

Tinjauan Pustaka

Peran Audiometri Tuter pada Otitis Media Supuratif Kronis

Esmaralda Nurul Amany¹, Rosy Rosalinda¹, Jacky Munilson¹, Yan Edward¹,

1) Departemen THK-KL FK Unand/RSUP Dr.M. Djamil, Padang

ABSTRAK

Latar Belakang: Otitis media supuratif kronis adalah infeksi pada telinga tengah berkepanjangan yang ditandai dengan adanya sekret telinga dan perforasi membran timpani yang menetap dengan masalah utama yaitu gangguan pendengaran. Gangguan pendengaran akibat otitis media supuratif kronis dapat mengganggu perkembangan bahasa, kemampuan komunikasi dan menurunkan kualitas hidup. Pemeriksaan audiometri nada murni merupakan pemeriksaan pendengaran yang rutin dilakukan, tetapi dengan audiometri tutur dapat menilai kemampuan komunikasi pada pasien otitis media supuratif kronis. **Tujuan :** Mengetahui dan memahami peran pemeriksaan audiometri tutur pada pada pasien otitis media supuratif kronis. **Tinjauan Pustaka:** Pasien dengan otitis media supuratif kronis biasanya memiliki gambaran audiogram gangguan pendengaran konduktif, namun bisa juga terjadi gangguan pendengaran sensorineural. Audiometri tutur berguna untuk menilai kemampuan komunikasi dan memungkinkan penilaian aspek konduksi dan sensoris pada organ pendengaran serta memberikan gambaran fungsi pendengaran sentral. Pada pasien otitis media supuratif kronis dapat ditemukan gangguan pemahaman percakapan yang tidak dapat digambarkan oleh pemeriksaan audiometri nada murni. **Kesimpulan :** Otitis media supuratif kronis dapat menyebabkan gangguan pendengaran yang mempengaruhi aktivitas sehari-hari dan kualitas hidup seseorang. Pemeriksaan audiometri tutur penting dilakukan pada pasien otitis media supuratif kronis karena dapat mengevaluasi pendengaran dengan menilai kemampuan komunikasi, menilai prognosis terapi, dan rehabilitasi setelah dilakukan tindakan operatif. **Kata kunci :** Audiometri nada murni, audiometri tutur, otitis media supuratif kronis

ABSTRACT

Background: Chronic suppurative otitis media (CSOM) is an infection of middle ear with discharge and permanent tympanic membrane perforation with hearing loss as its main problem. Hearing loss caused by chronic suppurative otitis media could lead to impaired language development, speech skill and poorer life quality. Pure tone audiometry is a routine examination in chronic suppurative otitis media, but speech audiometry could evaluate communication ability of chronic suppurative otitis media patient. **Objectives:** To know and understand the role of speech audiometry in chronic suppurative otitis media. **Literature:** Audiogram of chronic suppurative otitis media patients usually show conductive hearing loss and sometimes sensorineural hearing loss. Speech audiometry could evaluate speech capability and may give information about central auditory processing. Many chronic suppurative otitis media patients have speech understanding problem that couldn't be assessed by pure tone audiometry. **Conclusion:** Chronic suppurative otitis media could cause hearing loss that affect individual daily activity and life quality. It is important to perform speech audiometry in chronic suppurative otitis media patients to evaluate hearing by asses communication skill, evaluate prognostic of therapy, and rehabilitation after operative procedure. **Keyword :** Pure tone audiometry, speech audiometry, chronic suppurative otitis media

Korespondensi

Rosy Rosalinda, Departemen THK-KL FK Unand/RSUP Dr.M. Djamil, Padang Email: rosy.rosalinda@gmail.com

PENDAHULUAN

Otitis media supuratif kronis (OMSK) adalah infeksi telinga tengah lebih dari 2 bulan yang ditandai dengan adanya sekret telinga dan perforasi membran timpani.¹ Berbagai studi menunjukkan bahwa OMSK lebih banyak ditemukan pada negara berkembang.² Prevalensi OMSK secara keseluruhan di India adalah 46% dengan perbandingan 16/1.000 populasi.¹ Prevalensi OMSK adalah 15% di Australia

pada suku Aborigin, berkisar 5,4% di Indonesia, dan berkisar 2-4% di Thailand, Filipina, Malaysia dan Vietnam. Dari suatu studi didapatkan 23% OMSK terjadi pada anak usia dibawah 5 tahun.²

Gangguan pendengaran akibat OMSK biasanya merupakan gangguan pendengaran konduktif, hal ini diakibatkan berkurangnya tekanan udara di telinga tengah, adanya cairan di telinga tengah, kekakuan membran timpani dan/atau osikel,

destruksi osikel, atau jaringan fibrosis dan kolesteatoma. Pada stadium lanjut, inflamasi yang terjadi dapat mempengaruhi telinga tengah dan menyebabkan gangguan pada komponen sensorineural.³ Gangguan pendengaran pada OMSK dapat mengganggu kemampuan komunikasi serta menyebabkan penurunan kualitas hidup dan gangguan psikologis.⁴

Pemeriksaan audiometri nada murni merupakan pemeriksaan rutin dilakukan sebelum dilakukan operasi pada kasus OMSK.⁵ Akan tetapi, kemampuan komprehensif percakapan tidak dapat dinilai berdasarkan pemeriksaan audiometri nada murni. Audiometri nada murni digunakan untuk menilai derajat dan tipe gangguan pendengaran, sementara audiometri tutur dapat mengevaluasi pendengaran berdasarkan kemampuan komunikasi sehari-hari. Audiometri tutur memungkinkan untuk menilai organ konduktif dan sensorineural, serta menggambarkan fungsi proses pendengaran sentral.⁶

TINJAUAN PUSTAKA

Anatomi Telinga

Telinga Luar

Telinga luar merupakan bagian dari telinga yang terletak di lateral dari membran timpani. Bagian ini terdiri dari kanalis akustikus eksternus, aurikula dan bagian kartilago dari telinga.⁷ Aurikula atau pinna merupakan struktur kartilago yang berkelanjutan dengan kanalis akustikus eksternus dan berfungsi untuk menangkap suara.⁸ Sepertiga lateral kanalis akustikus eksternus merupakan lanjutan dari kartilago pinna, sedangkan bagian 2/3 medialnya adalah tulang. Ismus merupakan bagian tersempit dari kanalis akustikus eksternus, terletak di medial dari pertemuan bagian kartilago dan tulang kanalis akustikus eksternus.⁹

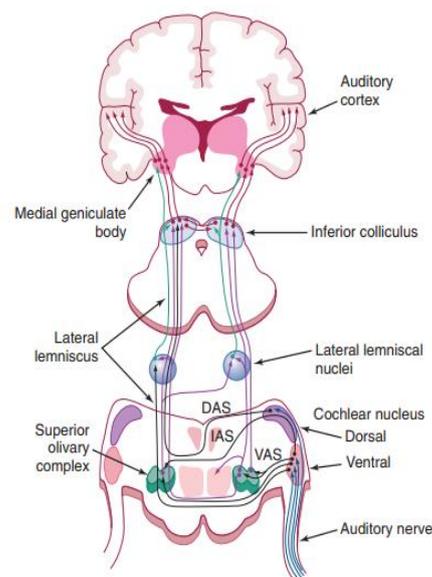
Telinga Tengah

Telinga tengah merupakan rongga tertutup yang terdiri dari permukaan medial membran timpani, osikel, *oval window*, tuba Eustachius, otot telinga tengah dan ligamen dengan lipatan mukosa.¹⁰ Struktur lainnya termasuk nervus fasialis segmen timpani berjalan sepanjang dinding lian telinga untuk melalui kavum timpani.¹¹

Kavum timpani merupakan ruang udara ireguler pada tulang temporal dengan membran timpani di bagian lateral dan labirin tulang di medial. Kavum timpani dibagi menjadi tiga kompartmen: epitimpanum, mesotimpanum dan hipotimpanum. Epitimpanum atau atik, berada di atas dari *malleolar floor* serta dipisahkan dari mesotimpanum dan hipotimpanum oleh banyak lapisan dan lipatan mukosa.¹¹ Sedangkan mesotimpanum berada di bagian tengah dan hipotimpanum di bagian inferior.¹² Bagian telinga tengah disekitar orifisium timpani tuba Eustachius kadang disebut protimpanum.¹³ Retrotimpanum berada di belakang, termasuk dinding posteromedial dan posterior kavum timpani, dimana protimpanum berada anterior dari promontorium dan berdekatan dengan bagian timpani dari tuba Eustachius.¹¹

Telinga Dalam

Telinga dalam atau labirin merupakan organ penting dalam fungsi pendengaran dan keseimbangan.¹⁴ Telinga dalam terdiri dari labirin membran dan labirin tulang. Labirin membran berisi cairan jernih yang disebut endolimfe sedangkan ruang antara labirin membran dan tulang berisi dengan perilimfe.¹³



Gambar 1. Jarak pendengaran sentral¹⁵

Labirin tulang terdiri dari koklea, tiga kanalis semisirkularis dan vestibuli. Koklea merupakan organ auditori dari labirin dan memanjang ± 35 mm. duktus koklea dan organ strukur sensoris serta pendukungnya membentuk spiral dengan bentuk 2,5-2,75 lingkaran.⁷ Kanalis semisirkularis terdiri dari lateral atau horizontal, superior atau anterior dan posterior. Ketiga kanal saling berhubungan dengan yang lainnya dan masing-masing memiliki ampula. Vestibuli merupakan bagian tengah dari labirin tulang.⁹ Vestibuli memiliki lima pembukaan kanalis semisirkularis pada bagian posterosuperior.¹³

Labirin membran terdiri dari duktus koklearis atau skala media, duktus dari ketiga kanalis semisirkularis serta krista ampula, organ otolith (utrrikulus dan sakulus) serta duktus dan sakus endolimfe.⁹ Duktus koklearis berbentuk tabung melingkar dengan 3 dinding yang dibentuk oleh membran basilar, membran Reissner, dan stria vaskularis.¹³ Organ Corti merupakan organ sensoris kompleks yang berisi sel rambut luar dan dalam serta sel pendukung pada membran basilar.⁷ Duktus semisirkularis berjumlah tiga sesuai dengan jumlah kanalis semisirkularis yang membuka pada utrikulus. Ujung ampula dari tiap duktus berisi penebalan neuroepitelium yang disebut krista ampula. Duktus endolimfe dibentuk dari pertemuan dua duktus, yang masing-masing dari sakulus dan utrikulus. Bagian ujungnya berdilatasi membentuk sakus endolimfe, yang terletak diantara dua lapisan dura pada permukaan posterior pars petrosus.¹³

Jaras Pendengaran Sentral

Jaras pendengaran sentral meliputi seluruh proyeksi neuron asendens dan desendens yang menghubungkan nervus koklearis, batang otak, otak tengah, thalamus dan korteks serebri.^{15,16} Dari nukleus koklearis, nukleus utama pada jalur auditori asendens adalah kompleks olivari superior, lemniskus lateral, kolikulus inferior, badan genikulatum medial, dan korteks auditori (Gambar 1)¹⁵.

Nervus koklearis merupakan trunkus nervus kranialis VIII atau kokleovestibuler yang berisi serabut aferen yang mentransmisi informasi auditori dari sel rambut luar dan dalam ke batang otak.¹⁵

Badan sel neuron aferen tersebut berada pada ganglion spiralis koklea.¹⁶ Neuron yang berukuran lebih besar adalah sel ganglion tipe I yang proyeksinya berasal dari sel rambut dalam. Sedangkan neuron yang berukuran kecil berkontak dengan sel rambut luar. Nervus koklearis terletak di anterior dan inferior dari kanalis akustikus eksternus. Pada bagian paling lateral dari kanalis akustikus internus, nervus koklearis terletak di anterior nervus vestibular.¹⁵

Seluruh sistem auditori perifer memasuki sistem sentral melalui nukleus koklearis.¹⁷ Pada nukleus ini, proses auditori awal dimulai, dan serabut-serabut didistribusikan ke batang otak. Nukleus koklearis dibagi menjadi ventral dan dorsal. Nukleus koklearis dorsal berperan dalam orientasi sumber suara. Sedangkan ventral berguna untuk memproses informasi dari nervus koklearis.¹⁵

Kompleks olivari superior merupakan pusat pendengaran sentral pertama yang menerima inervasi binaural.¹⁸ Organ ini terletak pada aspek kaudal pons dan berfungsi untuk lokalisasi suara dan proses auditori kompleks serta memiliki percabangan eferen yang memberikan timbal balik ke koklea dan nervus koklearis.¹⁵

Lemniskus lateral merupakan jalur dimana nervus koklearis pontin dan medularis mencapai kolikulus inferior. Organ ini berfungsi untuk lokalisasi suara dan untuk mengolah informasi suara. Kolikulus inferior merupakan struktur otak tengah yang bersinapsis dengan hampir seluruh jalur auditori asendens dan desendens.¹⁵ Organ ini berfungsi untuk membedakan sensitivitas terhadap frekuensi dan intensitas, kekerasan suara, dan pendengaran binaural.¹⁸

Badan genikulatum medial merupakan bagian dari thalamus yang menghubungkan seluruh inervasi auditori asendens ke telensefalon. Organ ini menerima inervasi dari nukleus kolikulus inferior dan serabut desendes dari korteks auditori.¹⁵ Organ ini mengirimkan proyeksi ke korteks auditori, namun fungsi spesifiknya masih belum diketahui.¹⁸

Korteks auditori terletak di dalam fisura sylvii pada permukaan superior lobus temporalis.¹⁸ Korteks auditori terdiri dari beberapa bagian yaitu AI (korteks auditori

primer) atau area Brodmann 41, AII (korteks auditori sekunder) atau area Brodmann 42, *anterior auditory field* (AAF atau A), *ventral auditory field* (VP), dan *posterior auditory field* (P). Beberapa area kortikal mengelilingi korteks auditori primer. Aspek posterior dari gyrus temporal superior dan bagian profunda planum temporale disebut dengan area Wernicke atau area 22. Regio ini berfungsi sebagai reseptif bahasa dan dominan pada sisi kiri mayoritas manusia. Posterior dari area 22, adalah gyrus angular dan supramarginal (area 39 dan 40). Daerah ini berfungsi untuk integrasi auditori, somatosensoris dan informasi visual. Kemampuan membaca dan menulis juga diintegrasikan di regio ini. Selain itu, terdapat regio di inferior dari gyrus frontal yaitu area Broca atau area 44 dan 45. Regio ini penting untuk bahasa ekspresif dan persepsi musik.¹⁵

Fisiologi Pendengaran

Sinyal akustik ditransmisikan dari udara pada lingkungan eksternal ke telinga dalam yang berisi cairan.¹⁹ Sinyal akustik ditangkap oleh pinna, melalui kanalis akustikus eksternus dan mengenai membran timpani. Getaran membran timpani ditransmisikan ke kaki stapes melalui rantai osikel yang melekat ke membran timpani. Pergerakan kaki stapes menyebabkan perubahan tekanan cairan labirin, sehingga menggerakkan membran basilar. Gerakan ini akan menstimulasi sel-sel rambut pada organ Corti yang berperan sebagai transduser dan merubah energi mekanik menjadi impuls listrik, yang akan berjalan ke nervus koklearis. Sehingga, mekanisme pendengaran secara luas dapat dibagi menjadi:

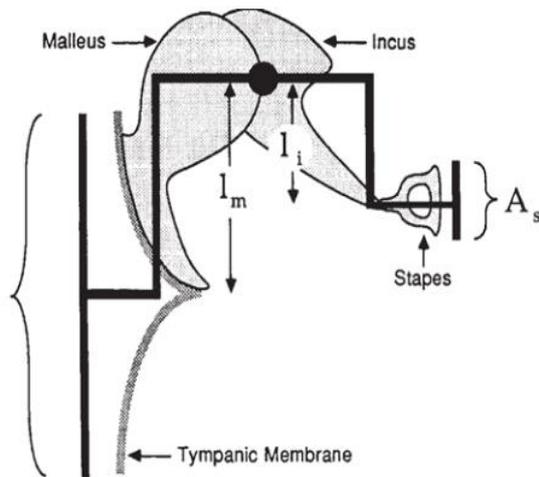
- Konduksi mekanik suara (organ konduksi)
- Transduksi energi mekanik menjadi impuls listrik (sistem sensoris koklea)
- Konduksi impuls listrik ke otak (jalur neural).¹⁶

Telinga luar berfungsi untuk menangkap dan menyaring udara.²⁰ Bentuk pinna dan kanalis akustikus eksternus dapat meningkatkan frekuensi resonansi spesifik ketika menangkap suara: bagian konka memiliki frekuensi resonansi sekitar 5.300 Hz dan kanalis akustikus eksternus

memiliki frekuensi resonansi sekitar 3.000 Hz. Telinga luar berperan penting dalam lokalisasi suara yang dapat dicapai dengan dua mekanisme utama, yaitu: perbedaan waktu dan amplitudo interaural.¹⁴ Telinga tengah mentransmisikan energi akustik dari kanalis akustikus eksternus ke koklea.¹⁸ Fungsi fundamentalnya adalah untuk memodifikasi energi suara dengan menyelaraskan impedans sinyal akustik ketika dikonduksi dari media udara ke media berisi cairan. Energi akustik ditransfer dari media impedans rendah, menuju media impedans tinggi dengan kecepatan rendah melalui *ossicular coupling*.¹⁰ Penyelarasan impedans ini didapatkan dengan 3 faktor. Faktor pertama dan yang terpenting adalah area getaran efektif pada membran timpani yang berkisar 17-20 kali lebih efektif dibandingkan kaki stapes. Faktor kedua adalah aksi dari rantai osikel. Dan ketiga adalah faktor bentuk dari membran timpani. Hasil kombinasi dari ketiga faktor ini adalah *pressure gain* $\pm 25-30$ dB.¹⁸

Udara yang memasuki kanalis akustikus eksternus mengenai membran timpani dan membentuk gelombang yang dikonduksikan ke umbo kemudian ke manubrium maleus. Pada frekuensi rendah, membran timpani mentransfer energi dengan gerakan seragam menuju maleus. Sedangkan pada frekuensi tinggi, gerakan lebih kompleks dan bagian vibrasi dihalangi oleh telinga tengah.¹⁰ Gelombang suara menggetarkan membran timpani dan menggerakkan osikel.²¹ Kemampuan pantulan dari membran timpani tinggi pada frekuensi dibawah 1 kHz dan rendah pada frekuensi 1-4 kHz, sehingga dalam rentang frekuensi ini energi maksimum dapat dikirimkan paling efisien ke koklea dan telinga tengah. Pada frekuensi tinggi hingga 15 kHz, pantulan meningkat mendekati nilai total kembali, sehingga diduga bahwa telinga tengah menghambat rambatan gelombang pada frekuensi tinggi. Kekakuan atau elastisitas telinga tengah ditentukan dari membran timpani, ligamen osikel dan tekanan udara telinga tengah. Sementara massa ditentukan oleh osikel. Faktor kekakuan membatasi pasase suara frekuensi rendah sedangkan kebalikannya berlaku untuk faktor massa.¹⁰

Setelah gelombang suara menggetarkan membran timpani dan menggerakkan osikel, terjadi amplifikasi suara dengan menjadikan rantai osikel sebagai *impedance-matching transformer* yang penting untuk menghindari kehilangan energi ketika suara berjalan dari media udara ke media cairan.²¹ Maleus, inkus dan stapes terhubung oleh sendi sinovial untuk



Gambar 2. Skema rantai osikel dan membran timpani menunjukkan perbedaan area dan pola getaran osikel¹⁸

transmisi stimulus akustik dari membran timpani. Panjang geometri dari maleus diperkirakan lebih besar 2,1 kali lipat dibanding inkus sehingga aksi ungit lebih besar 2,1 lipat (Gambar 2)¹⁸.

Sedangkan maleus dan inkus berputar ke sekitar aksis anteroposterior kompleks maleus inkus yang melalui pusat gravitasi osikel. Pada frekuensi tinggi, terdapat gerakan yang lebih sedikit dari maleus dan inkus, sedangkan pada frekuensi tinggi pergerakan lebih kompleks sehingga dapat mengkonduksi suara lebih efisien. Stapes juga memiliki pola pergerakan yang sama, gerakan sederhana seperti piston pada frekuensi rendah, dan gerakan spasial kompleks pada frekuensi tinggi.¹⁰ Getaran ditransmisi oleh stapes menyebabkan variasi tekanan hidromekanik pada perilimfe koklea termasuk partisi koklea.²²

Telinga tengah memiliki dua buah *window* yang menghubungkan telinga tengah dan dalam.¹⁰ *Oval window* terletak pada dinding medial bagian posterior mesotimpanum, sedangkan *round window*

berada di aspek posteroinferior promontorium di dinding media kavum timpani.²³ *Oval window* berartikulasi dengan kaki stapes sedangkan *round window* dilapisi oleh lapisan sekunder membran timpani. Perbedaan tekanan antara *oval* dan *round window* penting untuk pergerakan gelombang koklea yang mengatur fungsi koklea. *Oval window* merupakan tempat utama distribusi energi udara, meskipun pada frekuensi tinggi, hal ini diredam di telinga tengah. Gangguan pada *oval window* dapat menyebabkan hilangnya distribusi gelombang udara dan memberikan efek signifikan terhadap sensitivitas auditori. Sebagai tambahan integritas gelombang koklea, *round window* juga berperan dalam absorpsi dan sekresi perilimfe dengan adanya membran semipermeabel. Hal ini memungkinkan pemberian obat intratimpani melalui *oval window* untuk mencapai konsentrasi intralabirin yang efektif.¹⁰

Koklea memiliki 2 fungsi dasar, yaitu: sebagai transduser yang menerjemahkan stimulus akustik menjadi bentuk yang sesuai untuk menstimulus nervus koklearis sehingga otak dapat memproses informasi pada stimulasi suara tersebut dan mengamplifikasi dengan mekanisme *active cell-based* untuk memodifikasi respon koklea terhadap suara yang masuk pada frekuensi dan level tertentu.²⁰ Pergerakan dari kaki stapes, ditransmisi ke cairan koklea, menggerakkan membran basilar dan gaya geser antara membran tektorial dan sel rambut. Distorsi dari sel rambut meningkatkan mikroponik koklea yang memicu impuls saraf. Gelombang bunyi, tergantung frekuensinya, mencapai amplitudo maksimum pada lokasi tertentu pada membran basilar dan menstimulasi segmen tersebut, hal ini disebut dengan "*travelling wave theory of von Bekesy*". Frekuensi tinggi terdapat pada basal koklea sedangkan semakin ke apeks frekuensi semakin rendah.¹⁶

Sinyal suara kemudian diubah ke bentuk elektromekanik oleh sel rambut.¹⁴ Akson sentral sel-sel rambut berkumpul dan membentuk nervus koklearis menuju bagian ventral dan dorsal nukleus koklea. Kemudian keduanya menyilang dan berjalan ke nukleus olivari superior, lemniskus lateral, kolikus inferior, badan

genikulatum medial, dan mencapai korteks auditori pada lobus temporal.¹⁶

Otitis Media Supuratif Kronis

Secara luas, otitis media didefinisikan sebagai inflamasi pada telinga tengah yang dapat melibatkan daerah pneumatisasi pada tulang temporal.²⁴ Diagnosis otitis media kronis diartikan bahwa adanya kelainan pada adanya kelainan permanen pada pars tensa atau flaksida, biasanya diakibatkan oleh otitis media akut, tekanan negatif telinga tengah atau otitis media efusi.²⁵ Sedangkan otitis media supuratif kronis (OMSK) didefinisikan sebagai infeksi telinga tengah lebih dari 2 bulan yang ditandai adanya sekret telinga dan perforasi membran timpani yang menetap.¹

World Health Organization (WHO) memperkirakan terdapat 65-330 juta orang di seluruh dunia menderita OMSK, dimana 50% diantaranya mengalami gangguan pendengaran dan sekitar 28.000 kematian per tahun akibat komplikasi OMSK.²⁵ Otitis media supuratif kronis terjadi 90% pada Asia Tenggara dan Pasifik Barat serta beberapa bagian Afrika.²⁶ Insiden OMSK lebih tinggi pada negara berkembang akibat sosial ekonomi rendah, nutrisi buruk dan kurangnya edukasi kesehatan. Perbandingan kejadian OMSK sama pada kedua jenis kelamin dan dapat mengenai semua kelompok usia.¹

Klasifikasi

Secara klinis, OMSK dibagi menjadi 2 tipe, yaitu: tubotimpanik dan atikoantral. Tipe tubotimpanik disebut juga tipe aman atau tipe tanpa kolesteatoma. Biasanya mengenai bagian anteroinferior telinga tengah, yang berkaitan dengan tuba Eustachius dan biasanya menyebabkan perforasi sentral. Sedangkan tipe atikoantral disebut juga sebagai tipe bahaya yang sering dikaitkan dengan kolesteatoma sehingga sering disebut tipe dengan kolesteatoma. Pada tipe ini sering terjadi komplikasi ke intrakranial.^{1,27}

Meskipun penyembuhan dapat terjadi pada periode yang lama, lebih banyak kasus dimana OMSK berkembang menjadi otorrhea yang rekuren (OMSK tipe aktif) atau tidak ada sekret namun terdapat perforasi membran timpani yang permanen

(OMSK tipe tenang).²⁸ Telinga tengah dapat reinfeksi akibat refluks bakteri dari nasofaring atau patogen yang berasal dari telinga luar.²⁶ Episode otorrhea biasanya disebabkan oleh infeksi saluran nafas atas. Kebiasaan berenang atau berendam hingga air masuk ke telinga tengah dapat menyebabkan timbulnya sekret yang hilang timbul dan mengganggu.²⁸

Gangguan Pendengaran pada OMSK

Gangguan pendengaran masih dianggap sebagai masalah utama pada OMSK.²⁹ OMSK adalah penyebab terbanyak gangguan dan disabilitas pendengaran yang dapat mempengaruhi aktivitas sehari-hari dan kualitas hidup seseorang.³⁰ Pada kasus OMSK, gangguan pendengaran biasanya bersifat konduktif.¹ Faktor yang mempengaruhi derajat gangguan konduktif adalah ukuran dan posisi perforasi membran timpani, kerusakan rantai osikel dan adanya patologi telinga tengah seperti edema dan jaringan granulasi yang dapat mengganggu sistem konduksi suara.³¹

Meskipun gangguan pendengaran konduktif lebih dominan, komponen infeksi dan inflamasi pada kasus OMSK dapat masuk ke telinga tengah melalui *round window* sehingga menyebabkan gangguan koklea dan berujung gangguan pendengaran sensorineural.²⁴ Selain itu, OMSK dapat menyebabkan kehilangan sel rambut luar dan dalam pada basal koklea. Defisit anatomi tersebut dapat menyebabkan gangguan proses pendengaran. Beberapa faktor lain yang disebut dapat mempengaruhi terjadinya gangguan pendengaran sensorineural pada OMSK adalah usia, durasi otorrhea, serta adanya kolesteatoma dan erosi osikel.⁴

Telah dilaporkan bahwa gangguan pendengaran perifer terkait otitis media dapat mengganggu fungsi percakapan.³² Gangguan pendengaran konduktif akibat OMSK biasanya membaik dengan terapi operatif. Akan tetapi, pasien OMSK yang telah mengalami gangguan pendengaran sensorineural tetap membutuhkan alat bantu dengar meskipun telah dilakukan tindakan operasi.³³

Pemeriksaan Pendengaran pada OMSK

Pemeriksaan pendengaran pada OMSK meliputi tes penala, audiometri nada murni dan audiometri tutur.¹ Audiometri nada murni dan audiometri tutur merupakan pemeriksaan yang penting pada pasien OMSK. Hasil pemeriksaan tersebut harus berkorelasi dengan hasil tes penala.²⁴

Tes Penala

Pemeriksaan ini dilakukan menggunakan penala dengan frekuensi yang berbeda-beda. Frekuensi yang biasa digunakan adalah 256 Hz, 512 Hz, 1024 Hz, dan 2048 Hz.³⁴ Secara umum tes penala dilakukan untuk membedakan gangguan pendengaran konduktif dan sensorineural.³⁵

Pemeriksaan dilakukan dengan menggetarkan penala ke siku atau ke telapak tangan pemeriksa.³⁴ Sebelum melakukan pemeriksaan, pasien harus diberikan penjelasan terlebih dahulu mengenai suara penala yang akan didengarkan, diberitahu mengenai pada beberapa waktu penala akan kontak dengan bagian kepala pasien, dan respon apa yang harus diberikan pasien jika mendengarkan suara penala. Pasien diminta untuk tidak mengunyah, membuang sisa makanan di dalam mulut, melepaskan kacamata dan penutup kepala pasien.³⁶

Beberapa pemeriksaan penala adalah:

– Tes Weber

Pemeriksaan ini dilakukan dengan menggetarkan penala dan tangkainya diletakan di tengah dahi atau verteks dan pasien ditanyakan di telinga mana bunyi terdengar.³⁴ Jika terjadi gangguan konduktif maka akan lateralisasi pada telinga yang sakit sedangkan pada gangguan pendengaran sensorineural akan terjadi lateralisasi ke telinga yang sehat. Sedangkan pada pasien dengan pendengaran normal tidak akan terjadi lateralisasi³⁶

– Tes Rinne

Pemeriksaan ini dilakukan untuk membandingkan hantaran udara dan tulang pada telinga yang diperiksa.³⁶ Dilakukan dengan menggetarkan penala, kemudian tangkainya diletakan di prosesus mastoid, setelah tidak terdengar penala diletakan di depan kanalis akustikus eksternus. Bila masih

terdengar disebut Rinne positif, bila tidak terdengar disebut Rinne negatif. Rinne positif ditemukan pada telinga normal atau pada gangguan pendengaran sensorineural. Sedangkan Rinne negatif menginterpretasikan adanya gangguan pendengaran konduktif.³⁴

– Tes Schwabach

Pemeriksaan ini dilakukan untuk membandingkan konduksi tulang telinga pasien dengan telinga normal.³⁴ Penala digetarkan, kemudian tangkai penala diletakan pada prosesus mastoideus sampai tidak terdengar bunyi. Kemudian tangkai penala segera dipindahkan pada prosesus mastoid telinga pemeriksa yang pendengarannya normal. Bila pemeriksa masih dapat mendengar disebut Schwabach memendek, sedangkan bila pemeriksa tidak dapat mendengar, dapat dikatakan normal atau memanjang sehingga pemeriksaan diulang dengan cara sebaliknya. Bila pasien masih dapat mendengar disebut Schwabach memanjang dan bila pasien tidak dapat mendengar disebut Schwabach sama dengan pemeriksa.³⁶

– Tes Bing (tes oklusi)

Pemeriksaan dilakukan dengan menggetarkan penala dan diletakan pada prosesus mastoid. Ketika pasien tidak mendengarkan bunyi getaran, tragus ditekan hingga menutup kanalis akustikus eksternus.³⁶ Pada telinga normal atau gangguan pendengaran sensorineural akan mendengar bunyi lebih keras ketika kanalis akustikus eksternus ditutup, sebaliknya pada pasien dengan gangguan pendengaran konduktif tidak akan mendengar perbedaan ketika kanalis akustikus eksternus tertutup atau terbuka.³⁴

– Tes Stenger

Pemeriksaan ini dilakukan untuk menilai apakah pasien memiliki gangguan pendengaran non organik.³⁷ Pemeriksaan ini dapat dilakukan dengan sepasang penala identik atau audiometri *double channel*. Prinsip pemeriksaan ini adalah, ketika nada dua intensitas yang berbeda diberikan pada kedua telinga secara simultan, hanya telinga yang mendapatkan nada

dengan intensitas lebih tinggi yang akan mendengar. Pemeriksaan dilakukan dengan menggetarkan dan meletakkan kedua penala dengan frekuensi yang sama 25 cm dari kanalis akustikus eksternus masing-masing telinga. Pasien akan mengatakan mendengar nada pada telinga yang normal. Kemudian dekatkan penala pada telinga yang dikatakan sakit 8 cm dari kanalis akustikus eksternus, sedangkan pada sisi telinga yang normal tetap pada jarak yang sama. Pasien dengan gangguan pendengaran nonorganik akan mengatakan tidak mendengar suara apapun meskipun sebelumnya mendengar pada sisi telinga yang normal. Sedangkan pasien yang benar-benar mengalami gangguan pendengaran akan mendengar pada sisi telinga yang normal. Pemeriksaan ini dilakukan dengan keadaan kedua mata pasien tertutup.³⁸

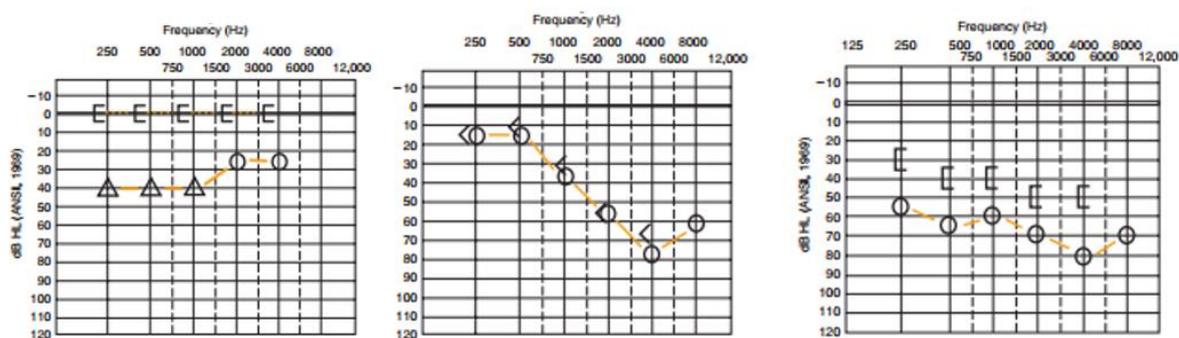
Audiometri Nada Murni

Audiometri nada murni adalah pemeriksaan pendengaran yang paling sering dilakukan untuk menilai sensitivitas pendengaran menggunakan stimulus nada murni.³⁹ Pemeriksaan ini dilakukan dengan menilai ambang dengar hantaran udara dan hantaran tulang.⁴⁰

Audiometri nada murni merupakan pemeriksaan yang dapat memprediksi

keparahan gangguan pendengaran dan integritas sistem timpanoosikel pada pasien OMSK.³⁰ Pemeriksaan audiometri nada murni merupakan pemeriksaan rutin dilakukan sebelum dilakukan operasi untuk membantu klinisi dalam mengantisipasi patologi telinga tengah sehingga dapat membantu perencanaan pre operatif dan konseling.⁵

Hasil pemeriksaan audiometri nada murni akan digambarkan dalam audiogram. Audiogram merupakan grafik dimana ambang dengar seseorang diplot dalam *decibel hearing level* (dB HL).⁴¹ Desibel (dB) merupakan unit dari intensitas stimulus. Intensitas dari setiap suara didefinisikan dari rasio tekanan suara (atau intensitas suara) dibandingkan dengan tekanan suara referensi (atau intensitas suara). Tekanan suara referensi merupakan jumlah tekanan terhadap membran timpani oleh molekul udara ketika suara menggetarkan membran timpani dan dapat dideteksi telinga manusia normal.³⁹ Intensitas (dB) berada pada aksis-y, biasanya dengan rentang -10 hingga 120 dB. Sedangkan frekuensi berada pada aksis-x, dengan rentang antara 125 Hz hingga 8.000 Hz. Pada audiogram, terdapat simbol-simbol spesifik untuk telinga mana yang diperiksa, tipe transduser yang digunakan (hantaran udara atau hantara tulang) dan apakah dilakukan prosedur *masking* saat diperiksa.⁴¹



Gambar 3. Tipe gangguan pendengaran A. gangguan pendengaran konduktif B. Gangguan pendengaran sensorineural C. Gangguan pendengaran campuran⁴⁰

Pemeriksaan ambang dengar hantaran udara dapat menilai fungsi keseluruhan dari sistem pendengaran.⁴⁰ Pemeriksaan dilakukan dengan memberikan nada murni pada 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1.000 Hz, 2.000 Hz, 4.000 Hz dan 8.000 Hz yang diberikan melalui *headphone* atau *earphone*.³⁴ Ketika diplot pada audiogram, ambang dengar nada murni juga memberikan informasi mengenai keparahan gangguan pendengaran. Ambang dengar dengan nilai 0 sampai 25 dB dianggap normal, dan dianggap tidak normal jika melebihi 25 dB dengan berbagai level gangguan pendengaran.⁴⁰

Pemeriksaan ambang dengar hantaran tulang memberikan informasi ambang dengar auditori ketika koklea distimulus secara langsung. Perbedaan antara ambang dengar yang didapat melalui hantaran udara dan tulang digunakan untuk membedakan tipe gangguan pendengaran dan keparahan gangguan pendengaran tipe konduksi.⁴⁰ Pemeriksaan ini dilakukan dengan memberikan stimulus menggunakan osilator konduksi tulang atau vibrator yang diletakkan pada os mastoid.³⁹ Vibrator tulang diletakkan pada posis yang langsung melekat pada os mastoid dan tidak mudah bergerak.⁴² Pemeriksaan dilakukan dengan memberikan nada murni pada 250 Hz, 500 Hz, 1.000 Hz, 2.000 Hz, dan 4000 Hz.³⁴

Perbandingan ambang dengar antara sinyal hantaran udara dan hantaran tulang digunakan untuk klasifikasi gangguan pendengaran.³⁴ Apakah merupakan gangguan pendengaran sensorineural dimana tidak ada *air-bone gap*, gangguan pendengaran konduktif dimana terdapat hantaran tulang normal

dengan hantaran udara yang buruk, atau gangguan pendengaran tipe campuran dimana terdapat defisit hantaran tulang dan hantaran udara disertai *air-bone gap* (Gambar 3). Gambaran audiogram *sloping configuration* menunjukkan pendengaran lebih baik pada frekuensi rendah dibanding frekuensi tinggi. Gangguan pendengaran frekuensi tinggi merupakan pola umum terkait gangguan pendengaran sensorineural. *Rising configuration* menunjukkan adanya pendengaran yang buruk pada stimulus frekuensi rendah dan lebih baik pada frekuensi tinggi. Hal ini biasanya berkaitan dengan patologi telinga. *Flat configuration* biasanya didapatkan pada pasien dengan gangguan pendengaran campuran, dimana terjadi gangguan komponen sensorineural dan konduksi.³⁹

Sebelum pemeriksaan dilakukan, pemeriksa harus mempersiapkan pasien dan memberikan instruksi yang baik. Apabila pasien dapat melihat pemeriksa secara jelas, pasien harus duduk pada area dimana pemeriksa tidak terlihat secara langsung untuk menghindari adanya isyarat visual yang terlihat ketika sinyal diberikan. Untuk meningkatkan kenyamanan pasien, pemeriksa harus menjelaskan setiap prosedur dan menggambarkan apa yang akan terdengar oleh pasien. Jika ada orang lain pada ruang pemeriksaan, harus diinstruksikan untuk tetap hening selama pemeriksaan berlangsung. Pasien juga diminta untuk duduk tenang dan mengurangi gerakan atau tindakan yang dapat menimbulkan suara.⁴¹ Penting untuk melakukan pemeriksaan otoskopi sebelum pemeriksaan, untuk melihat apakah ada serumen atau sekret yang nanti akan

mempengaruhi hasil pemeriksaan.⁴³ Pasien harus diberitahu bahwa tujuan pemeriksaan ini adalah untuk mengetahui level suara terendah yang dapat terdengar. Nada yang didengar bisa sangat samar, sehingga pasien harus merespon meskipun nada yang didengar sangat lemah. Pemeriksaan dimulai pada telinga dengan pendengaran lebih baik. Apabila pasien tidak merasa ada telinga yang memiliki pendengaran lebih baik, pemeriksaan dimulai pada telinga kanan untuk menghindari kebingungan.⁴¹ Pasien diinstruksikan untuk mendengarkan nada dan memberikan respon, biasanya dengan menekan tombol atau mengangkat tangan setiap mendengar suatu nada. Untuk mengurangi pengaruh suara bising sekitar, audiometri nada murni harus dilakukan pada ruang kedap suara.³⁹

Masking merupakan konsep klinis paling menantang dan paling sulit dilakukan yang dihadapi pada pemeriksaan audiologi. Ketika stimulus diberikan pada satu telinga, ada kemungkinan suara dapat terdengar pada telinga lainnya akibat konduksi tulang.⁴⁴ *Masking* merupakan teknik audiometri yang digunakan untuk mengurangi kemampuan telinga yang tidak diperiksa kapanpun stimulus konduksi udara dan tulang melewati atenuasi interaural.³⁹ Atenuasi interaural merupakan pengurangan suara yang terjadi ketika suara melewati satu telinga ke telinga lain.⁴⁰ *Masking* dapat memungkinkan kita untuk mengevaluasi derajat dan tipe gangguan pendengaran pada tiap telinga secara akurat.⁴⁴

Masking dilakukan ketika perbedaan hantaran udara antara kedua telinga ≥ 40 dB.³⁴ Bising diberikan pada telinga yang tidak diperiksa ketika

diberikan stimulus pada telinga yang diperiksa. Sinyal *masking* yang optimal adalah *narrow band noise* untuk sinyal nada murni dan bising tutur pada sinyal tutur. Dengan *masking* yang adekuat, setiap sinyal yang menyilang ke telinga yang tidak diperiksa akan tertutup oleh suara bising. Pemilihan level *masking* yang sesuai kadang sulit dilakukan, terutama terjadi gangguan pendengaran bilateral.³⁹

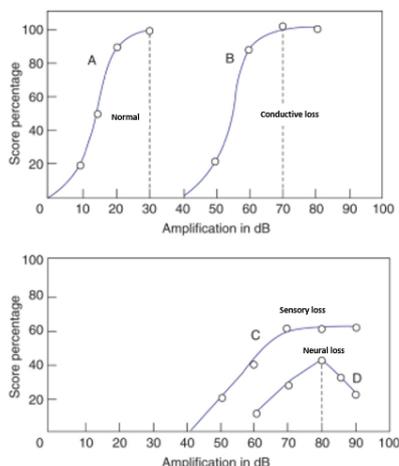
Audiometri Tutur

Audiometri tutur menilai kemampuan seseorang untuk mendengar dan memahami sinyal tutur kata. Audiometri tutur rutin digunakan untuk menilai kemampuan sensitivitas ambang dengar dalam dB untuk suara atau untuk memperkirakan kemampuan mengenali kata-kata.³⁹ Terdapat tiga komponen pada audiometri tutur yang dinilai, yaitu: *speech detection threshold* (SDT), *speech reception threshold* (SRT) dan *speech discrimination score* (SDS).⁴⁰

Speech detection threshold (SDT) merupakan level intensitas dimana pasien dapat mendengar sinyal kata-kata yang diberikan secara benar $\pm 50\%$.⁴⁰ *Speech recognition threshold* (SRT) merupakan level intensitas terendah dimana pasien dapat mengulang kata-kata secara benar $\pm 50\%$. Kata-kata yang digunakan disebut dengan *spondee*, yang merupakan kata dengan dua suku kata yang memiliki penekanan yang sama pada setiap suku kata.⁴⁵ Kata-kata diberikan pada pasien secara monoaural melalui *earphone*. Teknik ini sama seperti metode pada penilaian ambang dengar nada murni.³⁹ Nilai SRT biasanya lebih tinggi 8-9 dB dibanding SDT.⁴⁰

Hasil SRT pada keadaan normal adalah ± 10 dB dari nilai rata-rata ambang dengar audiometri nada murni pada frekuensi pemeriksaan 500, 1000 dan 2.000

dibandingkan dua suku kata.⁴⁸ Pemeriksaan ini juga penting dalam keputusan terkait prosedur operasi, kebutuhan rehabilitasi dan fungsi auditori sentral.⁴⁰ Kemampuan SDS



Gambar 4. Audiogram tutur A. Pendengaran normal B. Gangguan pendengaran konduktif C. Gangguan pendengaran sensoris D. Gangguan pendengaran neural³⁴

Hz. Nilai SRT yang lebih baik dibanding audiometri nada murni lebih dari 10 dB menunjukkan adanya gangguan pendengaran fungsional.³⁴ Gangguan pendengaran fungsional sendiri merupakan gangguan pendengaran yang dilebih-lebihkan atau pura-pura, termasuk gangguan pendengaran non organik, pseudohipakusis dan *malingering*.⁴⁶ Namun apabila didapatkan hasil audiometri nada murni yang normal, hampir dapat dipastikan tidak ada keuntungan secara klinis dilakukan audiometri nada tutur.^{39,47}

Pemeriksaan SDS atau *word recognition test* lebih kompleks dibanding SDT atau SRT. Pemeriksaan ini memberikan informasi mengenai kemampuan untuk mendengar dan memahami kata-kata.⁴⁰ Biasanya, 25-50 kata-kata dengan satu suku kata diberikan kepada pasien melalui *earphone* pada satu atau level intensitas dan pemeriksa menghitung persentase kata yang diulangi pasien secara benar. Telinga diperiksa satu persatu. Pada daftar kata-kata tersebut, suara spesifik atau fenom muncul sesering kalimat tersebut muncul pada percakapan sehari-hari, yang disebut dengan *phonetically balanced* (PB).³⁹ Pemeriksaan ini dilakukan dengan memberikan kata-kata 30-40 dB atau *suprathreshold* dari nilai SRT.³⁴ Penggunaan level *suprathreshold* ini penting karena pemahaman satu suku kata membutuhkan intensitas yang lebih tinggi

seseorang biasanya dapat diprediksi berdasarkan audiogram. Namun, pada beberapa kasus, dimana terdapat disfungsi auditori sentral atau retrokoklea, nilai *speech discrimination score* dapat lebih buruk dari yang diduga.⁴⁹ Pada telinga normal dan dengan gangguan pendengaran konduksi, dapat diperoleh nilai 90-100% namun tidak pada rentang *threshold* (dB) normal (Tabel 1). Selain itu, apabila terjadi peningkatan intensitas diatas level tertentu, pada gangguan pendengaran neural atau retrokoklea, skor PB akan cenderung turun. Berbeda dengan gangguan pendengaran sensori atau koklea dimana kurva cenderung mendatar (Gambar 4).³⁴

Tabel 1. Interpretasi kemampuan memahami percakapan dan hubungannya dengan nilai *speech discrimination score* (SDS)³⁴

Nilai SD	Kemampuan memahami percakapan
90-100%	Normal
76-88%	Kesulitan ringan
60-74%	Kesulitan sedang
40-58%	Buruk
<40%	Sangat buruk

Organ auditori berguna untuk memastikan persepsi dan pemahaman

percakapan yang akurat. Audiometri nada murni digunakan untuk menilai derajat gangguan pendengaran dan tipenya. Sedangkan audiometri tutur dapat membantu mengevaluasi pendengaran dengan menilai kemampuan komunikasi. Audiometri tutur memungkinkan penilaian aspek konduksi dan sensoris pada organ pendengaran, serta memberikan gambaran fungsi proses pendengaran. Pemahaman tutur merupakan parameter yang penting dalam menilai kelainan pendengaran.⁶ Pasien dengan gangguan pendengaran konduktif biasanya mengeluhkan gangguan pendengaran dimana suara terdengar lemah meskipun lawan bicara sudah berbicara lantang ataupun suara tidak jelas meskipun sudah cukup lantang. Sedangkan pada pasien dengan gangguan pendengaran sensorineural mengeluhkan mereka dapat mendengar, namun tidak jelas atau sulit untuk dipahami terutama ketika terdapat suara bising disekitarnya.⁵⁰

Pasien dengan OMSK banyak mengeluhkan perburukan pendengaran unilateral yang progresif.²⁴ Gangguan pendengaran yang didapatkan dari audiometri nada murni, tidak dapat menggambarkan derajat ketidakmampuan komunikasi percakapan akibat gangguan pendengaran. Karena kesulitan mendengar dan memahami percakapan merupakan keluhan utama pada pasien dengan pendengaran, penting untuk menilai fungsi pendengaran menggunakan stimulus tutur.⁵¹ Hal ini dikarenakan setiap individu memiliki persepsi percakapan yang berbeda meskipun pada audiometri nada murni didapatkan ambang pendengaran yang identik.⁵² Sehingga pemeriksaan audiometri tutur dapat digunakan untuk mengkonfirmasi hasil pemeriksaan audiometri nada murni.⁵³

Gambaran audiometri nada murni pada otitis media biasanya menunjukkan gangguan pendengaran konduktif. Secara umum hal ini dipengaruhi oleh akumulasi cairan di telinga tengah. Kontur audiometri cenderung datar, menunjukkan gangguan pendengaran yang relatif sama pada semua frekuensi. Pada pemeriksaan SDS biasanya baik, meskipun *masking* yang sesuai harus dilakukan untuk memastikan tidak ada *cross hearing*.⁵⁴ Penelitian yang dilakukan Boron⁶ menunjukkan bahwa terdapat

hubungan antara derajat gangguan sensorineural dan hasil audiometri tutur yang buruk. Keparahan ini diakibatkan oleh otitis media kronis yang tidak hanya berujung pada gangguan pendengaran konduktif tapi juga memiliki peran signifikan terhadap komprehensi tutur yang buruk pada *follow up* jangka panjang.

Penelitian yang dilakukan Sandeep³² menunjukkan bahwa OMSK akan menyebabkan gangguan identifikasi tutur. Sejalan dengan itu, pada studi yang dilakukan Kolo²⁹, didapatkan bahwa terdapat gangguan pendengaran tipe sensorineural yang signifikan pada pasien OMSK, ambang dengar hantaran tulang pada frekuensi percakapan secara signifikan lebih tinggi pada telinga yang sakit dibanding telinga kontrol. Serta frekuensi tinggi memiliki kecenderungan untuk terganggu.

Audiometri tutur memiliki berbagai peranan yang penting dalam kasus OMSK. Audiometri tutur dapat membedakan gangguan pendengaran koklea dan retrokoklea pada OMSK yang telah mengalami gangguan pendengaran sensorineural. Pemeriksaan audiometri tutur juga dapat menentukan ambang dengar tutur pada seseorang, karena stimulus yang kita dengar sehari-hari bukan dalam bentuk nada murni, namun percakapan.⁵¹ Bahkan, pada orang dengan hasil audiometri yang identik dapat memiliki persepsi percakapan yang berbeda.⁵² Pemeriksaan ini juga dapat membantu klinisi dalam menentukan prognosis pada tatalaksana yang dilakukan pada pasien OMSK.⁵¹ Penelitian yang dilakukan Boron⁶ yang membandingkan nilai audiometri tutur pasien OMSK sebelum dan sesudah operasi, menunjukkan bahwa tindakan operasi memberikan perbaikan komprehensi percakapan yang bermakna pada pasien dengan ambang dengar 41-70 dB. Sedangkan pada pasien dengan ambang dengar dibawah 40 dB cenderung sama. Selain itu, pemeriksaan ini juga memberikan informasi kemungkinan keberhasilan atau keuntungan yang didapatkan dari alat amplifikasi seperti alat bantu dengar dan implan koklea.⁵³

Tatalaksana

Tatalaksana OMSK memiliki dua prinsip utama, yaitu: eradikasi infeksi dan mengurangi morbiditas dan mortalitas; dan menutup perforasi membran timpani untuk memperbaiki gangguan pendengaran dan risiko reinfeksi telinga tengah. Penatalaksanaan medikamentosa diberikan pada kasus OMSK tipe aktif. Apabila refrakter, maka tindakan yang dilakukan selanjutnya adalah timpanomastoidektomi dinding utuh.¹ Pada kasus OMSK tipe tenang namun masih terdapat gangguan pendengaran, dapat dilakukan timpanoplasti.⁵ Sedangkan pada pasien yang sudah mengalami gangguan pendengaran sensorineural, dapat diberikan alat bantu dengar setelah dilakukan tindakan rekonstruksi telinga tengah.³³ Implan koklea juga dapat memperbaiki komprehensif percakapan pada pasien OMSK dengan gangguan pendengaran sensorineural sangat berat yang telah dilakukan tindakan operatif.⁵⁵

KESIMPULAN

Otitis media supuratif kronis dapat menyebabkan gangguan dan disabilitas pendengaran yang dapat mempengaruhi aktivitas sehari-hari dan kualitas hidup seseorang. Pemeriksaan audiometri nada murni merupakan pemeriksaan pendengaran rutin yang dilakukan pada pasien OMSK. Selain audiometri nada murni, audiometri tutur juga merupakan pemeriksaan yang penting dilakukan pada pasien OMSK karena dapat mengevaluasi pendengaran dengan menilai kemampuan komunikasi, menilai prognosis terapi, dan rehabilitasi setelah dilakukan tindakan operatif.

REFERENSI

1. Dhingra P, Dhingra S. Cholesteatoma and Chronic Otitis Media. In: *Disease of Ear, Nose, and Throat & Head and Neck Surgery*. Seventh. New Delhi: Elsevier; 2018:73-82.
2. Homøe P, Kværner K, Casey JR, et al. Panel 1: Epidemiology and Diagnosis. *Otolaryngol - Head Neck Surg (United States)*. 2017;156:S1-21.
3. Anggraeni R, Carosone-Link P, Djelantik B, et al. Otitis media related hearing loss in Indonesian school children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2019;125(March):44-50.
4. Amali A, Hosseinzadeh N, Samadi S, Nasiri S, Zebardast J. Sensorineural hearing loss in patients with chronic suppurative otitis media: Is there a significant correlation? *Electron Physician*. 2017;9(January):3592-7.
5. Merchant SN, Rosowski JJ, Shelton C. Reconstruction of the Middle Ear. In: *Ballenger's Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery*. 18th ed. Connecticut: People's Medical Publishing House; 2016:882-904.
6. Boron A, Skladzien J, Wiatr M. Pre- and post-operative speech audiometry evaluation in patients with chronic otitis media. *J Int Adv Otol*. 2020;16(2):241-7.
7. Gacek RR. Anatomy of the Auditory and Vestibular Systems. In: *Ballenger's Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery*. 18th ed. Connecticut: People's Medical Publishing House; 2016:62-108.
8. Francis HW. Anatomy of the Temporal Bone, External Ear, and Middle Ear. In: *Cummings Otolaryngology Head and Neck Surgery*. Sixth. Philadelphia: Elsevier; 2015:1977-86.
9. Gulya AJ. Anatomy of the Temporal Bone and Skull Base. In: *Glasscock-Shambaugh Surgery of the Ear*. Sixth. Connecticut: People's Medical Publishing House; 2010:29-47.
10. Maslin SD and M. Physiology of Hearing. In: Watkinson JC, Clarke RW, eds. *Scott-Brown's Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery Volume 2*. Eight. New York: Taylor & Francis Group; 2018:567-92.
11. Valentine P, Wright T. Anatomy and Embryology of the External and Middle Ear. In: Watkinson JC, Clarke RW, eds. *Scott-Brown's Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery Volume 2*. Eight Edit.

- New York: Taylor & Francis Group; 2018:525-43.
12. Mansour S, Magnan J, Haidar H, Nicolas K, Louryan S. Middle Ear Compartment. In: *Comprehensive and Clinical Anatomy of the Middle Ear*. New York: Springer; 2013:83-102.
 13. Dhingra P, Dhingra S. Anatomy of Ear. In: *Disease of Ear, Nose, and Throat & Head and Neck Surgery*. Seventh. New Delhi: Elsevier; 2018:3-14.
 14. Chien WW, Lee DJ. Physiology of the Auditory System. In: *Cummings Otolaryngology Head and Neck Surgery*. Sixth. Philadelphia: Elsevier; 2015:1994-2006.
 15. Runge CL, Friedland DR. Anatomy of the Auditory System. In: *Cummings Otolaryngology Head and Neck Surgery*. Sixth. Philadelphia: Elsevier; 2015:1987-93.
 16. Dhingra P, Dhingra S. Peripheral Reception and Physiology of Auditory and Vestibular Systems. In: *Disease of Ear, Nose, and Throat & Head and Neck Surgery*. Seventh. New Delhi: Elsevier; 2018:15-20.
 17. Gelfand SA. Anatomy and Physiology of the Auditory System. In: *Essential of Audiology*. Fourth. New York: Thieme Medical Publishers, Inc; 2016:30-69.
 18. Weber PC, Khariwala S. Anatomy and Physiology of Hearing. In: Johnson JT, Rosen CA, eds. *Bailey's Head and Neck Surgery Otolaryngology*. Fifth. Lippincott Williams&. WJ.lkins; 2013:2253-73.
 19. Merchant SN, Rosowski JJ. Acoustic and Mechanics of the Middle Ear. In: *Glasscock-Shambaugh Surgery of the Ear*. Sixth. Connecticut: People's Medical Publishing House; 2010:49-72.
 20. Konrad-Martin DL, Feeney MP, Phillips JO. Physiology of the Auditory and Vestibular Systems. In: *Ballenger's Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery*. 18th ed. Connecticut: People's Medical Publishing House; 2016:192-310.
 21. Liu D-H. Auditory, Vestibular, and Visual Impairments. In: *Braddom's Rehabilitation Care: A Clinical Handbook*. Elsevier Inc.; 2018:355-62.
 22. Hoth S, Baljić I. Current audiological diagnostics. *GMS Curr Top Otorhinolaryngol Head Neck Surg*. 2017;16.
 23. Mansour S, Magnan J, Haidar H, et al. Middle Ear Cavity. In: *Comprehensive and Clinical Anatomy of the Middle Ear*. New York: Springer; 2013:19-48.
 24. Chole RA, Nason R. Chronic Otitis Media and Cholesteatoma. In: *Ballenger's Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery*. 18th ed. Connecticut: People's Medical Publishing House; 2016:807-45.
 25. Browning GG, Weir J, Kelly G, Swan IRC. Chronic Otitis Media. In: *Scott-Brown's Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery*. Eight. New York: Taylor & Francis Group; 2018:977-1019.
 26. Prunty S, Ha J, Vijayasekaran S. Management of Chronic Suppurative Otitis Media. In: *Otitis Media State of the Art Concepts and Treatment*. Switzerland: Springer International Publishing Switzerland; 2015:117-22.
 27. Wallis S, Atkinson H, Coatesworth AP. Chronic otitis media. *Postgrad Med*. 2015;127(4):391-5.
 28. Acuin J. Global burden of disease due to chronic suppurative otitis media: disease, deafness, deaths and DALYs. In: *Chronic Suppurative Otitis Media: Burden of Illness and Management Options*. Geneva: World Health Organization; 2004:9-24.
 29. Kolo ES, Salisu AD, Yaro AM, Nwaorgu OGB. Sensorineural Hearing Loss in Patients with Chronic Suppurative Otitis Media. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2012;64(1):59-62.
 30. Shariff M. Analysis of hearing loss by pure tone audiometry in patients with chronic suppurative otitis

- media. *Natl J Physiol Pharm Pharmacol*. 2019;9(0):1.
31. Islam MS, Islam MR, Bhuiyan MAR, Rashid MS, Datta PG. Pattern and degree of hearing loss in chronic suppurative otitis media. *Bangladesh J Otorhinolaryngol*. 2010;16(2):96-105.
 32. Sandeep M, Jayaram M. Effect of early otitis media on speech identification. *Aust New Zeal J Audiol*. 2008;30(1):38-49.
 33. Rajput MS-A, Rajput MSA, Arain AA, Zaidi SS, Hatem A, Akram S. Mucosal Type of Chronic Suppurative Otitis Media and the Long-Term Impact on Hearing Loss. *Cureus*. 2020;12(9):1-6.
 34. Dhingra P, Dhingra S. Assessment of Hearing. In: *Disease of Ear, Nose, and Throat & Head and Neck Surgery*. Seventh. New Delhi: Elsevier; 2018:23-30.
 35. Davies RA. *Audiometry and Other Hearing Tests*. Vol 137. 1st ed. Elsevier B.V.; 2016:157-76.
 36. DeRuiter M, Ramachandran V. Tuning Fork Test. In: *Basic Audiometry Learning Manual*. Second. San Diego: Plural Publishing; 2017:167-74.
 37. DeRuiter M, Ramachandran V. The Stenger Test. In: *Basic Audiometry Learning Manual*. Second. San Diego: Plural Publishing; 2017:157-66.
 38. Dhingra P, Dhingra S. Hearing Loss. In: *Disease of Ear, Nose, and Throat & Head and Neck Surgery*. Seventh. New Delhi: Elsevier; 2018:31-42.
 39. Hall JW, Johnston KN. Diagnostic Audiology, Hearing Instruments, and Aural Habilitation. In: *Ballenger's Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery*. 18th ed. Connecticut: People's Medical Publishing House; 2016:442-93.
 40. Kileny PR, Zwolan TA. Diagnostic Audiology. In: *Cummings Otolaryngology Head and Neck Surgery*. Sixth. Philadelphia: Elsevier; 2016:2051-70.
 41. DeRuiter M, Ramachandran V. Obtaining an Unmasked Air-Conduction Audiogram. In: *Basic Audiometry Learning Manual*. Second. San Diego: Plural Publishing; 2017:87-94.
 42. DeRuiter M, Ramachandran V. Obtaining an Unmasked Bone-Conduction Audiogram. In: *Basic Audiometry Learning Manual*. Second. San Diego: Plural Publishing; 2017:95-8.
 43. Marriage JE, Salorio-Corbetto M. Psychoacoustic Audiometry. In: *Scott-Brown's Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery*. Eighth. New York: Taylor & Francis Group; 2018:627-48.
 44. DeRuiter M, Ramachandran V. Masking. In: *Basic Audiometry Learning Manual*. Second. San Diego: Plural Publishing; 2017:99-136.
 45. DeRuiter M, Ramachandran V. Speech Thresholds. In: *Basic Audiometry Learning Manual*. Second. San Diego: Plural Publishing; 2017:137-42.
 46. Stach BA. Audiologic Evaluation of Otologic/Neurotologic Disease. In: *Glasscock-Shambaugh Surgery of the Ear*. Sixth. Connecticut: People's Medical Publishing House; 2010:189-221.
 47. Hall JW, Antonelli PJ. Assessment of Peripheral and Central Auditory Function. In: Johnson JT, Rosen CA, eds. *Bailey's Head and Neck Surgery Otolaryngology*2i. Fifth. ; 2013:2274-90.
 48. DeBonis DA, Donohue CL. Speech Audiometry. In: Incorporated S, ed. *Survey of Audiology Fundamental for Audiologists*. Third. New Jersey; 2020:85-110.
 49. DeRuiter M, Ramachandran V. Word Recognition Testing. In: *Basic Audiometry Learning Manual*. Second. San Diego: Plural Publishing; 2017:143-50.
 50. Gelfand SA. Auditory System and Related Disorders. In: *Essential of Audiology*. Fourth. New York: Thieme Medical Publishers, Inc; 2016:136-81.
 51. Martin FN, Clark JG. Speech Audiometry. In: *Introduction to Audiology*. 11th ed. New Jersey:

- Pearson Education Inc; 2012:101-19.
52. Kapul AA, Zubova EI, Torgaev SN, Drobchik V V. Pure-tone Audiometer. *J Phys Conf Ser.* 2017;1-9.
 53. Arts HA. Sensorineural Hearing Loss in Adult. In: *Cummings Otolaryngology Head and Neck Surgery.* Sixth. Philadelphia: Elsevier; 2016:2319-35.
 54. Martin FN, Clark JG. The Middle Ear. In: *Introduction to Audiology.* 11th ed. New Jersey: Pearson Education Inc; 2012:243-79.
 55. Rak K, Völker J, Schendzielorz P, et al. Cochlear implantation in chronic otitis media: Investigation of long-term speech comprehension and rate of complications. *Otol Neurotol.* 2018;39(10):979-84.