

Evaluasi Pascaimplantasi Koklea di Bandung

Roland Lallo Mangontan, Lina Lasminingrum, Sally Mahdiani

Departemen Ilmu Kesehatan Telinga Hidung Tenggorokan - Bedah Kepala Leher,
Fakultas Kedokteran, Universitas Padjadjaran/
Rumah Sakit Umum Dr. Hasan Sadikin, Bandung, Indonesia

Abstrak

Implantasi koklea adalah terobosan dalam bidang kedokteran untuk tatalaksana gangguan dengar sensorineural derajat berat atau sangat berat. Pasien dengan implan koklea dilakukan evaluasi sebelum dan sesudah implantasi koklea dengan tujuan menilai perkembangan kemampuan komunikasi. Evaluasi pascaimplantasi koklea dapat dilakukan dengan berbagai metode, diantaranya *Categories of Auditory Performance (CAP)-II* dan *Free Field Test (FFT)*. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui hasil evaluasi pasien pascaimplantasi koklea di Bandung periode Januari 2012-Desember 2016. Penelitian dilakukan secara deskriptif dari pasien yang dilakukan implantasi koklea di Bandung periode Januari 2012-Desember 2016. Pasien dilakukan evaluasi menggunakan metode *Categories of Auditory Performance-II* sesuai usia dan lama penggunaan alat serta *Free Field Test*. 34 pasien telah dilakukan implantasi koklea: 11 pasien (32,3%) bilateral, 23 pasien (67,6 %) unilateral, 22 pasien (64,7%) dilakukan evaluasi dengan *CAP-II*, 9 pasien (26,4%) dilakukan evaluasi dengan *FFT*, 3 pasien (8,8%) tidak mengikuti evaluasi *CAP-II* ataupun *FFT*, 22 pasien (100%) mengalami peningkatan level *CAP-II* setelah penggunaan implan koklea. 9 pasien (100%) memberikan respon pada *FFT* setelah pemakaian implan koklea. Usia, lama penggunaan implan dan gangguan kongenital penyerta lain merupakan faktor penting yang mempengaruhi hasil *CAP-II*. Respon pada *FFT* juga muncul setelah penggunaan implan koklea

Kata Kunci : *CAP, FFT, implantasi koklea*

Post Cochlear Implantation Evaluation at Bandung

Abstract

Cochlear implantation is a breakthrough management for severe and profound sensorineural hearing loss. Evaluations are conducted pre- and post-operatively to assess the development of communication skills before and after implantation. Post-implantation evaluations could be assessed using some methods, such as Categories of Auditory Performance (CAP)-II and Free Field Test (FFT). This study aims to apprehend the results of post-implantation patient evaluation at Bandung from January 2012 to December 2016. A descriptive study of patients that underwent cochlear implantation at Bandung from January 2012 to December 2016. The evaluation was conducted using Categories of Auditory Performance-II according to age and the duration of implant usage, and Free Field Test. There were 34 patients with cochlear implantation: 11 patients (32.3%) with bilateral implants, and the other 23 (67.6%) with unilateral implant. There were 22 patients (64.7%) that were evaluated using CAP-II and all (100%) showed an increase in CAP-II level post-implantation. There were 9 patients (26.4%) that were evaluated using FFT and all (100%) were responsive to FFT post-implantation. There were 3 patients (8.8%) that were not evaluated using any methods. Age, duration of implant use, and other congenital anomalies are important factors contributing to CAP-II results. There are also a response of FFT after cochlear implantation.

Keywords : *CAP, cochlear implantation., FFT*

Korespondensi:

Roland Lallo Mangontan, dr

Departemen Ilmu Kesehatan Telinga-Bedah Kepala Leher, Fakultas Kedokteran, Universitas Padjadjaran/
Rumah Sakit Umum Dr. Hasan Sadikin, Bandung, Indonesia

Jl. Pasteur No. 38, Kota Bandung, 40161

Mobile : 081224035330

Email : rolandlallo85@gmail.com

Pendahuluan

Secara global WHO memperkirakan penduduk dunia dengan gangguan dengar mencapai 360 juta orang (5,3% dari populasi) dan 32 juta (9%) adalah anak-anak (<15 tahun). Prevalensi gangguan dengar pada anak di Asia-Pasifik (termasuk Indonesia) mencapai 3,4 juta (1,9%).¹ Berdasarkan Survei Kesehatan Indera Penglihatan dan Pendengaran (1994-1996) di Indonesia terdapat 0,1% gangguan dengar kongenital.² Di RSUP dr.Hasan Sadikin Bandung antara Januari 2012-Desember 2016 terdapat 456 pasien anak dengan gangguan dengar tipe sensorineural berat atau sangat berat. Berdasarkan perkiraan WHO, di Jawa Barat diperkirakan setiap 800 orang bayi baru lahir, 1 bayi akan memiliki gangguan dengar, dengan asumsi penduduk Jawa Barat sekitar 46 juta jiwa dan angka pertambahan penduduk 1.8% per tahun.³

Joint Committee on Infant Hearing (JCIH) pada tahun 2013 menetapkan gangguan dengar pada anak sebaiknya sudah dapat dideteksi pada usia sebelum 3 bulan dan intervensi yang tepat dimulai pada usia sebelum 6 bulan. Intervensi dilakukan dengan amplifikasi melalui pemasangan alat bantu mendengar (ABM), implantasi koklea, dan pendidikan khusus mendengar dan wicara sebagai upaya rehabilitasi.⁴

Stimulus auditori pada enam bulan pertama kehidupan sangat berperan untuk menjamin perkembangan bahasa dan wicara. Tiga tahun pertama kehidupan anak adalah masa perkembangan dan pematangan otak, saat ini juga merupakan periode perkembangan bahasa dan wicara yang pesat. Apabila pada masa tersebut terjadi gangguan fungsi pada salah satu organ pendengaran, maka akan memberikan efek terhadap perkembangan wicara pada anak yang akhirnya mengganggu kemampuan berkomunikasi. Salah satu tujuan intervensi dini pada gangguan dengar adalah mengembalikan fungsi pendengaran pada usia sedini mungkin. Kecepatan rata-rata kemampuan wicara pada anak dengan gangguan dengar biasanya lebih lambat dibandingkan seusianya dan perbedaan itu akan semakin meningkat sesuai bertambahnya umur.^{4,5} Alat bantu mendengar yang diberikan pada anak dengan derajat gangguan dengar berat kadang tidak cukup untuk mengejar ketertinggalan kemampuan dengar teman seusianya, meskipun diberikan pada usia dini. Beberapa studi menyebutkan bahwa implantasi koklea sebagai alat bantu mendengar dengan teknologi mutakhir memiliki pengaruh baik yang signifikan terhadap kemampuan dengar, wicara, dan komunikasi anak.⁶ Evaluasi implantasi koklea dapat dilakukan dengan berbagai metode baik

secara subjektif maupun objektif. Keberhasilan dalam perkembangan pendengaran, wicara, dan komunikasi pada anak pascaimplantasi koklea, dipengaruhi oleh beberapa faktor yang mencakup usia anak saat dilakukan implantasi koklea, durasi pemakaian implantasi koklea, keberhasilan operasi, tingkat kecerdasan anak, faktor sosial dan ekonomi, pengalaman mendengar sebelumnya, durasi komunikasi, metode komunikasi, dan pendidikan. Apabila seluruh faktor-faktor yang kompleks tersebut berinteraksi dengan baik, maka diharapkan akan menghasilkan kemampuan komunikasi yang baik pasca pemberian implan koklea.⁷⁻⁹

Implantasi koklea merupakan salah satu cara untuk membantu pasien dengan gangguan dengar tipe sensorineural berat maupun sangat berat khususnya pada bayi dan anak-anak. Implantasi koklea adalah alat yang terpasang pada koklea berupa rangkaian elektroda untuk merangsang sel saraf auditorius secara langsung melalui impuls listrik. Sinyal akustik yang diterima oleh mikrofon diteruskan untuk diproses oleh *sound processor*.¹⁰ Implantasi koklea didasarkan pada fakta bahwa banyak serabut saraf pendengaran yang masih berfungsi, cabang saraf koklearis yang masih bertahan hidup dapat dirangsang dengan memberikan arus listrik dari luar dengan kekuatan, durasi dan orientasi yang tepat, dengan hasil timbulnya impuls neural secara aktif dan periodik. Potensial listrik neural ini akan mencapai lobus temporal di korteks otak seperti impuls neural yang ditimbulkan oleh sinyal akustik yang disalurkan melalui sel rambut koklea.¹¹

Pada tahun 1961, William House, John Doyle dan James Doyle di Los Angeles mulai melakukan penelitian pada seperangkat alat untuk mendengar yang diletakkan di saluran telinga.¹² Sampai dengan Desember 2012 kurang lebih 324.200 orang di dunia menggunakan implantasi koklea dan sebagian adalah anak-anak. *Food and Drug Administration (FDA)* sejak tahun 2000 menyetujui implantasi koklea dilakukan pada anak umur di atas 1 tahun dengan tuli sensorineural berat dan sangat berat.¹³ Program implantasi koklea di Bandung mulai dilaksanakan sejak tahun 2012 pada dua rumah sakit di kota Bandung. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil evaluasi pasien pascaimplantasi koklea dengan metode *Categories of Auditory Performance (CAP)-II* dan *Free Field Test (FFT)* di Bandung periode Januari 2012-Desember 2016.

Metode

Dilakukan penelitian deskriptif pada pasien pascaimplantasi koklea di Bandung periode

Januari 2012–Desember 2016 di Kasoem dan ABDI *Hearing Centre* Bandung pada seluruh pasien sesuai ijin penelitian. Diagnosis gangguan dengar ditegakkan berdasarkan anamnesis, pemeriksaan fisik, tes timpanometri, *Otoacoustic Emission* (OAE), dan BERA (*Brainstem Evoked Response Audiometry*) yang telah dilakukan sebelum dilakukan implan koklea.

Kriteria inklusi: Gangguan dengar tipe sensorineural derajat berat atau sangat berat dan telah dilakukan implantasi koklea (bilateral dan unilateral). Kriteria eksklusi: Pasien tidak mengikuti program rehabilitasi di Bandung. Seluruh subjek yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi dilakukan evaluasi dengan metode CAP-II atau FFT. Evaluasi dilakukan oleh ahli (re)habilitasi sesuai usia dan lama penggunaan implantasi koklea dengan persetujuan sebelumnya dari orangtua pasien.

Hasil

Selama periode Januari 2012-Desember 2016 dilakukan implantasi koklea terhadap 34 pasien, lebih banyak pada laki-laki dan lebih banyak pada pasien dengan gangguan unilateral (tabel 1).

Pada tabel 2, dari 34 pasien yang dilakukan implantasi koklea, tidak ada pasien yang menggunakan implan pada usia kurang dari 12 bulan, paling banyak pada usia 37-48 bulan (16 pasien) dengan rata-rata usia saat implan adalah 41 bulan.

Pada tabel 3, dari 34 pasien yang dilakukan implantasi koklea, 22 pasien (64,7%) dilakukan evaluasi dengan CAP-II, 9 pasien (26,4%) dilakukan evaluasi dengan FFT, 3 pasien (8,8%) tidak mengikuti evaluasi CAP-II ataupun FFT karena tidak mengikuti program rehabilitasi di Bandung.

Sebanyak 22 pasien dilakukan evaluasi dengan CAP-II, 2 pasien mencapai level 3 setelah implan koklea antara 13-24 bulan dan 25-36 bulan. 4 pasien mencapai level 4 setelah

implan koklea antara 0-12 bulan dan 13-24 bulan. 4 pasien mencapai level 5 setelah implan koklea antara 0-12 bulan, 13-24 bulan, dan 25-36 bulan. 5 pasien mencapai level 6 setelah implan koklea antara 0-12 bulan, 13-24 bulan, dan 37-48 bulan. 3 pasien mencapai level 7 setelah implan koklea antara 25-36 bulan dan 37-48 bulan. 2 pasien mencapai level 8 setelah koklea antara 25-36 bulan dan 37-48 bulan. 2 pasien mencapai level 9 setelah implan koklea > 48 bulan (tabel 4).

Tabel 1 Perbandingan jumlah implan koklea bilateral dan unilateral

Jenis Kelamin	Bilateral	Unilateral	Jumlah
Laki laki	6	13	19
Perempuan	5	10	15
Jumlah	11	23	34

Tabel 2 Usia saat implantasi koklea

Usia saat implan	Jumlah
< 12 bulan	-
13-24 bulan	4
25-36 bulan	8
37-48 bulan	16
> 48 bulan	6
Rerata : 41 bulan	

Tabel 3 Perbandingan jumlah pasien yang dilakukan evaluasi pascaimplantasi koklea

Jenis Kelamin	CAP-II	FFT	Tidak Ikut Evaluasi	Jumlah
Laki laki	13	4	2	19
Perempuan	9	5	1	15
Jumlah	22	9	3	34

Tabel 4 Hasil evaluasi dengan CAP-II

Level CAP-II	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Jumlah
Lama Implan										
0 - 12 bulan	-	-	-	3	2	1	-	-	-	6
13 - 24 bulan	-	-	1	1	1	2	-	-	-	5
25 - 36 bulan	-	-	1	-	1	-	2	1	-	5
37 -48 bulan	-	-	-	-	-	2	1	1	-	4
> 48 bulan	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
Jumlah	-	-	2	4	4	5	3	2	2	22

Tabel 5 Respon FFT sesudah dilakukan implantasi koklea

Respon FFT (dB)	Jumlah
Tidak ada respon	-
25	1
30	-
35	3
40	2
45	1
50	-
55	-
≥ 60	2

Pada tabel 5, dari 9 pasien yang dilakukan evaluasi dengan FFT, semua pasien yang dilakukan implantasi koklea memberikan respon setelah menggunakan implan koklea. Respon FFT paling banyak muncul pada 35-45 desibel (dB) yaitu 6 pasien (66,6%). Terdapat 2 pasien (22,2%) memberikan respon pada ≥ 60 dB dan 1 pasien (11,1%) bahkan memberikan respon pada 25 dB.

Pembahasan

Selama periode Januari 2012-Desember 2016 telah dilakukan implantasi koklea pada 34 pasien yang seluruhnya anak-anak. Semua pasien didiagnosa dengan gangguan dengar sensorineural derajat berat atau sangat berat atau keduanya. Pada pasien tertentu gangguan dengar juga disertai oleh beberapa gangguan lainnya seperti *cerebral palsy*, *congenital rubella*, dan autisme. Pembedahan implantasi koklea dilakukan di RSUP dr.Hasan Sadikin Bandung dan RS. Santosa Bandung Sentral. Beberapa pasien berasal dari luar kota Bandung.

Dari 34 pasien yang dilakukan implantasi koklea, 11 pasien dilakukan implantasi koklea bilateral dan 23 pasien hanya unilateral. Menurut Sarant dkk,¹⁴ anak yang menggunakan implan koklea bilateral secara signifikan memiliki kemampuan bahasa dan kosakata yang lebih baik dibandingkan dengan hanya unilateral. Hasil tersebut juga dipengaruhi faktor dukungan orang tua dan karakteristik dari anak itu sendiri. Dalam studi lain oleh Boons dkk,¹⁵ implantasi koklea bilateral berhubungan dengan perkembangan bahasa yang lebih baik. Pada tes terhadap perkembangan bahasa reseptif dan ekspresif, anak dengan implan koklea bilateral menunjukkan hasil yang secara signifikan lebih baik dibandingkan dengan pada hanya unilateral. Selain itu, juga terdapat hasil yang lebih baik pada perkembangan bahasa ekspresif pada anak

yang menggunakan implan koklea bilateral secara langsung dibandingkan bertahap.

Data yang ada menunjukkan rerata pasien yang dilakukan implantasi koklea adalah 41 bulan (3 tahun 5 bulan). *Joint Committee on Infant Hearing* (JCIH) pada tahun 2013 menetapkan gangguan dengar pada anak sebaiknya sudah dapat dideteksi pada usia sebelum 3 bulan dan intervensi yang tepat dimulai pada usia sebelum 6 bulan.⁶ Salah satu intervensi yang dapat dilakukan adalah dengan implantasi koklea. Dengan rerata 41 bulan berarti terjadi keterlambatan yang cukup signifikan dalam intervensi terhadap gangguan dengar yang terjadi pada pasien yang dilakukan implantasi koklea di Bandung. Keterlambatan ini sebagian besar disebabkan oleh keterlambatan pada saat skrining dan dignostik gangguan dengar pada pasien. Laporan program implan koklea di Surabaya juga mendata dari 44 pasien yang dilakukan implantasi koklea, rerata umur pasien saat dilakukan implantasi koklea adalah 49 bulan.¹⁶ Scafer dkk,¹⁷ menyimpulkan bahwa pada anak yang dilakukan implantasi koklea kurang dari 3 tahun, kemampuan dalam berbicara menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan anak yang dilakukan implantasi koklea lebih dari 3 tahun.

Evaluasi dengan *Categories of Auditory Performance-II* (CAP-II) merupakan salah satu evaluasi pada implantasi koklea. CAP pertama kali diperkenalkan pada tahun 1995 oleh Archbold dkk yang kemudian divalidasi dan dimodifikasi oleh Gilmour pada tahun 2010 menjadi CAP-II dengan menambahkan 2 kategori dan level pada level CAP sebelumnya. Pada CAP level maksimal adalah 7.¹⁸ Pada CAP-II, Level 0 adalah anak tidak menyadari adanya bunyi atau suara disekitarnya. Level 1 adalah anak mulai sadar terhadap suara disekitarnya. Level 2 adalah anak memberikan tanggapan terhadap suara bicara. Level 3 adalah anak mampu mengidentifikasi suara disekitarnya. Level 4 adalah anak mampu membedakan suara tuturan tanpa membaca gerakan bibir. Level 5 adalah anak mampu memahami frasa umum tanpa membaca gerakan bibir. Level 6 adalah anak memahami percakapan tanpa membaca gerakan bibir. Level 7 adalah anak mampu menggunakan telepon dengan penutur yang dikenal. Level 8 adalah anak mampu mengikuti percakapan kelompok diruang yang bergema dimana terdapat suara lain yang mengganggu seperti diruang kelas atau restoran. Level 9 adalah anak mampu menggunakan telepon dengan penutur yang tidak dikenal dalam konteks yang tidak dapat diprediksi.

Terdapat 1 pasien yang mencapai level 6 dalam waktu pemakaian implan koklea <12 bulan. Pasien tersebut menggunakan implan

koklea bilateral dan dilakukan implantasi koklea pada usia 13 bulan serta tidak memiliki gangguan penyerta lainnya. Dari data yang ada juga, semakin lama pasien menggunakan implan koklea maka level CAP-II semakin baik terutama bila pasien menggunakan implan koklea bilateral. Penelitian yang dilakukan Zhou dkk.¹⁹ pada anak yang dilakukan implantasi koklea baik yang sebelumnya melakukan terapi wicara maupun tidak, level CAP semakin meningkat seiring lama pemakaian implan koklea. Sesudah implantasi koklea, rerata anak mencapai level 4 setelah penggunaan implan koklea 6 bulan, level 5 setelah 12 bulan dan level 7 setelah 24 bulan.

Pada penelitian lain oleh Haris di Surabaya,¹⁶ seorang pasien dapat mencapai level 7 dalam 5 bulan karena pada sisi telinga yang lain hanya terdapat gangguan dengar sensorineural derajat sedang. 3 pasien mencapai level 7 dalam 12 bulan, 5 pasien mencapai level 7 dalam 12-24 bulan dan 1 pasien mencapai level 7 pada 40 bulan setelah *switch on*.

Free Field Test (FFT) atau uji perilaku adalah pemeriksaan pendengaran yang mencakup *Behavioral Visual Reinforcement Audiometry* (VRA) dan *Conditioned Play Audiometry* (CPA). Tujuan dari FFT adalah untuk menentukan tingkat terlemut dari nada dan ucapan yang bisa didengarkan oleh seorang anak yang telah menggunakan alat bantu dengar juga digunakan untuk menilai respon pasien pascaimplantasi koklea setelah dilakukan *switch on*. Tujuan lain dari FFT adalah untuk menilai perkembangan proses mendengar anak dan menilai kemampuan persepsi suara terutama pada keadaan bunyi terkecil serta menilai efektifitas penggunaan implan koklea.²⁰ Sebelum dilakukan implantasi koklea, seluruh pasien telah dilakukan FFT dengan hasil seluruh pasien tidak memberikan respon terhadap stimulus suara yang diterima. Sedangkan setelah penggunaan implan koklea, semua pasien memberikan respon terhadap stimulus yang diberikan dalam tingkat intensitas yang berbeda. 6 pasien memberikan respon pada intensitas 35-45 dB, bahkan 1 pasien memberikan respon pada intensitas 25 dB menunjukkan bahwa implan koklea yang digunakan sangat efektif dalam membantu menghantarkan stimulus bunyi yang diterima. Faktor gangguan penyerta juga harus dipertimbangkan dalam mengevaluasi perkembangan pasien yang telah menggunakan implan koklea. Pasien dengan gangguan penyerta lain pada perkembangannya akan berbeda dengan pasien tanpa gangguan penyerta yang lain. Dapat disimpulkan bahwa usia, lama penggunaan implan dan gangguan kongenital penyerta lain merupakan faktor penting yang mempengaruhi hasil CAP-II. Respon pada

FFT juga muncul setelah penggunaan implan koklea. Penelitian lebih lanjut dengan metode yang sama diharapkan dapat memberikan hasil evaluasi yang lebih baik. Keterbatasan dalam penelitian ini adalah tidak semua pasien yang dilakukan implantasi koklea di Bandung juga dilakukan (re)habilitasi di tempat yang sama.

Daftar Pustaka

1. Global Estimates on Prevalence of Hearing Loss. WHO Media Centre. 2012:1-10.
2. Hasil Survei Kesehatan Indera Penglihatan dan Pendengaran 1994-1996. Komite Nasional Penanggulangan Gangguan Pendengaran dan Ketulian. 2007.
3. Provinsi Jawa Barat dalam Angka. Bandung: Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Barat; 2016.
4. Muse C, Harrison J, Itano YC, Grimes A, Broohouser PE. Supplement to the JCIH 2007 Position Statement: Principles and Guidelines for Early Intervention After Confirmation That a Child Is Deaf of Hearing. *Pediatrics*. 2013;134 (4):1324-9.
5. Hayiou-Thomas ME. Genetic and environmental influences on early speech, language and literacy development. *J Commun Disord*. 2008;41(5):397-408.
6. Geers AE, Nicholas JG, Moog JS. Estimating the Influence of Cochlear Implantation on Language Development in Children. *Audiol Med*. 2007;5(4):262-73.
7. Monteiro CG, Cordeiro AA, Silva HJ, Queiroga BA. Children's language development after cochlear implantation: a literature review. *Codas*. 2016;28(3):319-25.
8. Schramm B, Bohnert A. Auditory, speech and language development in young children with cochlear implants compared with children with normal hearing. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2010;74 (7):812-9.
9. Wie OB. Language development in children after receiving bilateral cochlear implants between 5 and 18 months. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2010;74(11):1258-66.
10. Bruns L. Understanding music with cochlear implants. *Sci Rep*. 2016. 32026.
11. Flint WP, Lund VJ, Cummings. *Otolaryngology Head and Neck Surgery*. Philadelphia: Elsevier; 2010.
12. Wheeler A, Archbold S, Gregory S, Skipp A. Cochlear implants: the young people's perspective. *J Deaf Stud Deaf Educ*. 2007;12(3):303-16.
13. NIDCD Fact sheet: Cochlear Implants. National Institute of Health Publication.

- 2016; 00-4798
14. Sarant J, Harris D. Bilateral Versus Unilateral Cochlear Implants in Children: A Study of Spoken Language Outcomes. *Ear and Hearing*. 2014;35(4):396-409.
 15. Boons T, Jan P. Effect of Pediatric Bilateral Cochlear Implantation on Language Development. *JAMA Network. Arch Pediatr Adolesc Med*. 2012;166(1):28-34
 16. Haris M. Cochlear implant programme report in Dr. Soetomo Hospital Surabaya. *Jurnal Otorhinolaryngology-Indonesia*. 2016;46(1):8-15
 17. Schafer E, Utrup A. The Effect of Age of Cochlear Implantation on Speech Intelligibility to Others. *Journal of Educational, Pediatric & (Re)Habilitative Audiology*. 2016; 22(1):1-11
 18. Gilmour L. CAP-II: The inter-rater reliability of categories of auditory performance-II (CAP)-II. Master Thesis. University of Southampton, Institute of Sound and Vibration Research. 2010. 135pp.
 19. Zhou H, Chen Z, Shi H, Wu Y. Categories of Auditory Performance and Speech Intelligibility Ratings of Early-Implanted Children without Speech Training. *PLoS ONE*. 2013;8(1):1-5
 20. Flexer C, Madell J. Recommended Protocol for Audiological Assessment, Hearing Aid and Cochlear Implant Evaluation, and Followup. Alexander Graham Bell Association. 2014.