* 1999; 32:1009-18.
23. Chang KW, Vohr BR, Norton SJ, Lekas MD. External and middle ear status related to evoked otoacoustic emissions in neonates. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1993; 119:276-82.
24. Sininger YS, Abdala C. Otoacoustic emissions for the study of auditory function in infants and children. Dalam: Berlin CI, penyunting. *Otoacoustic Emissions Basic Science and Clinical Applications*. Edisi ke-1. San Diego: Singular Thomson Learning, 1998. h. 105-26.
25. Balkany T, Telischi FF, McCoy MJ, Lonsbury-Martin BL, Martin GK. Otoacoustic emissions in otologic practice. *Am J Otol* 1994; 15:29-38.
26. Dunkley C, Farnsworth A, Mason S, Dodd M, Gibbin K. Screening and follow up assessment in three cases of auditory neuropathy. *Arch Dis Child* 2003; 88:25-6.
27. Windmill IM. Universal screening of infants for hearing loss: further justification. *J Pediatr* 1998; 133:318-9.
28. Elliott C, Lightfoot G, Parker D, Stapells D, Stevens J, Sutton G, et al. Neonatal hearing screening and assesment. Automated auditory brainstem response information and guidelines for screening hearing in babies. Didapat dari: <http://www.nhsp.info/documents/work>
29. Hendarmin H, Suwento R. Gangguan pendengaran pada bayi dan anak. Dalam: Soepardi EA, Iskandar N, penyunting. *Buku Ajar Telinga-Hidung-Tenggorok Kepala Leher*. Jakarta: Balai Penerbit FKUI, 2001. h. 28-32.