

Cochlear implant

Teuku Husni T.R

Abstrak. *Cochlear implant* (CI) merupakan alat elektronik yang sebagiannya ditanam melalui prosedur pembedahan dan sebagian lagi berada di luar tubuh, memiliki fungsi memperbaiki proses mendengar dan komunikasi baik pada dewasa maupun anak-anak dengan ketulian sensorineural berat (*severe*) hingga sangat berat (*profound*). Mula-mula gelombang suara ditangkap oleh telinga luar kemudian dikonversi menjadi vibrasi mekanik oleh rantai tulang pendengaran. Dalam telinga bagian dalam, koklea yang berisi cairan berperan dalam mengubah vibrasi mekanik menjadi vibrasi dalam medium cair. Variasi tekanan dalam cairan koklea memicu terjadinya perubahan posisi dari membran fleksibel yang disebut membran basilaris. Sel-sel rambut melekat erat pada membran basilar membengkok sesuai dengan perubahan posisi dari membran basilar dan memicu pelepasan bahan elektrokimiawi yang selanjutnya terjadi potensial listrik pada sisi tersebut. Sel-sel saraf yang tereksitasi mengadakan komunikasi dengan sistem saraf pusat dan mengirim informasi sinyal akustik tersebut menuju otak. CI merupakan alat elektronik yang mengambil alih fungsi sel-sel rambut koklea yang mengalami kerusakan ataupun tidak terbentuk dengan cara memberikan stimulasi langsung pada serabut-serabut saraf yang ada. Kandidat adalah pasien yang padanya akan dilakukan pemasangan CI. Sebelum memilih kandidat perlu dilakukan evaluasi pendahuluan berupa evaluasi medis, audiologis, psikologis, kognitif, dan sosiologik serta ada tidaknya kontra indikasi. Terdapat beberapa kontra indikasi pemasangan CI antara lain agenesis koklea, kerusakan nervus koklearis, otitis media, penyakit sistem saraf sentral, maupun kondisi medis yang tidak memungkinkan dilakukannya tindakan operasi. Komplikasi pemasangan CI dapat berkaitan dengan irisan kulit dan *skin flap*, tindakan mastoidectomy dan cochleostomy, dan yang berkaitan dengan alat. Rehabilitasi pasca pemasangan membutuhkan suatu tim ahli audiologi dan terapi wicara yang berpengalaman. (*JKS 2008; 3:157-165*)

Kata kunci: *cochlear implant*, koklea, kandidat

Abstract. *Cochlear implant* (CI) is an electronic device with two components, one component is installed inside the body by a surgery (internal component) and the other component is installed outside the body (external), which has function to correct the hearing and communication process either in adults as well as children with severe or profound sensorineural deafness. The normal hearing process starts when acoustic wave is caught by the external ear and converted into mechanic vibration by hearing bones. Inside the internal ear, the fluid-containing cochlea convert the mechanic vibration into a vibration in a liquid medium. Variation of pressure inside the cochlear fluid triggers the change in the position of the flexible basal membrane. The hairy cells which are tightly-attached to the basal membrane turn according to the change of basal membrane's position, and it triggers the releasing of chemical materials that trigger the electric potentials on that side. Excited neural cells will transfer the potentials to the brain. CI works to substitute damaged or agenetic cochlear hairy cells by directly stimulating the existing nerves. Candidate is a patient that CI will be installed in. The selection of candidate must prior to evaluation including medical, audiologic, psychologic, cognitive, and sociologic evaluation, and also determination of contra-indication. There are several contra-indications, such as cochlear ageneses, cochlear nerve damage, medial otitis, central nerve disease, etc. Complications are related to skin incision or skin flap, mastoidectomy and cochleostomy, and instrument-related complications. Rehabilitation after installation requires a team consists of experienced audiology experts and speech therapy experts. (*JKS 2008; 3:156-165*)

Keywords: *cochlear implant*, cochlea, candidate

Pendahuluan

Cochlear implant (CI) merupakan alat elektronik yang sebagian ditanam melalui prosedur pembedahan (komponen internal) dan sebagian lagi berada di luar tubuh (komponen eksternal), yang memiliki fungsi memperbaiki proses

mendengar dan komunikasi baik pada dewasa maupun anak-anak dengan ketulian sensorineural berat (*severe*) hingga sangat berat (*profound*).¹⁻⁴

CI mengalami perkembangan selama 25 tahun baik dari segi teknologi maupun dalam kriteria seleksi terhadap pasien dan metode rehabilitasinya.^{1,4}

Teuku Husni T.R adalah Dosen Bagian THT-KL FK Unsyiah/ BPK RSU Zainal Abidin

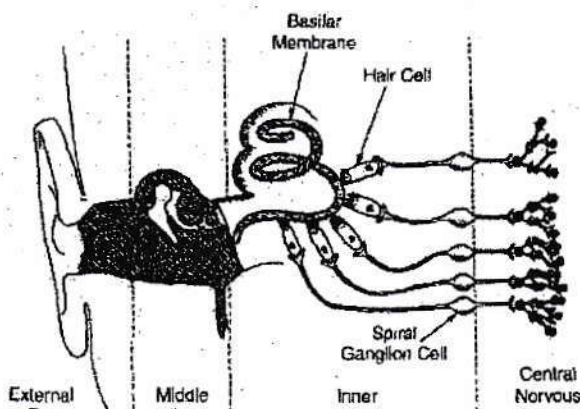
Sekalipun aman, CI tetap memiliki sejumlah komplikasi yang berpotensi timbul. Komplikasi pemasangan CI dapat berkaitan dengan irisan kulit dan *skin flap*, tindakan mastoidektomi dan kokleostomi, dan yang berkaitan dengan alat. Pengelompokan komplikasi yang lain adalah komplikasi mayor dan minor, serta komplikasi intra, peri, dan pasca operasi.^{2,4,5}

Tinjauan pustaka ini akan menyajikan fisiologi mendengar secara singkat dan beberapa hal seputar CI, yaitu bagaimana cara kerja alat, macam-macam alat implan, memilih kandidat (kriteria pasien), mengevaluasi pasien dengan CI, prosedur pembedahan (secara singkat), komplikasi, dan rehabilitasi pasien dengan CI.

Fisiologi mendengar

Fisiologi mendengar merupakan sentral penelitian diciptakannya CI. Gambar 1 berikut ini menunjukkan simplifikasi dari telinga manusia yang terdiri dari telinga luar, tengah, dan telinga dalam. Suara mengalami serangkaian transformasi saat melewati bagian-bagian telinga tersebut hingga *nervus auditivus* dan mencapai otak.⁶

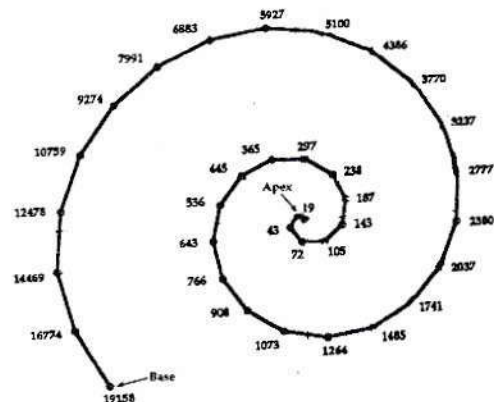
Mula-mula gelombang suara ditangkap oleh telinga luar kemudian dikonversi menjadi vibrasi mekanik oleh rantai tulang pendengaran. Dalam telinga bagian dalam, koklea yang berisi cairan berperan dalam mengubah vibrasi mekanik menjadi vibrasi dalam medium cair. Variasi tekanan dalam cairan koklea memicu



Gambar 1. Diagram simplifikasi telinga manusia⁶

terjadinya perubahan posisi dari membran fleksibel yang disebut membran basilaris. Perubahan posisi ini akan memberikan informasi mengenai frekuensi sinyal akustik yang ada saat

itu. Frekuensi tinggi akan ditangkap pada basis koklea, sedangkan frekuensi rendah ditangkap pada apeks koklea. Gambar 2 berikut menunjukkan distribusi frekuensi di dalam koklea.⁶



Gambar 2. Diagram skematik distribusi frekuensi di dalam membran basilaris⁶

Sel-sel rambut melekat erat pada membran basilar membengkok sesuai dengan perubahan posisi dari membran basilar dan memicu pelepasan bahan elektrokimiawi yang selanjutnya terjadi potensial listrik pada sisi tersebut. Sel-sel saraf yang tereksitasi mengadakan komunikasi dengan sistem syaraf pusat dan mengirim informasi sinyal akustik tersebut menuju otak.⁶

Cara kerja alat CI

CI merupakan alat elektronik yang mengambil alih fungsi sel-sel rambut koklea yang mengalami kerusakan ataupun tidak terbentuk dengan cara memberikan stimulasi langsung pada serabut-serabut saraf yang ada.¹⁻⁴

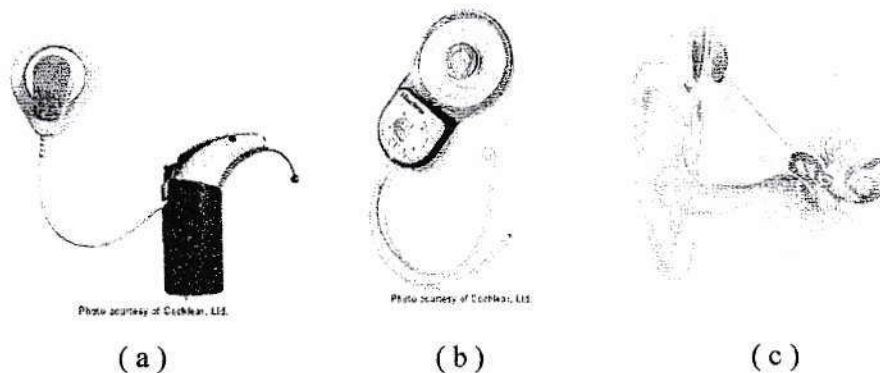
CI mengalami perkembangan sejak ditemukan tahun 1790. Pada tahun 1961, berhasil dibuat CI kanal tunggal (*single channel cochlear implant*) yang diterapkan pada penderita tuli dan dapat dideteksi adanya suara (*sound*). Selanjutnya *multichannel cochlear implant* yang merupakan penyempurnaan dari kanal tunggal berhasil dibuat pada tahun 1978. Pada tahun 1985 *multichannel cochlear implant* mendapat pengakuan dari FDA untuk digunakan pada orang dewasa, sedangkan penggunaan Nucleus

22-channel cochlear implant pada anak-anak dimulai pada tahun 1990.^{1,2}

Secara umum, CI terdiri dari empat komponen utama yaitu mikrofon, unit pengolah suara, sistem transmisi, dan elektrode (gambar 3). Mikrofon, pengolah suara, dan sebagian sistem transmisi merupakan komponen eksternal sedangkan deretan elektrode dan sebagian sistem transmisi (penerima) merupakan komponen

internal (ditanam). Mikrofon berfungsi untuk menangkap sinyal suara.

Selanjutnya sinyal suara tersebut dikonversi menjadi suatu sinyal elektrik oleh pengolah suara dan dihantarkan oleh suatu sistem transmisi hingga berakhir pada sederetan elektrode yang siap untuk menstimulasi serabut-serabut saraf. Stimulasi ini akan ditangkap oleh pusat dengar di otak sebagai suara.^{1,2,4}



Gambar 3.a. komponen eksternal⁷, b. komponen internal⁷, c. ilustrasi CI yang terpasang⁸

Macam-macam alat

CI merupakan satu dari beberapa macam alat implan. Adapun macam-macam alat implan sendiri didasarkan pada karakteristik berikut:⁶

a. Desain elektrode (jumlah elektrode, konfigurasi elektrode)

Desain elektrode berkaitan dengan penempatan elektrode, jumlah elektrode, orientasi elektrode terhadap jaringan yang dapat dirangsang, dan konfigurasi elektrode.

Tergantung dari jenis alat implan, maka elektrode dapat ditempatkan dekat foramen rotundum koklea (ekstrakoklea), sebagian besar dalam skala timpani (intrakoklea) atau pada permukaan nukleus koklearis.

Jumlah elektrode bervariasi menurut pabrik dan jenis alat implan. Pada prinsipnya, semakin banyak jumlah elektrode semakin tinggi tingkat resolusinya. Namun, pada kenyataannya sangat bergantung pada jumlah neuron yang tersisa dan

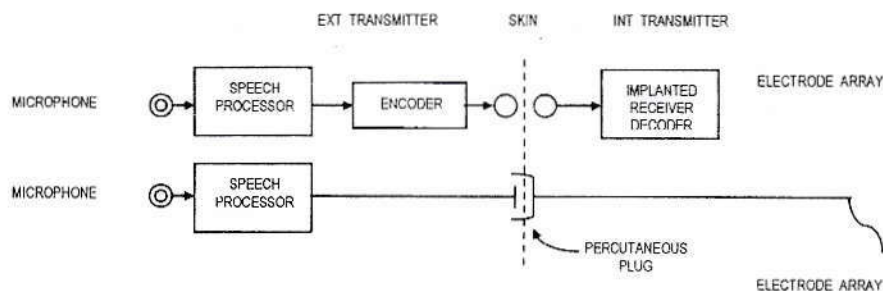
sebaran impuls yang ditimbulkan oleh stimulus listrik.

b. Tipe stimulasi (analog atau pulsatif)

Pada tipe analog, stimulus listrik diteruskan pada semua elektrode sehingga memberikan potensi terjadinya interaksi antar kanal elektrode. Sedangkan pada tipe pulsatif, stimulus listrik tertentu diteruskan pada elektrode tertentu pula (spesifik) sehingga terjadi pemisahan antar kanal.

c. Sistem transmisi (transkutan atau perkutan)

Pada transmisi transkutan, terdapat pemancar (bagian dari komponen eksternal) dan penerima (bagian dari komponen internal) yang dipisahkan oleh kulit. Sedangkan pada transmisi perkutan, tidak terdapat pemancar dan penerima karena stimulus listrik diteruskan langsung ke dalam kulit melalui colokan penghubung (*plug connection*). Diagram sistem transmisi dapat dilihat pada gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Diagram sistem transmisi⁶

d. Pengolah sinyal (*waveform representation* atau *feature extraction*)

Pengolah sinyal merupakan bagian yang paling penting dalam memberikan informasi bunyi yang diterima oleh pemakai alat implan.

Pemilihan kandidat dan evaluasi

Evaluasi pendahuluan

Kandidat adalah pasien yang padanya akan dilakukan pemasangan CI. Sebelum memilih kandidat perlu dilakukan evaluasi pendahuluan berupa evaluasi medis, audiologis, psikologis, kognitif, dan sosiologik serta ada tidaknya kontra indikasi. Evaluasi ini penting untuk turut menentukan optimalisasi manfaat/keberhasilan pemasangan implan sehingga dapat menekan risiko kerugian yang dapat terjadi.¹⁻⁴

Evaluasi medis meliputi penilaian keadaan secara umum (termasuk harapan hidup dan kesiapan untuk dilakukan anestesi umum), usia pertama kali mengalami ketulian (*hearing loss*), etiologi ketulian, penggunaan alat pembantu mendengar (APM) dan komunikasi lisan, dan lama ketulian. Selain itu, perlu pula dievaluasi ada tidaknya otitis media, riwayat operasi telinga atau fossa posterior sebelumnya, meningitis, trauma kepala, terapi radiasi, serta penyakit-penyakit lain yang berpotensi mengganggu fungsi pendengaran sentral.¹⁻³

Pemeriksaan penunjang sebelum dilakukannya pemasangan CI meliputi pemeriksaan laboratorium dan radiologis, kadang-kadang juga dilakukan pemeriksaan genetik. CT-scan merupakan pemeriksaan yang penting dan dianggap sebagai *gold standar* guna memastikan anatomi koklea, membantu

perencanaan teknik operasi, dan menekan risiko tindakan operasi itu sendiri. *Magnetic resonance imaging (MRI)* berguna dalam mengidentifikasi cairan koklea, Schwannoma vestibular, anatomi koklea, dan kecurigaan adanya proses patologi pada pendengaran sentral.¹⁻⁵

Pemeriksaan audiologis yang dikerjakan adalah audiometri nada murni, audiometri tutur, dan bila perlu dilakukan pemeriksaan *Auditory Brainstem-evoked Response (ABR)*. Pada kasus ketulian kongenital yang mencurigakan adanya aplasia nervus auditivus perlu dilakukan pemeriksaan ABR untuk memastikan keadaan tersebut, dan apabila hasilnya masih menunjukkan adanya sisa serabut-serabut syaraf, maka tidak menutup kemungkinan bahwa CI dapat dimanfaatkan.⁴

Indikasi

Kandidat yang dianggap memenuhi persyaratan seleksi ini adalah mereka dengan ketulian sensorineural bilateral berat dan sangat berat (ketulian sebesar 90 dB atau lebih), terbukti tidak terbantu oleh APM, dan pada pasien tuli *post-lingual* didapatkan skor 30% atau lebih rendah pada pemeriksaan *speech discrimination* pada keadaan terpasang APM.^{1-3,6} Anak-anak berusia dua tahun atau lebih dengan ketulian sensorineural bilateral sangat berat juga merupakan kandidat.⁶

Ketulian sangat berat didefinisikan sebagai kondisi ketulian sebesar 90 dB atau lebih. Tingkat ketulian ini diperoleh dari mengukur rata-rata ambang dengar audiometer nada murni pada frekuensi 500, 1000, dan 2000 Hertz.⁶

Secara ringkas, pemilihan kandidat dan evaluasi dapat dilihat pada tabel 1 mengenai pemilihan kandidat.

Tabel 1. Pemilihan kandidat¹

Anak – anak	Dewasa
• Ketulian sensorineural bilateral berat dan sangat berat • Usia 12 (dua belas) bulan atau lebih • APM tidak/kurang membantu • Tidak ada kontra indikasi medis terhadap tindakan operasi • Ketulian kongenital atau <i>post lingual</i> • Memiliki motivasi dan harapan yang kuat serta lingkungan pendidikan yang mendukung	• Ketulian sensorineural bilateral berat dan sangat berat • APM tidak/kurang membantu • Ketulian didapat sebelum atau sesudah mengenal bahasa/komunikasi lisan (<i>pre & post lingual</i>) • Tidak ada kontra indikasi medis terhadap tindakan operasi • Memiliki motivasi dan harapan yang kuat

Kontra indikasi

Kontra indikasi terhadap pemasangan CI berkaitan dengan faktor keamanan dan manfaat atau keberhasilan pemakaian CI itu sendiri. Terdapat beberapa kontra indikasi pemasangan CI antara lain agenesis koklea, kerusakan nervus koklearis, otitis media, penyakit sistem saraf sentral, maupun kondisi medis yang tidak memungkinkan dilakukannya tindakan operasi. Kerusakan nervus koklearis yang merupakan kontra indikasi tersebut dapat disebabkan oleh fraktur tulang temporal, tindakan operasi pada daerah fossa posterior atau terapi radiasi.¹

Prediksi keberhasilan

Setiap pemasangan CI tentu diharapkan dapat memberikan hasil yang terbaik pada pasien. Namun, harapan tersebut tidak boleh terlalu dibesar-besarkan pada saat melakukan konseling pra pemasangan karena banyak hal yang dapat mempengaruhi keberhasilan pemasangan CI itu sendiri.^{1,3}

Beberapa faktor yang dapat berpengaruh pada keberhasilan pemakaian CI antara lain :

a. Usia saat timbulnya ketulian

Usia saat timbulnya ketulian merupakan faktor kritis yang sangat berpengaruh pada hasil akhir pemasangan CI. Pasien anak maupun dewasa yang pernah mengenal percakapan sebelumnya (*postlingual*) akan memiliki tingkat keberhasilan yang lebih tinggi dibandingkan dengan mereka yang belum pernah mendengar/mengenal percakapan (*prelingual*).^{1,3} Namun, perbedaan di antara anak-anak dengan *postlingual* dan *prelingual* akan berkurang sesuai perkembangan waktu.³

b. Usia saat tindakan operasi implantasi
Semakin muda usia kandidat semakin baik prediksi keberhasilan pasca pemasangan CI. Hal ini disebabkan kondisi sistem pendengaran/persarafan yang masih elastis (*high plasticity*). FDA mengizinkan pemasangan CI pada kandidat yang berusia dua belas bulan. Sebelum usia dua belas bulan pemasangan CI memungkinkan untuk dilakukan, tetapi harus disertai oleh pengamatan dan evaluasi yang ketat termasuk ketepatan dalam menegakkan diagnosis dan derajat ketulian, dan evaluasi keberhasilan penggunaan APM sebelum beralih ke CI.³

c. Lama ketulian

Lama ketulian mempengaruhi keberhasilan pasca pemasangan CI.¹ Semakin cepat ketulian ditangani semakin baik oleh karena proses adaptasi terhadap sensori pendengaran pada umumnya masih baik.³ Namun, pada kasus *sudden deafness* perlu diamati secara seksama derajat ketulian, menunggu kemungkinan kesembuhan, dan pemakaian APM terlebih dulu sebelum memutuskan pemasangan CI.¹

d. Pendengaran sisa (*residual hearing*)

Tidak adanya pendengaran sisa secara praktis diidentikkan dengan ketulian sangat berat dan tidak ada pengenalan terhadap percakapan. Penelitian masih terus dilakukan untuk betul-betul membedakan antara pentingnya sensitivitas terhadap nada murni dibandingkan dengan kemampuan komunikasi secara umum.³

e. Faktor elektrofisiologis

Keberadaan sel-sel ganglion spiralis sangat penting bagi kemampuan dengar (*auditory performance*) dengan CI. Sekalipun kaitan antara jumlah sel ganglion yang masih ada dengan

kemampuan psikofisikal berhasil ditentukan pada binatang, tidak demikian pada manusia sehingga penelitian mengenai hal tersebut masih terus dilakukan. Pada binatang, stimulasi listrik dapat meningkatkan kemampuan sel ganglion untuk tumbuh dan selanjutnya memodifikasi fungsi pendengaran sentral.³

f. Faktor alat

Desain alat CI juga memberikan pengaruh pada hasil. Desain bervariasi menurut penempatan, jumlah dan kaitan antara deretan elektrode, transmisi sinyal hingga mencapai elektrode, maupun cara stimulus diterima oleh pengolah bicara.³

g. Faktor lain

Faktor-faktor pendukung lainnya perlu diperhatikan juga antara lain kemudahan rehabilitasi pasca operasi, kecacatan lain yang menyertai, tingkat kecerdasan, kemampuan berkomunikasi, dan tentunya dukungan dari keluarga maupun lingkungan.^{1,6}

Pemilihan telinga yang dioperasi

Sebelum pemasangan CI dilakukan penentuan telinga mana yang akan dilakukan operasi. Pilihan pertama ditujukan pada telinga dengan pendengaran sisa yang lebih jelek. Apabila kedua telinga memiliki pendengaran sama jelek, maka pilihan ditetapkan pada telinga yang dengan ketulian didapat, durasi ketulian yang lebih pendek, gambaran radiologis lebih baik atau pada telinga yang memakai APM lebih lama.^{2,3}

Prosedur pembedahan

Prinsip pembedahan pada pemasangan CI sebagaimana prosedur pembedahan pada umumnya, antara lain minimalisasi komplikasi, sesederhana mungkin, dan efisiensi waktu. Prosedur pembedahan dilakukan dengan anestesi umum, biasanya memakan waktu kurang dari dua jam dan waktu rawat inap kurang dari 24 jam.²

Secara garis besar dilakukan mastoidektomi dan pendekatan timpanotomi posterior (pada resesus fasialis). Skala timpani dibuka melalui kokleostomi pada promontorium anteroinferior. Setelah endosteum koklea teridentifikasi dilakukan pembukaan dengan jarum berdiameter satu milimeter. Sebelum insersi alat, dilakukan

lubrikasi dengan *Healon* (mengandung Natrium hyaluronat).^{2,5}

Insersi CI (deretan elektrode) dilakukan secara manual berlawanan dengan arah jarum jam setelah mencapai kedalaman lima sampai sepuluh milimeter. Selanjutnya, insersi lima belas milimeter dilakukan dengan bantuan penuntun (*claw*) agar elektrode berjalan sepanjang dinding laterokaudal.^{2,5}

Setelah insersi elektrode selesai, dilakukan pemeriksaan refleks stapedius dan *neural response telemetry (NRT)* untuk memastikan elektrode telah berada pada tempat yang tepat.^{2,5}

Komplikasi

Implantasi koklea merupakan tindakan operatif yang relatif aman dengan insiden komplikasi antara 0.27% hingga 3%.⁵ Pengamatan yang lain menunjukkan adanya penurunan insiden komplikasi dalam lima tahun (1994-1999) dari 11% menjadi 5%.² Pada anak-anak, insiden komplikasi lebih banyak terjadi pada usia yang lebih muda.⁴

Sebagian besar komplikasi yang timbul berkaitan dengan insisi dan pembuatan *skin flap* yang meliputi infeksi luka operasi, kegagalan penutupan luka operasi, dan transmisi perkutan yang buruk. Komplikasi yang lain terkait operasi mastoidektomi dan kokleostomi meliputi paralisa nervus fasialis, perdarahan sinus duramater, fistula perilimfe, dan meningitis. Sedangkan komplikasi terkait alat antara lain patahnya elektrode saat insersi alat, kerusakan intra koklea yang berat akibat insersi alat, *false route* elektroda keluar dari koklea, penempatan deretan elektroda yang kurang tepat, dan kegagalan alat.^{2,9}

Sejumlah komplikasi yang dijumpai dapat juga dikelompokkan menjadi komplikasi mayor dan minor⁵, ataupun komplikasi intra, peri atau pasca operatif.^{2,4}

Komplikasi mayor didefinisikan komplikasi yang membutuhkan revisi operasi yang meliputi permasalahan *skin flap*, migrasi alat, dan kegagalan alat. Paralisa fasialis juga sering dikategorikan dalam komplikasi mayor apabila membutuhkan operasi korektif. Komplikasi minor akan membaik tanpa perlu tindakan operatif, misalnya pada stimulasi listrik nervus fasialis yang dapat diatasi dengan pemrograman

alat, infeksi ringan sekitar luka operasi maupun migrasi alat yang minimal.⁵

Selama operasi berlangsung dapat terjadi komplikasi antara lain lesi nervus fasialis, kebocoran perilimfe, dan insersi elektrode yang kurang adekuat. Komplikasi peri operatif utamanya berkaitan dengan penyembuhan luka operasi dan merupakan komplikasi terbanyak pada anak-anak. Sedangkan komplikasi pasca operatif meliputi komplikasi jangka pendek dan jangka panjang. Komplikasi jangka pendek antara lain stimulasi nervus petrosus superfisial mayor sehingga terjadi produksi air mata berlebih dan stimulasi nervus fasialis yang dapat menimbulkan rasa nyeri (neuralgia). Komplikasi jangka panjang meliputi kegagalan alat dan migrasi deretan elektroda. Sekalipun demikian, angka kegagalan alat adalah kurang dari dua persen.⁴

Berikut disampaikan beberapa jenis komplikasi yang didapatkan pada pemasangan CI.

a. Fistula perilimfe

Kejadian kehilangan keseimbangan dan vertigo setelah implantasi koklea berkisar antara 13% hingga 74% dimana sebagian besar mengalami resolusi setelah mendapat terapi medik dan rehabilitasi vestibular.⁹

Terdapat satu laporan kasus kehilangan keseimbangan yang persisten yang disebabkan adanya fistula perilimfe pasca implantasi koklea. Setelah didahului dengan evaluasi *CT-scan* dilakukan penutupan bekas kokleostomi dengan periosteum dan otot melalui suatu eksplorasi telinga tengah yaitu timpanotomi eksploratif.⁹

b. Lesi nervus fasialis

Paralisa nervus fasialis merupakan komplikasi implantasi koklea yang jarang. Suatu penelitian retrospektif pada 705 pasien pasca implantasi antara tahun 1980 – 2002 didapatkan insiden sebesar 0.71% (lima pasien) dengan *delayed onset* bervariasi antara delapan belas jam hingga sembilan belas hari pasca implantasi. Terapi medik yang diberikan adalah steroid (prednison dosis 1 mg/kg selama sepuluh hari) dan kombinasi steroid-antivirus (Valasiklofir 3x500 mg/hari selama 10 hari) dimana diperoleh pemulihan pada semua kasus setelah dua hingga enam bulan pasca terapi.¹⁰ Pada anak-anak, insiden mencapai 0,5% dan risiko ini dapat

diperkecil dengan pemasangan monitor elektromiografi intra operatif.⁴

c. Meningitis

Meningitis pasca implantasi terjadi akibat infeksi yang menyebar lewat cairan serebrospinal atau tindakan operasi yang kurang aseptis. Deretan elektrode sendiri berpotensi sebagai jembatan penghubung penyebaran infeksi.¹¹

Penelitian kohort di UK Kingdom pada tahun 2002 terhadap 1851 anak dan 1779 dewasa pasca implantasi menunjukkan insiden meningitis yang tidak berkaitan dengan implantasi itu sendiri. Dengan kata lain, disimpulkan bahwa komplikasi meningitis tidak terjadi pada obyek penelitian tersebut.¹¹

d. Permasalahan peletakan komponen internal CI

Salah penempatan (*false route*) pada kanalis karotis merupakan komplikasi yang jarang dijumpai pada pemasangan CI. Risiko lesi arteri karotis pada kesalahan penempatan ini dikatakan minimal, yang jelas terjadi adalah kerusakan alat. Identifikasi yang tepat letak koklea dan kokleostomi menghindari *false route*, tetapi tetap tidak menjamin sepenuhnya.¹² Pemeriksaan refleks stapedius dan *neural response telemetry (NRT)* memastikan bahwa CI telah berada pada tempat yang tepat.⁵

Rehabilitasi pasien dengan CI

Dalam waktu tiga hingga empat minggu pasca pemasangan CI dilakukan pemograman alat untuk mendapatkan ambang dan keras suara yang nyaman bagi pasien. Sebagai rangkaian rehabilitasi pasca implantasi adalah pemograman lanjutan, penjelasan mengenai pemakaian alat, dan pemeliharaan komponen eksternal.¹

Pada anak-anak, proses pembelajaran secara intensif tentang bagaimana mendengar dengan CI sangatlah penting dan hal ini membutuhkan suatu tim ahli audiologi dan terapi wicara yang berpengalaman.¹

Kesimpulan

1. Cochlear implant (CI) merupakan alat elektronik yang sebagian ditanam melalui prosedur pembedahan (komponen internal) dan sebagian yang lain berada di luar tubuh (komponen eksternal), yang memiliki fungsi memperbaiki proses mendengar dan

komunikasi baik pada dewasa maupun anak-anak dengan ketulian sensorineural berat (*severe*) hingga sangat berat (*profound*).

2. Macam-macam alat implan didasarkan pada desain elektrode, tipe stimulasi, sistem transmisi, dan pengolah sinyal.
3. Kandidat adalah pasien yang padanya akan dilakukan pemasangan CI. Sebelum memilih kandidat perlu dilakukan evaluasi pendahuluan berupa evaluasi medis, audiologis, psikologis, kognitif, dan sosiologik serta ada tidaknya kontra indikasi.
4. Indikasi pemasangan CI antara lain mereka dengan ketulian sensorineural bilateral berat dan sangat berat (ketulian sebesar 90 dB atau lebih), terbukti tidak terbantu oleh APM, dan pada pasien tuli *post-lingual* didapatkan skor 30% atau lebih rendah pada pemeriksaan *speech discrimination* pada keadaan terpasang APM serta anak-anak berusia dua tahun atau lebih dengan ketulian sensorineural bilateral sangat berat.
5. Terdapat beberapa kontra indikasi pemasangan CI antara lain agenesis koklea, kerusakan nervus koklearis, otitis media, penyakit sistem saraf sentral, maupun kondisi medis yang tidak memungkinkan dilakukannya tindakan operasi.
6. Beberapa faktor yang mempengaruhi keberhasilan pemakaian CI adalah usia saat timbulnya ketulian, usia saat implantasi, lama ketulian, pendengaran sisa, faktor elektrofisiologis, faktor alat, dan faktor lainnya.
7. Sebelum pemasangan CI dilakukan penentuan telinga yang dioperasi.
8. Tindakan utama pada pemasangan CI adalah mastoidotomi dan kokleostomi.
9. Implantasi koklea-relatif aman dengan insiden komplikasi antara 0.27% - 3%.
10. Komplikasi pemasangan CI dapat berkaitan dengan irisan kulit dan *skin flap*, tindakan mastoidotomi dan kokleostomi, dan yang berkaitan dengan alat. Pengelompokan komplikasi yang lain adalah komplikasi mayor dan minor, serta komplikasi intra, peri, dan pasca operasi.
11. Beberapa komplikasi yang telah diidentifikasi antara lain fistula perilimfe,

lesi nervus fasialis, meningitis, permasalahan peletakan komponen internal CI.

Daftar pustaka

1. Kelsall DC. Current state-of-the-art in cochlear implant. Spring [serial online] 2005;4-11. Available from: [URL:http://www.thecni.org/hearing/whatsnew.htm](http://www.thecni.org/hearing/whatsnew.htm). Accessed October 19, 2005.
2. Cordes S, Vrabec J. Cochlear implant. Grand Rounds Presentation, UTMB, Dept. of Otolaryngology 1999 March 3. Available from: [URL:http://www.utmb.edu/otoref/Grnds/Cochlear-Implants-990303/Cochlear-Implants-9903.htm](http://www.utmb.edu/otoref/Grnds/Cochlear-Implants-990303/Cochlear-Implants-9903.htm). Accessed September 20, 2005.
3. Cochlear implant in adults and children. NIH Consensus Statement 1995 May 15-17;13(2):1-30. Available from: URL: <http://medhelp.org/lib/100coc.htm>. Accessed September 30, 2005.
4. Souliere CR, Quigley SM, Langman AW. Cochlear implants in children. In: Herson FS, editor. The otolaryngologic clinics of North America. Philadelphia: WB Saunders Company; 1994 June. p. 533-56. (vol 27(3)).
5. Batman C, Inan S, Ozturk O, Tutkun A, Sehitoglu MA. Cochlear implantation: patients, problems, and surgical complications. Turk ORL Arsivi 2001;39(2):89-95. Available from: [URL:http://www.turkarchotolaryngol.org/v39/v39n2e/v39n2e01p089.htm](http://www.turkarchotolaryngol.org/v39/v39n2e/v39n2e01p089.htm). Accessed October 13, 2005.
6. Loizou P. Introduction to cochlear implant. IEEE Eng. Med. Biol. Mag. 1999;18(1):32-42. Available from: [URL:http://www.utdallas.edu/~loizou/cimplants/tutorial/tutorial.htm](http://www.utdallas.edu/~loizou/cimplants/tutorial/tutorial.htm) Accessed October 13, 2005.
7. Cochlear Implant Centre. Cochlear implant: medical info. University of Miami school of medicine 2005. Available from: [URL:http://www.cochlearimplants.med.miami.edu/medical/index.asp](http://www.cochlearimplants.med.miami.edu/medical/index.asp). Accessed October 12, 2005.
8. Cochlear implant. Wikipedia, free encyclopedia 2005 October 24. Available from: [URL:http://en.wikipedia.org/wiki/cochlear_implant](http://en.wikipedia.org/wiki/cochlear_implant). Accessed October 30, 2005.
9. Kusuma S, Liou S, Haynes DS. Disequilibrium after cochlear implantation caused by a perilymph fistula. The Laryngoscope 2005 January;115:25-6.
10. Fayad JN, Wana GB, Micheletto JN, Parisier SC. Facial nerve paralysis following cochlear implant surgery. The Laryngoscope 2003 August;113:1344-6.
11. Summerfield, AQ, Cirstea SE, Roberts KL, Barton GR, Graham JM, O'Donoghue GM. Incidence of meningitis and of death from all causes among users of cochlear implants in the United Kingdom. Journal of Public Health 2004 November;27(1):55-61. Available from:

URL: http://www.jpubhealth.oupjournals.org/cgi/external_ref?access_num=15564280&link_type=PUBMED
D. Accessed September 30, 2005.

12. Gastman BR, Hirsch BE, Sando I, Fukui MB, Wargo ML. The potential risk of carotid injury in cochlear implant surgery. *The Laryngoscope* 2002 February;112:262-6.