

**AKURASI AUDIOMETRI IMPEDANS TERHADAP BERA
DALAM MENDETEKSI KETULIAN PADA ANAK
DENGAN KETERLAMBATAN BICARA**



TRINING DYAH

KARYA AKHIR

**Sebagai salah satu persyaratan penyelesaian Pendidikan Dokter
Spesialis I Ilmu Kesehatan Telinga – Hidung – Tenggorok, Bedah
Kepala dan Leher**

**PROGRAM PASCA SARJANA UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2005**

LEMBAR PENGESAHAN

PEMBIMBING

Dr. H.Abd. Kadir, Sp.THT, Ph.D
NIP : 131 846 399

Dr. Amsyar Akil, Sp.THT
NIP : 132 233 789

BAGIAN ILMU KESEHATAN
TELINGA – HIDUNG – TENGGOROK, BEDAH KEPALA DAN LEHER
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS HASANUDDIN

KETUA BAGIAN

KETUA PROGRAM STUDI

Dr. H. Abd. Kadir, Sp.THT, Ph.D
NIP : 131 846 399

Dr. F.G. Kuhuwael, Sp.THT
NIP : 130 937 007

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karuniaNya, akhirnya penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah ini. Penulisan karya akhir ini merupakan salah satu persyaratan dalam rangkaian penyelesaian Pendidikan Dokter Spesialis I, Ilmu Kesehatan Telinga – Hidung – Tenggorok, Bedah Kepala dan Leher di Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin.

Kami menyadari bahwa karya akhir ini tidak dapat terselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak, baik moril maupun materil. Untuk itu kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Dr. H.Abd. Kadir, Sp.THT, Ph.D dan Dr. Amsyar Akil, Sp.THT, yang telah membimbing kami sejak penyusunan konsep, pelaksanaan hingga penyelesaian karya akhir ini.

Terima kasih yang tak terhingga juga kami sampaikan kepada : Prof. Dr. R. Sedjawidada, Sp.THT, Dr. F.G. Kuhuwael, Sp.THT, Dr. Linda Kodrat, Sp.THT, Dr. A. Baso Sulaiman, Sp.THT, Dr. Sutji Pratiwi, Sp.THT, Dr. H. Abd. Qadar Punagi, Sp.THT, Dr. Aminuddin Azis, Sp.THT, Dr. Riskiana Djamin, Sp.THT, Dr. Nani I. Djufri, Sp.THT, Dr. Eka Savitri, Sp.THT, yang telah mendidik dan membimbing kami selama pendidikan sampai pada penelitian dan penulisan karya akhir ini.

Pada kesempatan ini pula kami menyampaikan terima kasih kepada :

1. Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin dan Ketua Program Pendidikan Dokter Spesialis I Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin yang telah memberikan kesempatan kepada kami untuk mengikuti Program Pendidikan Spesialis I di Bagian Ilmu Kesehatan THT-KL Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin Makassar.
2. Direktur Perjan RS. Wahidin Sudirohusodo, RSUD. Labuang Baji, RST. Pelamonia, RS. Mitra Husada dan RSUD. Polmas atas segala bantuan yang telah diberikan selama pendidikan serta kesempatan melakukan penelitian.
3. DR.Dr. Burhanuddin Bahar, MS atas kesediaannya sebagai pembimbing statistik dalam penulisan karya akhir ini.
4. Dr. Masyita Gaffar, Sp.THT atas bimbingan, nasehat dan dukungan moril selama penulisan karya akhir ini.

5. Ketua Bagian Anatomi, Anestesiologi dan Radiologi Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin beserta staf yang telah membimbing kami selama mengikuti pendidikan integrasi di Bagian Anatomi, Anestesiologi dan Radiologi.
6. Seluruh teman sejawat peserta pendidikan spesialis I di Bagian Ilmu Kesehatan THT-KL Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin atas bantuan dan kerjasama yang terjalin selama ini.
7. Seluruh paramedis di UPF THT Perjan RS. Wahidin Sudirohusodo, RSUD. Labuang Baji, RST. Pelamonia, RS. Mitra Husada dan RSUD. Polmas serta semua pihak yang tidak sempat kami sebutkan satu persatu atas bantuan dan kerjasama yang terjalin selama ini.

Akhirnya kami haturkan terima kasih dan rasa hormat yang setinggi-tingginya kepada orangtua kami Bapak Prof. Dr. R. Sedjawidada, Sp.THT , Ibu Nurul Huriyah dan mertua kami Prof. DR. Rahardjo Adisasmita, M.Ec, Ibu Andi Hafsah Pakki , kakak-kakak tercinta Ir. R.Pradoto, Dra.Psi. Evy Rakryani dan kakak Ipar yang namanya tidak dapat kami sebutkan satu persatu serta suami dan anak-anak kami tercinta Dr. Muh. Fadjar Perkasa, Nadya Primastuti dan Muh. Rizky Dwiyanto yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materil, semangat dan doa, dengan penuh ketulusan, kesabaran serta kasih sayang yang sangat berarti dalam perjalanan pendidikan kami.

Kami menyadari bahwa penulisan karya akhir ini mempunyai keterbatasan dan kekurangan, oleh karenanya saran dan kritik yang bertujuan untuk menyempurnakan karya akhir ini kami terima dengan segala kerendahan hati. Harapan kami semoga hasil penelitian ini bermanfaat adanya.

Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayahNya serta membalas budi baik para guru dan orang tua serta keluarga kami tercinta.

Makassar, Desember 2005

Penulis

DAFTAR ISI

		Halaman
Lembar Pengesahan		i
Kata Pengantar		ii
Daftar Isi		iv
Daftar gambar, foto, tabel dan grafik		v
Abstrak		vi
BAB I	PENDAHULUAN	
	1. Latar Belakang Masalah	1
	2. Rumusan Masalah	4
	3. Tujuan Penelitian	4
	3. Manfaat Penelitian	4
BAB II	TINJAUAN PUSTAKA	
	1. Mekanisme Perkembangan bicara dan bahasa pada anak	5
	2. Mekanisme pendengaran	6
	3. Mekanisme bicara	7
	4. Audiometri Impedans	10
	5. Brainstem Evoked Response Audiometry (BERA)	14
	6. Interpretasi BERA	15
BAB III	KERANGKA KONSEP	18
BAB IV	METODE PENELITIAN	
	1. Jenis Penelitian	19
	2. Tempat dan Waktu Penelitian	19
	3. Populasi dan Sampel Penelitian	19
	4. Alur Penelitian	21
	5. Cara Kerja, Alat dan Bahan yang Digunakan	22
	6. Definisi Operasional	25
	8. Pengolahan dan Penyajian Data	27
BAB V	HASIL PENELITIAN	28
BAB VI	PEMBAHASAN	33
BAB VII	KESIMPULAN DAN SARAN	36
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

Daftar gambar, foto, tabel dan grafik

- Gambar 1. Lintasan Impuls Auditori
- Gambar 2. Mekanisme Proses Bicara
- Gambar 3. Tipe-tipe timpanogram
- Gambar 4. Jalur refleks akustik ipsilateral
- Gambar 5. Jalur refleks akustik kontralateral
- Gambar 6. Hubungan antara titik-titik pada lintasan auditori yang sedang dilalui impuls auditori dengan puncak-puncak gelombang BERA
- Gambar 7. Audimeter Impedans tipe Madsen Zodiac 901
- Gambar 8. Brainstem Avoked Response Audiometry (BERA)
- Foto 1. Penderita sedang menjalani pemeriksaan
- Tabel 1. Distribusi sampel berdasarkan kelompok umur dan jenis kelamin
- Tabel 2. Distribusi Distribusi sampel berdasarkan faktor resiko terjadinya keterlambatan bicara
- Tabel 3. Distribusi Respon Auditori yang dihasilkan pada pemeriksaan audimetri impedans
- Tabel 4. Distribusi Respon Auditori yang dihasilkan pada pemeriksaan Brainstem Avoked Response Audiometry (BERA)
- Tabel 5. Distribusi Respon Auditori yang dihasilkan pada pemeriksaan Impedans (Refleks Akustik) terhadap BERA
- Grafik 1. Distribusi sampel berdasarkan kelompok umur dan jenis kelamin
- Grafik 2. Distribusi Respon Auditori yang dihasilkan pada pemeriksaan audimetri impedans
- Grafik 3. Distribusi Respon Auditori yang dihasilkan pada pemeriksaan Brainstem Avoked Response Audiometry (BERA)
- Grafik 4. Distribusi Respon Auditori yang dihasilkan pada pemeriksaan Impedans (Refleks Akustik) terhadap BERA

ABSTRAK

Tujuan : Untuk melihat akurasi hasil pemeriksaan Audiometri Impedans terhadap Brainstem Evoked Response Audiometry (BERA) dalam mendeteksi ketulian pada anak keterlambatan bicara.

Bahan dan Cara : Dilakukan penelitian “Kuantitatif” menggunakan Metode Uji Diagnostik dengan pendekatan ” Analisis Komparatif” pada 33 anak keterlambatan bicara datang berobat di RS THT-KL Mitra Husada atau yang dirujuk dari poliklinik THT RS Perjan Dr. Wahidin Sudirohusodo, RST. Pelamonia, RSUD Labuang Baji, RS Stella Maris dan tempat praktek dokter spesialis THT lainnya. Dilakukan prosedur pemeriksaan audiometri impedans kemudian dilanjutkan dengan pemeriksaan Brainstem Evoked Response Audiometry (BERA) untuk melihat ada tidaknya respon auditori dalam mendeteksi ketulian pada anak keterlambatan bicara.

Hasil : Dari 33 anak keterlambatan bicara yang dilakukan pemeriksaan audiometri impedans, didapatkan 66 telinga dimana 2 telinga dinyatakan tidak memenuhi syarat penelitian sehingga sampel menjadi 64 telinga. Didapatkan 29 kasus positif benar, 2 kasus positif semu, 13 kasus negatif semu dan 20 kasus negatif benar. Akurasi pemeriksaan audiometri impedans sebesar 66%, Spesivitas 86,7%, Sensitivitas 59,2%, Nilai Prediksi Positif 87,9% dan Nilai Prediksi Negatif 42%.

Kesimpulan : Audiometri impedans memiliki Akurasi yang cukup dalam mendeteksi anak keterlambatan bicara yang bukan karena ketulian.

Kata kunci : Audiometri impedans, Brainstem Evoked Response Audiometry (BERA), Keterlambatan Bicara

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar belakang masalah

Keterlambatan bicara atau "delayed speech" merupakan gangguan berkomunikasi yang dapat menghalangi kemajuan pendidikan dan perkembangan emosi bagi anak-anak^{1,2,3}. Oleh karena itu keterlambatan bicara perlu diidentifikasi sedini mungkin agar dapat dilakukan intervensi berupa bimbingan dan tindakan habilitasi bicara^{1,2,4,5,6,7,8,9,10,11,12}

Di negara-negara berkembang deteksi awal gangguan fungsi pendengaran masih belum berjalan dengan sempurna. Masih banyak didapati konsultasi masalah pendengaran pada anak-anak setelah mencapai usia sekitar 2 tahun bahkan lebih, yaitu diusia yang seharusnya anak sudah mampu berbicara. Alasan orangtua untuk berkonsultasi umumnya disebabkan karena anak belum bisa bicara, tanpa menyadari adanya kemungkinan bahwa penyebabnya adalah kurangnya kemampuan mendengar si anak. Hal ini disebabkan oleh kurangnya pengetahuan orang tua mengenai masalah gangguan pendengaran dan pentingnya fungsi pendengaran sebagai dasar proses bicara dan pengembangan bahasa^{2,8}

Kemampuan otak untuk menterjemahkan dan memberi arti apa yang didengar agar dapat berbahasa maksimal berkembang sampai usia 3 tahun dan akan mendapatkan tambahan perkembangan sedikit demi sedikit sampai usia 6 tahun. Jadi masa 3 tahun pertama disebut sebagai "*Golden period*" untuk perkembangan bicara.³

Dari hasil Sensus Nasional Ketulian di Amerika Serikat (1971), diperoleh data bahwa setiap 1000 kelahiran hidup, terdapat 1 penderita tuli prelingual (ketulian yang terjadi sebelum anak mampu bicara). Prevalensi hal semacam itu di Australia (1982) sebesar 0,5/1000 kelahiran hidup, dan di Inggris (1981) 0,4/1000 kelahiran hidup. Di Jepang (1977) yaitu di kawasan Osaka dan Tokyo masing-masing sebesar 0,5/1000 dan 0,8/1000 kelahiran hidup, sedangkan di Afrika (1981) didapatkan angka yang lebih tinggi, misalnya di Gambia terdapat 2,2/1000 kelahiran hidup.⁶

Menurut Berry MF dan Eisenson J seperti yang dikutip Jusuf M ASHA (The American Speech-Language-Hearing Assosiation) memperkirakan 5% anak usia sekolah (usia 5 – 21 tahun) mengalami kelainan bicara, sedangkan 0,3% lainnya mengalami kelambatan bicara.¹ Hasil survei deteksi dini anak pada 100 sekolah dasar di Jakarta tahun 1976 menunjukkan bahwa 5,3% anak mengalami kelainan bicara termasuk kelambatan bicara, sedangkan di Surabaya, Bagian THT RSUD Dr.Sutomo tahun 1997, mendapatkan 451 anak yang mengalami kelambatan bicara dengan penyebab terbanyak adalah gangguan pendengaran yaitu 211 anak (46,6%), dan pada umumnya penderita datang pada usia di bawah lima tahun, terbanyak pada usia 1 ½ - 3 tahun, yaitu 236 anak (52,4%)¹

Anak yang tidak pernah menerima tutur secara efisien melalui jalur pendengaran pada periode sebelum perkembangan wicara dan penguasaan bahasa akan menghadapi masalah yang serius.⁶ Namun pemeriksaan pendengaran pada bayi dan anak tidak mungkin dilakukan dengan audiometri nada murni yang memerlukan peran aktif anak dalam memberikan respon terhadap impuls yang diberikan. Pada prinsipnya pemeriksaan pendengaran pada bayi dan anak dapat dilakukan sedini mungkin dengan menggunakan alat tanpa memerlukan peran aktif si anak.^{1,2,4,5,6,9,10,11,12,13,14,15} Sekarang ini sudah terdapat pemeriksaan audiometri yang bersifat obyektif yang dapat menilai fungsi pendengaran tanpa partisipasi aktif dari pasien yaitu Audiometri impedans, Brainstem Evoked Response Audiometri (BERA) dan Otoacoustic emision (O.A.E).^{6,19,21}

BERA pertamakali dikenal pada tahun 70-an bersamaan dengan dikembangkannya audiometri impedans untuk mendeteksi kondisi sistem konduksi telinga tengah serta pengukuran ambang refleks akustik yang menandai dimulainya pemeriksaan fungsi pendengaran secara obyektif. Penggunaan BERA pada anak sangat menonjol, terutama dalam penilaian fungsi pendengaran pada usia dini, seperti bayi dan anak yang tidak kooperatif misalnya pada retardasi mental atau pada keadaan penurunan kesadaran yang sebelumnya dengan cara konvensional tidak mungkin diperiksa. Pada anak dengan keterlambatan bicara, dapat diketahui apakah disebabkan oleh gangguan fungsi pendengaran atau bukan. Alat ini sangat mahal, sehingga belum semua institusi kesehatan yang memilikinya, selain itu diperlukan

pengetahuan dan pengalaman untuk menginterpretasikan hasilnya.^{8,20,21} Tidak adanya respon auditori pada BERA digambarkan dengan tidak munculnya gelombang pada layar dan ini menandakan terdapatnya ketulian, sedangkan jika terdapat respon auditori maka akan tampak tujuh buah gelombang pada layar yaitu gelombang Jewett I sampai dengan VII .^{3,9}

Alat lain yang dianggap mampu menilai adanya respon auditori adalah audiometri impedans. Alat ini mampu mendeteksi impuls auditori yang dibangkitkan oleh suara yang disajikan ke telinga berupa refleks akustik. Refleks ini akan muncul bila disajikan suara dengan intensitas 70 dB di atas ambang pendengaran hantaran udara dan sebaliknya bila ambang refleks akustik berhasil dimunculkan, maka ambang hantaran udara telinga tersebut dapat diketahui dengan suatu perhitungan. Tidak adanya respon auditori dinyatakan dengan tidak munculnya data yang ditunjukkan dengan NR (No Refleks) sedangkan jika terdapat respon auditori maka akan menghasilkan nilai ambang pendengaran yang normal atau kurang normal¹⁶ Kelebihan alat ini adalah bersifat objektif, aman, stabil, tidak invasif, tidak dipengaruhi obat-obatan dan tidak tergantung kesadaran disamping harganya yang relatif lebih murah dibanding BERA, serta dapat mendeteksi ada tidaknya sisa pendengaran (residual hearing)¹⁶

Di Makassar, sejak tahun 2000 sampai 2004, telah dilakukan pemeriksaan audiometri impedans di Rumah Sakit THT-KL Mitra Husada, karena tidak tersedianya BERA untuk mendeteksi ketulian pada anak. Aplikasi tentang penggunaan alat audiometri impedans untuk maksud tersebut hanya tersirat dalam buku-buku ajar, karena BERA lebih berperan dan dianggap sebagai "gold standard" untuk penentuan pendengaran anak. Belum adanya kepustakaan mengenai sejauh mana akurasi audiometri impedans dalam mendeteksi gangguan pendengaran pada anak menyebabkan penulis terdorong untuk melakukan penelitian dengan judul :

AKURASI AUDIOMETRI IMPEDANS TERHADAP BERA DALAM MENDETEKSI KETULIAN PADA ANAK DENGAN KETERLAMBATAN BICARA

I.2. Rumusan Masalah :

Apakah audiometri impedans sebagai alat elektroakustik yang bersifat obyektif cukup akurat dalam mendeteksi ketulian pada anak dengan keterlambatan bicara .

I.3. Tujuan Penelitian :

- Tujuan Umum :

- Untuk menilai akurasi pemeriksaan Audiometri Impedans dalam mendeteksi ketulian pada anak dengan keterlambatan bicara di Makassar.

- Tujuan Khusus :

- Untuk menilai sensitivitas Audiometri impedans terhadap BERA dalam mendeteksi impuls auditori pada anak keterlambatan bicara.
- Untuk menilai spesifisitas Audiometri impedans terhadap BERA dalam mendeteksi impuls auditori pada anak keterlambatan bicara

I.4. Manfaat Penelitian :

1. Apabila akurasi, sensitivitas dan spesifisitas audiometri impedans tinggi terhadap BERA, maka alat ini dapat dipakai sebagai alat alternatif diagnostik dalam mendeteksi adanya ketulian pada anak dengan keterlambatan bicara .
2. Bagi sentra audiologi yang belum lengkap penggunaan audiometri impedans sebagai alat pemeriksaan yang bersifat obyektif boleh diusulkan karena harganya tidak semahal BERA

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 . Perkembangan Bicara dan Bahasa pada anak

Berbicara merupakan aktivitas motorik yang menggunakan ekspresi artikulasi verbal, dimana bahasa merupakan proses pembelajaran sistem simbol yang digunakan untuk komunikasi interpersonal. Secara umum, anak dikatakan menderita keterlambatan bicara jika perkembangan bicara anak secara signifikan berada dibawah anak seusianya. ^{11,26,28}

Penyebab Keterlambatan bicara yang paling banyak ditemukan adalah *retardasi mental, ketulian berat bilateral, keterlambatan pematangan pusat bicara di otak dan autisme* ²¹

Tahap awal dari proses perkembangan bicara adalah menangis, berupa **"refleks vokalisasi"** mulai usia 1 sampai 2 minggu. Minggu ke 3, tangis dan bunyi-bunyi refleks sudah dapat dibedakan sesuai dengan rangsangan, misalnya tangisan lapar, tangisan sakit, dan sebagainya. Proses selanjutnya disebut **"bubbling"** atau ocehan ulang yang mulai timbul pada usia sekitar 2-3 bulan. Pada tahap ini mulai timbul bunyi-bunyi dengkur, dan bunyi seperti orang berkumur ataupun bergumam. Bunyi-bunyi ini masih bersifat refleks, belum berbentuk vokal atau konsonan yang jelas. Biasanya bunyi yang timbul adalah penggabungan konsonan /p/, /b/,/f/,/g/, dengan huruf vokal berulang-ulang yang dikombinasikan dengan bunyi mirip vokal /a/ (papa-a.....,gagag....., seperti sedang bergumam) tahap selanjutnya adalah **"lalling"** yang timbul pada usia 5-7 bulan berupa pengulangan bunyi yang bukan refleks (pa...pa, da...di, dsb). Pada tahap ini pendengaran mulai berfungsi. Anak mulai mampu mengamati bunyi dari lingkungan dan bunyi bicaranya sendiri serta mulai mengulang-ulang bunyi dan bicaranya, membentuk vokal dan konsonan yang lebih teratur. Tahap ini merupakan tahap persiapan untuk menirukan bunyi-bunyi dari lingkungannya. Tahap berikutnya berturut-turut adalah **"echolalia"**, **"jargon"** dan tahap **"true speech"** yaitu dimana anak sudah mulai dan mampu mempergunakan pola-pola bicara yang dipergunakan lingkungannya. Mungkin ucapannya berupa suku kata, tetapi ucapan tersebut sudah mewakili suatu pengertian yang relatif lengkap. Hilangnya atau tidak timbulnya bubbling dan lalling pada usia 12 bulan

merupakan salah satu tanda dini dari adanya gangguan pendengaran atau gangguan bicara pada anak.²⁶

II.2. Mekanisme Pendengaran

Pendengaran adalah suatu peristiwa psiko-akustik dimana sebenarnya pendengaran itu merupakan aktivitas dari otak besar. Berdasarkan pengertian di atas maka suatu bunyi hanya akan dapat didengar apabila sudah diterjemahkan dalam bentuk impuls, oleh karena itu peranan telinga yang paling menentukan adalah kemampuan mengubah bentuk energi bunyi menjadi bentuk energi listrik biologik. Bagian telinga yang memiliki kemampuan ini adalah sel-sel sensorik organon Corti, yang merupakan bagian dari labirin atau telinga dalam.^{21,24,26}

Sistem pendengaran dapat dibagi dalam 3 bagian, yaitu :²⁴

1. Reseptor perifer, meliputi telinga luar, telinga tengah, telinga dalam dan N.VIII
2. Jalur lintasan saraf pendengaran di medulla oblongata
3. Pusat pendengaran di otak.

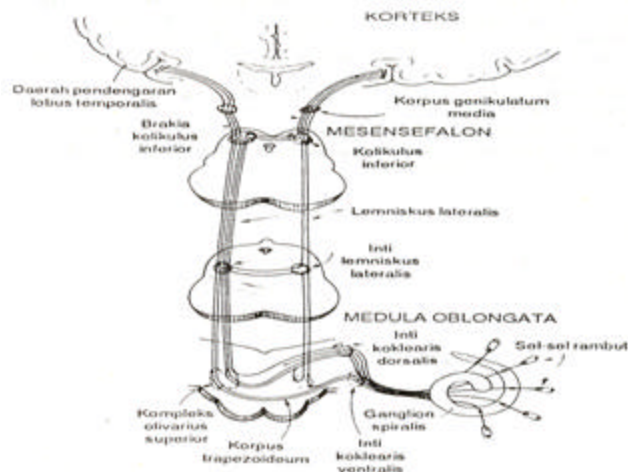
Titik dimulainya jalur persarafan sentral adalah titik masuknya N.VIII ke Medulla oblongata (Cerebellopontin angle) yaitu pada tepi bawah pons .

Secara singkat mekanisme ini dapat diterangkan sebagai berikut :

Energi bunyi yang memasuki meatus eksternus akan menggetarkan membran timpani. Selanjutnya bunyi dirambatkan melalui media yang padat, yaitu osikula auditiva yang susunannya sangat kompleks. Selanjutnya sistem hantaran telinga tengah disamping merambatkan juga memperkuat daya dorong getaran bunyi sebesar 22 kali daya dorong getaran bunyi di udara. Perkuatan ini diperlukan oleh bunyi agar mampu merambat terus ke cairan perilimf. yang terdapat di dalam kohlea. Peristiwa ini memacu timbulnya gelombang di dalam cairan kohlea dimana intensitas dan frekuensinya akan menggetarkan sel sensorik organon Corti yang ujung-ujung cilianya tepat bersentuhan dengan membrana tektoria. Untuk bunyi sonik lintasan gelombang dari skala vestibuli ke skala timpani akan menggerakkan membrana basilaris , sehingga akan timbul efek gesekan membrana tektoria terhadap sel-sel rambut tadi yang merupakan rangsang mekanis bagi sel sensorik, sehingga akan menghasilkan listrik pada dinding sel. Ujung-ujung saraf VIII yang menempel pada dasar dinding sel

sensorik akan menampung listrik yang terbentuk. Sumasi listrik potensial dari sel-sel Corti akan menghasilkan impuls auditori. Dan selanjutnya lintasan impuls auditori adalah :

Ganglion spiralis Corti \Rightarrow N.VIII \Rightarrow Nucleus kohlearis di Medulla oblongata
 \Rightarrow Lemniskus lateralis \Rightarrow Kolikulus inferior \Rightarrow Korpus genikulatum medial \Rightarrow
 Korteks auditori Lobus temporalis serebri. ²⁴



Gambar 1. Lintasan Impuls Auditori
 (Dikutip dari kepustakaan 24)

II.3. Mekanisme bicara

Bicara merupakan proses perilaku manusia sebagai hasil aktivitas psikis yang diungkapkan melalui aktivitas fisik. Jadi, dengan kata lain bicara merupakan proses psiko-fisik. Mekanisme bicara (speech mechanism) hanya akan terjadi apabila terdapat fungsi psikis dan fungsi fisik yang normal. Bila terjadi gangguan pada salah satu atau kedua fungsi tersebut maka tidak akan terjadi mekanisme bicara yang baik. ²⁶

Jika disederhanakan dengan menggunakan skema, mekanisme bicara secara global dapat kita ketahui dan dibedakan menjadi dua proses yaitu proses reseptif dimana seseorang mendengar rangsangan auditoris hingga terbentuk konsep pengertian (persepsi) dan proses ekspresif yaitu dimana seseorang mengungkapkan konsep pengertian secara motorik melalui simbol bunyi yang dihasilkan oleh organ bicara. ²⁶

Organ Pendengaran : Setiap bunyi yang dihasilkan oleh getaran suara diterima oleh telinga. Getaran suara tersebut diubah menjadi impuls mekanik (di telinga tengah) dan kemudian diubah menjadi impuls elektrik (di telinga dalam) yang diteruskan melalui saraf pendengaran (n. akustik) menuju ke korteks serebri.^{24,26}

Pusat Persepsi (Wernicke) : Impuls yang diterima oleh korteks serebri (Wernicke) selanjutnya diolah dan diamati. Impuls auditori tersebut diolah dipusat persepsi sehingga terdapat proses-proses penyimpanan rangsang, penyusunan struktur dan analisis hubungan suara dengan sesuatu sumber bunyi.²⁶

Sound Bank : Bagian ini merupakan bagian imajiner, untuk membayangkan adanya suatu bagian yang berfungsi sebagai stasiun *relay* yang menghubungkan antara pusat persepsi dengan pusat pengertian. Pada sound bank ini, rangsangan yang mempunyai arti dan atau diartikan, disimpan dan diteruskan ke pusat pengertian untuk diolah lebih lanjut.²⁶

Pusat Pengertian : Pusat pengertian merupakan proses tertinggi bila dibandingkan dengan proses-proses lainnya yang berperan dalam mekanisme bicara. Pada pusat pengertian ini, rangsangan yang diterima (setelah melalui proses sensasi dan persepsi) selanjutnya diasosiasikan dengan pengertian yang sudah dimiliki, melalui suatu proses berpikir akhirnya rangsangan tersebut menjadi suatu konsep. Konsep tersebut selanjutnya disimpan sebagai ingatan (memori) dan siap dipergunakan dalam proses asosiasi, reproduksi, imajinasi, abstraksi dan sekaligus akan berfungsi pula dalam proses berpikir. Pusat pengertian inilah yang mempunyai pengaruh dominan pada kemampuan mental, kepribadian dan juga menentukan tingkah laku seseorang.²⁶

Engram Bank : Sebagaimana halnya sound bank, engram bank ini juga merupakan bagian imajiner. Engram bank ini berfungsi sebagai pusat yang menyimpan pola-pola gerakan bunyi (terutama bunyi percakapan) yang diterima

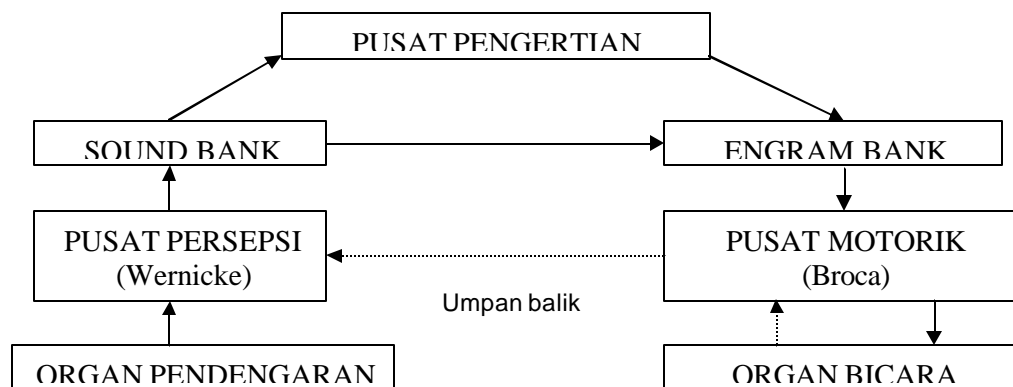
25

Pusat Motorik (Broca) : Pusat motorik yang dimaksud disini adalah pusat yang mengendalikan gerakan-gerakan organ bicara. Pusat motorik bicara (Broca) ini

berfungsi untuk mengendalikan mekanisme pernapasan, fonasi, artikulasi dan resonansi. Mekanisme tersebut sesuai dengan pola gerakan yang sudah ditentukan oleh "engram bank".²⁶

Organ Bicara : Meliputi seluruh organ yang berfungsi dalam proses pernapasan, fonasi, artikulasi dan resonansi. Organ pernapasan diantaranya diafragma, otot dada, otot perut dan saluran pernapasan. Organ fonasi diantaranya laring terutama plika vokalis. Organ artikulasi yang sekaligus berfungsi sebagai resonantor adalah labium, palatum, lidah, gigi dan faring.²⁶

Umpan Balik : Umpan balik ini merupakan proses sensorik untuk mengendalikan (kesadaran dan kontrol) pergerakan organ bicara. Dalam mekanisme bicara, umpan balik dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu umpan auditorius di mana dalam waktu kurang dari seperseratus duapuluh lima detik (0,008 detik) seseorang akan mendengar bicaranya sendiri. Dengan demikian ia akan sadar dan mengetahui kebenaran atau kesalahan ucapannya. Dan umpan balik kinestetis, yang terjadi saat impuls motorik dari saraf ke otot, dimana seseorang akan merasakan pergerakan yang terjadi, sehingga ia akan sadar tentang benar atau salahnya pembentukan fonem oleh organ bicaranya²⁶



Gambar 2. Mekanisme proses bicara
(Dikutip dari kepustakaan 26)

II.4. Audiometer Impedans

Alat elektroakustik yang bersifat obyektif . Alat ini dapat menentukan keadaan membran timpani dan rongga telinga tengah melalui pengukuran timpanometri, serta dapat mengevaluasi kondisi jalur refleks akustik, termasuk

nervus kranialis VII dan VIII serta batang otak. Pemeriksaan ini tidak dapat digunakan secara langsung untuk mengukur sensitivitas pendengaran, melainkan harus melalui perhitungan-perhitungan.^{28,29}

Tahanan Akustik (Acoustic Impedance)

Adalah pengukuran energi atau tekanan aliran udara yang meliputi meatus akustikus eksternus, membran timpani, rantai osikula, tensor timpani, muskulus stapedius, kohlea, n. kranialis VII dan VIII, serta batang otak.

Pemeriksaan Tahanan Akustik meliputi :²⁸

- Timpanometri
- Fungsi Tuba Eustachii
- Fistel Perilimfatik
- Ambang Refleks Akustik
- "Decay" Refleks Akustik

Pemeriksaan ini dapat dipakai untuk melakukan identifikasi keadaan patologis dari sistem auditori perifer dan sentral, seperti :^{28,29}

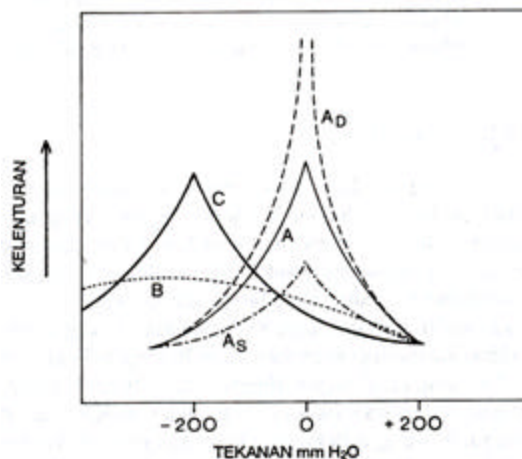
- Efusi telinga tengah
- Perforasi membran timpani termasuk patensi tuba
- Timpanosklerosis
- Hiper mobilitas membran timpani
- Disfungsi tuba Eustachius
- "Glue ear"
- Otoklerosis
- Diskontinuitas osikula akibat trauma
- Neurinoma akustik atau gangguan N.VIII dan batang otak
- Menentukan lokasi kerusakan N.VII
- Ambang pendengaran dan ketulian

Liden (1969) dan Jerger (1970) mengembangkan suatu klasifikasi timpanogram.

Tipe-tipe klasifikasi yang diilustrasikan, adalah sebagai berikut :

Tipe A : Normal, kepatuhan (Compliance) maksimal terjadi pada atau dekat tekanan udara luar sehingga memberi kesan tekanan udara telinga tengah normal.

- Tipe A_S : Sama dengan A tetapi kepatuhan lebih rendah. Fiksasi/kekakuan osikuler sering dihubungkan dengan tipe AS
- Tipe A_D : Kepatuhan maksimum yang sangat tinggi terjadi pada tekanan udara sekitar, dengan peningkatan kepatuhan yang cepat saat tekanan diturunkan mencapai tekanan udara sekitar normal. Terdapat pada diskontinuitas rantai osikuler.
- Tipe B : Bentuk datar/kubah memperlihatkan sedikit perubahan dalam kualitas pemantulan sistem timpano-osikuler dengan perubahan tekanan liang telinga. Dihubungkan dengan terdapatnya cairan di dalam telinga tengah, penebalan membran timpani atau sumbatan serumen.
- Tipe C : Kepatuhan maksimal terjadi ekivalen dengan tekanan negatif lebih dari 100 mmH₂O pada liang telinga, menunjukkan disfungsi tuba Eustachii



Gambar 3. Tipe-tipe timpanogram
(Kepustakaan 21)

Refleks akustik

Refleks akustik adalah kontraksi muskulus stapedius yang bersifat refleks yang timbul akibat rangsangan akustik yang cukup keras. Refleks ini akan timbul pada kedua telinga walaupun hanya satu telinga yang dirangsang^{4,13,15,16,30}.

Lengkung refleks akustik berupa suatu jaras langsung yang terdiri dari tiga sampai empat neuron. Lengkung ini menghubungkan n. akustik dengan kedua sisi neuron motorik stapedius. Kontraksi muskulus stapedius yang berinsersi pada kapitulum stapes menyebabkan kekakuan sistem timpano-osikular. Hal ini akan membatasi pergerakan ossikula sehingga akan mengurangi transfer energi

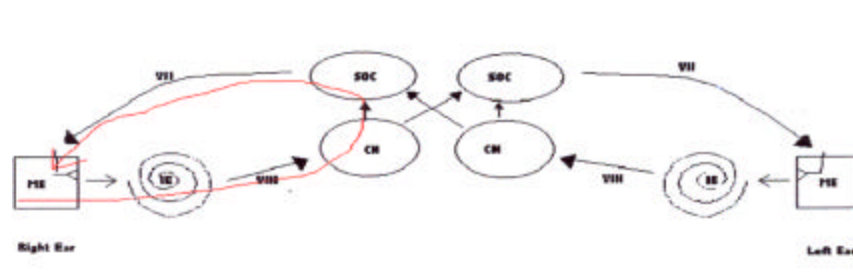
akustik ke telinga bagian tengah. Akibatnya terjadi peningkatan hambatan (impedance) yang bermanifestasi sebagai peningkatan energi pantulan dari nada yang dihantarkan melalui liang telinga. Kekuatan sinyal bunyi yang dapat mencetuskan refleks ini pada individu normal ialah bila rangsang akustik disajikan 70 hingga 90 dB di atas ambang pendengaran nada murni tersebut.^{13,14}

Selama stimulasi akustik yang kuat, impuls auditori dari kohlea merambat di dalam N.VIII, menuju ke nukleus kohlearis ventral (salah satu pusat pendengaran tingkat pertama) sisi (ipsilateral), dan melalui badan trapezoid ke pusat motorik N. fasialis, dan impuls tersebut turun kembali melalui N.VII ke m. stapedius ipsilateral. Beberapa serabut saraf, juga disalurkan dari badan trapesoid (trapezoid body) ke kompleks oliva superior dan dilanjutkan ke nukleus motorik N. VII.^{14,15,16}

Lengkung refleks seberang (kontralateral) dimulai dari N. VIII dan nukleus kohlearis ventralis, impuls berjalan melalui trapezoid ke arah oliva medial superior dan melewati nukleus motoris N.VII kontralateral ke arah m. stapedius kontralateral^{14,15,16}

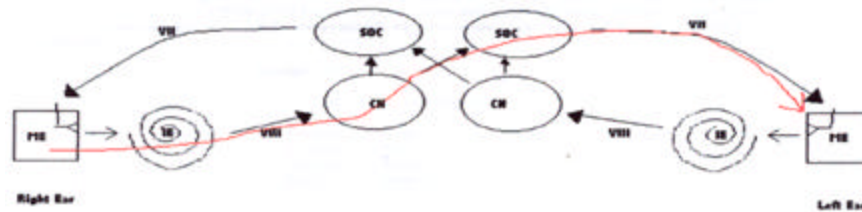
Terjadinya refleks akustik tergantung kepada kelenturan ligamentum annulare dan fungsifungsi normal dari seluruh lengkung refleks yang terdiri atas :¹⁴

1. Kohlea
2. N.VIII
3. Batang otak
4. N.VII
5. M. Stapedius



Gambar 4. Jalur refleks akustik Ipsilateral
(kepuustakaan 27)

Perbandingan hasil pengukuran kontralateral dan ipsilateral digunakan untuk menentukan letak lesi penyebab penyakit. Namun pada penelitian ini kami hanya menggunakan pengukuran secara ipsilateral



Gambar 5. Jalur refleks akustik Kontralateral
(kepuustakaan 27)

Ambang Refleks akustik

Suatu bunyi yang cukup keras dapat menimbulkan refleks, maka kontraksi muskulus stapedius secara tiba-tiba akan meningkatkan ketegangan sistem, sehingga menyebabkan perubahan yang menimbulkan refleks. Intensitas bunyi terendah yang mampu membangkitkan refleks akustik disebut ambang refleks akustik.^{16,23,30}

Penilaian Diagnostik :²³

1. Ketulian Konduktif :

Tidak ada refleks yang tercatat jika telinga tengah mengalami gangguan, meskipun sangat ringan. Sebaliknya jika terdapat suatu refleks berarti bagian tersebut adalah normal.

2. Ketulian Sensorineural :

a. Patologi Kohlea

Jika refleks akustik timbul pada perangsangan 60 db atau kurang di atas ambang nada murni, maka ada indikasi yang kuat terhadap adanya kelainan kohlea. Gejala ini di kaitkan dengan fenomena recruitment.

b. Patologi Retrokohlear.

Pada ketulian ringan dimana refleks akustik masih dapat dibangkitkan, maka bila penyajian stimulus diperpanjang sampai 12 detik dan terjadi perlemahan refleks akustik, sering diistilahkan "refleks Decay" positif

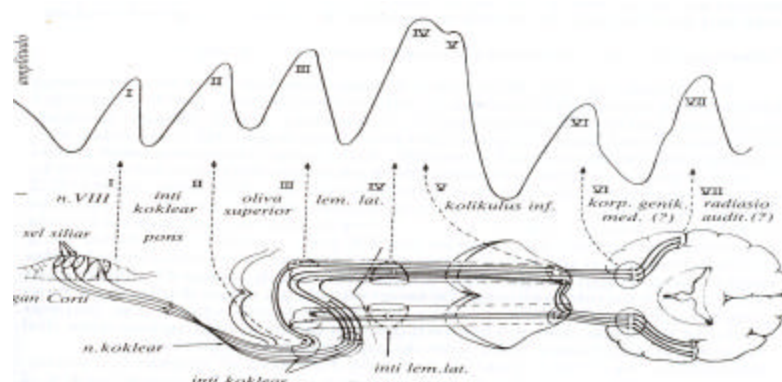
II.5. Brainstem Evoked Response Audiometry (BERA)

Merupakan suatu alat elektroakustik yang bersifat obyektif, tidak dipengaruhi sedasi ataupun anestesi umum. Penggunaan utama alat ini untuk mengetahui adanya kelainan pada N.VIII dan batang otak dengan merekam dan

memperbesar potensial listrik yang dilontarkan oleh kohlea akibat rangsangan bunyi di telinga dan mengikuti perjalanan impuls auditori melalui nervus auditorius dan vestibularis ke inti-inti tertentu di batang otak. Dikatakan pula bahwa BERA hanya mengukur ada tidaknya respon elektris terhadap rangsang bunyi di batang otak.^{4,25}

Penyadapan impuls listrik dilakukan melalui elektroda-elektroda yang dipasang pada kulit kepala dan mastoid, sehingga menciptakan suatu gelombang EEG dan dengan merata-ratakan gelombang tersebut, terbentuklah suatu pola gelombang yang dikemukakan oleh Jewet (1971) dan diberi label I sampai dengan VII. Hasil penelitian Jewet ini kemudian dipetakan untuk melihat waktu relatif dari gelombang I sampai V yang kemudian dikenal sebagai masa laten dari masing-masing gelombang.⁴

Berdasarkan penyelidikan dengan menggunakan elektroda pada binatang percobaan dengan lesi-lesi buatan di batang otak dan juga berdasarkan penyelidikan patologik pada manusia, maka dapat disimpulkan 5 gelombang pertama yang masing-masing dibangkitkan oleh inti-inti dalam batang otak yakni gelombang I : organ Corti, gelombang II : nukleus kohlear, gelombang III : Oliva superior, gelombang IV : inti lemniskus lateralis dan gelombang V : kolikulus inferior. Sedangkan pembangkit gelombang VI dan VII masih belum jelas.²⁵



Gambar 6. Hubungan antara titik-titik pada lintasan auditori yang sedang dilalui impuls auditori dengan puncak-puncak gelombang BERA
(Kepustakaan 25)

II.6. Interpretasi BERA

Penilaian BERA didasarkan atas masa laten yaitu masa dari mulainya rangsangan diberikan (stimulus "click") sampai tercatatnya suatu respons dalam bilangan milidetik. Umumnya setiap gelombang memiliki masa laten yang telah ditentukan berdasarkan hasil penelitian standarisasi.^{4,28,29}

Penting diketahui bahwa BERA tidak memberikan informasi mengenai kemampuan dengar seseorang. Bisa saja hasil BERA normal, namun terdapat gangguan pada pusat pendengaran yang membuat anak tidak "mendengar". Dengan demikian pemeriksaan ini harus dipadukan dengan pemeriksaan lainnya untuk mendapatkan diagnosis yang tepat.^{24, 28,29}

Masa laten gelombang absolut dan masa laten antar gelombang dapat memberikan ciri berbagai perbedaan disfungsi sistem auditori. Ketulian konduktif biasanya memperlihatkan bentuk gelombang yang bagus dan masa laten antar gelombang yang normal, namun dapat juga memberikan gambaran terlambatnya latensi gelombang I. Ketulian kohlear memiliki bentuk gelombang I maupun gelombang III dan V yang kurang baik, lemah atau kecil bahkan mendatar, atau dapat juga memberikan gambaran pemendekan masa laten gelombang V. Pada ketulian tipe saraf tampak gelombang I dan III yang normal, namun masa laten gelombang V memanjang.^{24,29}

Berbagai kesulitan yang dapat terjadi pada saat pemeriksaan BERA⁹

1. Waktu Pemeriksaan yang lama

Untuk menunggu hingga pasien tertidur, maupun mempersiapkan kulit kepala yang akan dipasang elektroda dan tehnik pemasangan elektroda yang benar, memerlukan waktu yang cukup lama. Belum lagi harus dilakukan pencatatan ulang pada berbagai intensitas rangsang "Click" untuk memperoleh hasil yang dapat dipercaya. Setelah itu pasien masih harus diawasi secara ketat sampai sadar benar. Dengan demikian waktu pemeriksaan dapat saja memakan waktu sampai 1 jam.

2. Banyak artefak

Pada saat pemeriksaan BERA, sangat sering terjadi pencatatan gelombang yang berasal dari sumber lain yang bukan berasal dari respon auditori terhadap rangsang bunyi "Click" yang kita sajikan yang disebut sebagai artefak. Artefak ini terjadi apabila banyak imbas listrik yang berasal dari lingkungan sekitar tempat pemeriksaan, baik itu akibat tumpang tindihnya

elektroda dengan headphone, aktivitas otot bila pasien bergerak atau adanya ketegangan ritmis pada otot misalnya penderita yang tiba-tiba kejang atau pada penderita cerebral palsy. Bila pada pemeriksaan ditemukan banyak artefak, maka, artefak ini harus dibuang, karena akan menghambat dan memperlambat pemeriksaan.

3. *Subyektifitas*

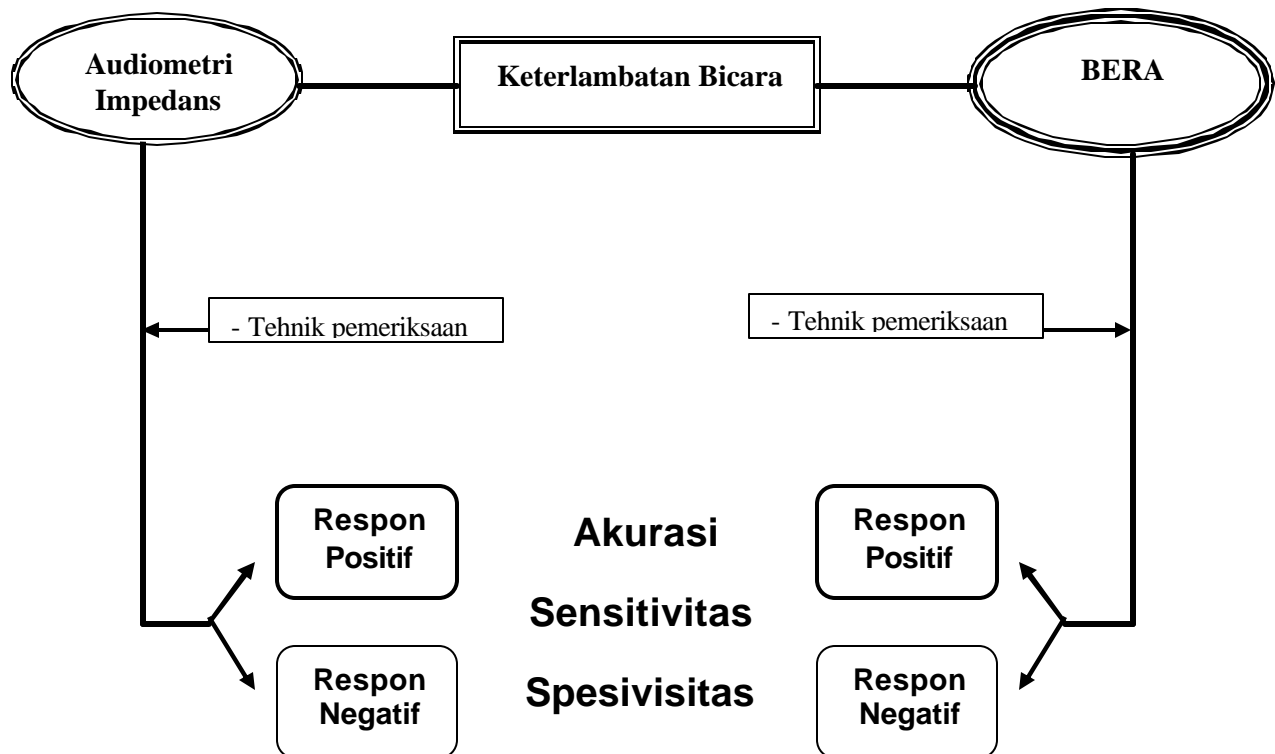
Walaupun BERA merupakan pemeriksaan yang bersifat obyektif namun penilaian puncak gelombang harus ditentukan dengan mempertimbangkan berbagai hasil pemeriksaan yang lain, seperti audiometri, timpanometri dan tes observasi lainnya

4. *Kesalahan Interpretasi*


Dapat terjadi pada anak dengan kecacatan ganda seperti anak hiperaktif, mental retardasi, cerebral palsy dan lain-lain. Penyebabnya kemungkinan gangguan pencatatan, oleh karena adanya potensial otak lain misalnya kebocoran listrik karena gangguan mielinisasi saraf di otak. Oleh karena itu perlu observasi yang seksama dan harus selalu dikombinasikan dengan pemeriksaan lainnya.

BAB III


KERANGKA KONSEP



Keterangan :

 : Pemeriksaan yang diteliti

 : Faktor-faktor yang dikendalikan

 : Baku Emas

 : Hasil