

Tinjauan Pustaka

Gangguan Pendengaran pada Hidrosefalus dengan Pemasangan *Ventriculoperitoneal Shunt*

Stevani Irwan¹, Nirza Warto¹

1) Departemen THT-KL Fakultas Kedokteran Universitas Andalas/ RSUP. Dr. M. Djamil Padang.

ABSTRAK

Latar Belakang: Hidrosefalus merupakan suatu keadaan yang diakibatkan oleh ketidakseimbangan cairan serebrospinal pada ventrikel sehingga menyebabkan peningkatan tekanan intrakranial (TIK). Gangguan pendengaran yang terjadi pada pasien hidrosefalus bersifat sensorineural. **Tujuan:** Mengetahui dan memahami hubungan gangguan pendengaran sensorineural pada pasien hidrosefalus tanpa pemasangan *Ventriculoperitoneal Shunt* (VP Shunt) dan pasien hidrosefalus dengan pemasangan VP Shunt, sehingga dapat menegakkan diagnosis secara dini dan tatalaksana yang tepat. **Tinjauan Pustaka:** Gangguan pendengaran dapat terjadi pra operatif dan pasca operatif VP Shunt, namun jarang dilaporkan sebagai gejala utama dari hidrosefalus. Pemeriksaan pendengaran yang dapat dilakukan pada pasien hidrosefalus seperti pemeriksaan penala, audiometri nada murni dan *Brainstem auditory evoked potential* (BAEP). **Kesimpulan:** Terdapat perbedaan yang signifikan pada pemeriksaan pendengaran pra operatif dan post operatif VP Shunt pada pasien hidrosefalus. Pemeriksaan pendengaran pada pasien hidrosefalus dapat membantu untuk menentukan adanya gangguan pendengaran, sehingga dapat menentukan tatalaksana yang tepat.

Kata kunci: Hidrosefalus, VP Shunt, Gangguan pendengaran, Pemeriksaan pendengaran

ABSTRACT

Background: Hydrocephalus is a condition caused by an imbalance of cerebrospinal fluid in the ventricles, causing an increase in intracranial pressure (ICP). The hearing loss that occurs in hydrocephalus patients is sensorineural in nature. **Objective:** To know and understand the relationship between sensorineural hearing loss in hydrocephalus patients without *Ventriculoperitoneal Shunt* (VP Shunt) and hydrocephalus patients with VP Shunt, so as to establish an early diagnosis and appropriate treatment. **Literature Review:** Hearing loss can occur pre-operatively and post-operatively with VP Shunt, but is rarely reported as the main symptom of hydrocephalus. Hearing examinations that can be carried out in hydrocephalus patients include tuning examinations, pure tone audiometry and *Brainstem auditory evoked potential* (BAEP). **Conclusion:** There is a significant difference in preoperative and post operative hearing examinations for VP Shunt in hydrocephalus patients. Hearing examinations in hydrocephalus patients can help to determine the presence of hearing loss, so that appropriate treatment can be determined.

Keywords: Hydrocephalus, VP Shunt, Hearing loss, Hearing examination

Korespondensi

Stevani Irwan, Departemen THT-KL Fakultas Kedokteran Universitas Andalas/ RSUP. Dr. M. Djamil Padang. Email: stevaniirwan123@gmail.com

Article Information

Received: November 12, 2025

Available online: December 24, 2025

PENDAHULUAN

Hidrosefalus pada anak dibandingkan pada dewasa lebih rumit dan memiliki hubungan signifikan dengan perkembangan dan gangguan kognitif. Hidrosefalus dapat diartikan sebagai “dilatasi aktif” dari ventrikel dimana merupakan hasil ketidakseimbangan produksi cairan serebrospinal pada ventrikel, absorpsinya pada sirkulasi sistemik, dan merupakan proses akumulasi simptomatik dari cairan serebrospinal di dalam ventrikel otak.^{1,2} Hidrosefalus

merupakan salah satu masalah kesehatan yang harus diperhatikan dimana prevalensinya berkisar antara 0.5-2 per 1.000 kehamilan di seluruh dunia. Diperkirakan terdapat 300.000 kasus dari seluruh dunia setiap tahun.³ Dampak yang sering terjadi pada anak hidrosefalus yang sudah terpasang *ventriculoperitoneal shunt* (VP Shunt) berdasarkan telaah artikel yaitu adanya gangguan pendengaran yang mengharuskan penggunaan alat bantu dengar dan masalah kesulitan komunikasi.³ Salah satu penelitian menyatakan bahwa 10 dari 12 pasien yang ditatalaksana dengan

VP Shunt mengalami gangguan pendengaran sensorineural atau *sensorineural hearing loss* (SNHL) nada tinggi. Lim dkk, melaporkan bahwa 40% pasien yang sudah diterapi dengan VP Shunt akan mengalami peningkatan ambang dengar 15 dB pada lebih dari 1 frekuensi.⁴ Studi lain menyatakan bahwa komplikasi ini banyak terjadi pada anak usia 5-7 tahun dan gangguan pendengaran akan bertambah parah pada telinga yang dilakukan pemasangan VP Shunt. Komplikasi pendengaran sering gangguan terlupakan daripada gangguan lainnya. Salah satu penelitian yang mendukung adanya hubungan antara SNHL dan hidrosefalus adalah laporan kasus oleh Sammons dkk bahwa pasien hidrosefalus dan SNHL yang mengalami perbaikan masalah pendengaran setelah pemasangan VP Shunt.³ Penelitian lainnya menurut Barlas dkk,³ bahwa SNHL bilateral dan frekuensi hidrosefalus rendah akan pada mengalami perbaikan setelah dilakukan pemasangan VP Shunt. Studi lain menyatakan 68.75% pasien dengan hidrosefalus akan mengalami SNHL dan peningkatan dari ambang dengar.³ Diagnosis secara dini yang tepat pada hidrosefalus dan hubungannya dengan gangguan pendengaran akan prognosis yang baik.^{3,4}

TINJAUAN PUSTAKA

Hidrosefalus

Hidrosefalus berasal dari bahasa Yunani yang secara harfiah berarti kepala yang dipenuhi oleh air. Secara luas didefinisikan sebagai gangguan dalam pembentukan, aliran dan penyerapan cairan serebrospinal yang menyebabkan peningkatan volume cairan ini di sistem saraf pusat. Peningkatan volume ini menyebabkan efek berbahaya pada jaringan sekitar.^{1,2,3}

Audiometri nada murni timpanometri dan *Brainstem auditory evoked potential* (BAEP) dilakukan untuk penilaian pendengaran sebelum dan sesudah operasi pada pasien dengan hidrosefalus untuk menilai adanya gangguan pendengaran pada pasien tersebut.³

Epidemiologi Hidrosefalus pada populasi anak memiliki morbiditas dan mortalitas yang tinggi. Prevalensi dari populasi anak bervariasi sekitar 30 dari 423 per 100.000 populasi anak pada berbagai studi yang sudah dilakukan dengan prevalensi lebih tinggi pada negara berkembang dibandingkan pada negara maju.⁵ Kasus hidrosefalus bervariasi antara 0,5-2 per 1000 kelahiran. Berdasarkan data tersebut sehingga perlu tindakan khusus agar dapat meningkatkan kualitas hidup yaitu dengan tindakan pembedahan untuk menangani akumulasi cairan pada otak.⁴ Secara distributif didapatkan laki-laki lebih banyak menderita hidrosefalus, baik tipe komunikans maupun non komunikans, dibandingkan perempuan dengan rasio 2,1:1.⁵ Islam dkk, melaporkan rasio 2,6:1 untuk kejadian hidrosefalus pada laki-laki. Pada bayi baru lahir hingga berumur 12 bulan menunjukkan bahwa umur 4-6 bulan merupakan umur hidrosefalus paling banyak.⁵

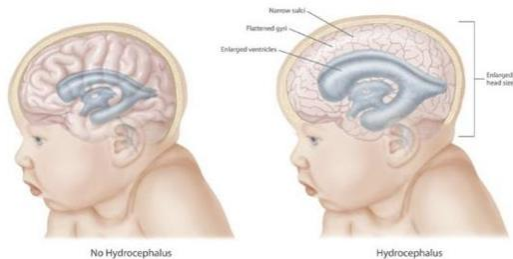
Patofisiologi

Hidrosefalus terjadinya Cairan serebrospinal terutama dibentuk di sistem ventrikel otak. Kebanyakan cairan tersebut dibentuk oleh pleksus koroidalis di ventrikel lateral, yaitu kurang lebih sebanyak 80% dari total cairan serebrospinal. Cairan tersebut mengalir melewati sistem ventrikularis dari ventrikel lateral ke ventrikel ketiga melalui foramen Monro, dari ventrikel ketiga ke ventrikel keempat melalui akuaduktus serebralis (akuaduktus Sylvii), atau kemudian meninggalkan ventrikel keempat melalui 2 foramina lateral yaitu foramina Lusk dan foramina Magendi dan memasuki sisternus basalis, bagian tersebut tersambung untuk mengalir tulang. Kecepatan pembentukan cairan serebrospinal lebih kurang 0,35-0,40 ml/menit atau 500 ml/hari, kecepatan pembentukan cairan tersebut sama pada orang dewasa maupun anak-anak.^{1,6}

Cairan serebrospinal mengalir perlahan dari tempat diproduksi ke tempat penyerapan. Obstruksi fisik atau fungsional apa pun dalam sistem ventrikel, ruang subarachnoid, atau sinus vena dapat menjadi penyebab terjadinya hidrosefalus. Lesi obstruktif dapat menghambat aliran cairan serebrospinal dalam sistem ventrikel.

Peradangan atau jaringan parut pada ruang subarachnoid atau peningkatan tekanan vena di dalam sinus vena dapat mengganggu penyerapan cairan serebrospinal ke dalam sirkulasi sistemik.^{1,6}

Menurut doktrin Monro Kellie, volume total otak, cairan serebrospinal, dan darah di dalam tengkorak adalah konstan. Peningkatan pada satu kompartemen harus disertai dengan penurunan volume pada kompartemen lain; jika tidak, tekanan di dalam kepala akan meningkat, seperti yang terjadi pada hidrosefalus. Peningkatan tekanan intrakranial akan menyebabkan ekstrasvasi cairan serebrospinal transependimal ke dalam jaringan otak yang menyebabkan kerusakan otak dan atrofi (Gambar 1).¹



Gambar 1. Hidrosefalus pada anak tampak pembesaran pada ventrikel¹

Secara teoritis, terdapat tiga penyebab terjadinya hidrosefalus yaitu:⁷

1. Produksi likuor yang berlebihan Kondisi ini merupakan penyebab paling menyebabkan terjadinya penyempitan saluran likuor, misalnya stenosis akuaduktus Sylvii dan malformasi Arnold Chiari. jarang dari kasus hidrosefalus. Pada keadaan ini disebabkan oleh adanya tumor pleksus koroid (papilloma atau karsinoma), namun ada pula yang terjadi akibat hipervitaminosis vitamin A.
2. Gangguan aliran likuor yang merupakan awal kebanyakan kasus hidrosefalus. Kondisi ini merupakan akibat dari obstruksi atau tersumbatnya sirkulasi cairan serebrospinal yang dapat terjadi di ventrikel maupun vili arakhnoid. Penyebab terjadinya keadaan ini:
 - a. Malformasi sehingga menyebabkan terjadinya penyempitan saluran likuor, misalnya stenosis akuaduktus Sylvii dan malformasi Arnold Chiari.

- b. Lesi massa yang menyebabkan kompresi intrinsik maupun ekstrinsik saluran likuor, misalnya tumor intraventrikel, para ventrikel, kista arakhnoid dan hematoma.
 - c. Proses inflamasi dan gangguan lainnya seperti mukopolisakaridosis, termasuk reaksi ependimal, fibrosis leptomeningeal, dan obliterasi vili arakhnoid.
3. Gangguan penyerapan cairan serebrospinal, seperti sindrom vena cava dan trombosis sinus dapat mempengaruhi penyerapan.

Hidrosefalus obstruktif adalah jenis yang paling banyak ditemui dimana aliran likuor mengalami obstruksi. Pembagian lain mengenai hidrosefalus yaitu hidrosefalus primer dapat disebabkan oleh banyak faktor genetik selama perkembangan janin. Pengujian berbasis penemuan genom mengenai penyebab hidrosefalus primer 50% bersifat genetik.^{1,6}

Genetik ini dikaitkan dengan gangguan sinyal seluler, perkembangan, dan proliferasi dalam sistem saraf pusat. Hidrosefalus primer dapat disebabkan oleh gangguan perkembangan yang berhubungan dengan cacat lahir pada sistem saraf pusat, meliputi cacat tabung saraf, sindrom kista arakhnoid, Dandy Walker dan malformasi. Hidrosefalus sekunder dapat disebabkan oleh banyak penyebab meliputi infeksi, pendarahan hebat dan trauma.^{1,7}

Diagnosis Hidrosefalus

Diagnosis meliputi anamnesis dimana adanya keluhan peningkatan ukuran kepala, kejang, sakit kepala, penglihatan kabur, masalah ingatan, gangguan pendengaran, perubahan kepribadian, kehilangan kendali kandung kemih dan pubertas dini atau tertunda. Makrokrania merupakan salah satu tanda dimana ukuran kepala lebih besar dari dua standar deviasi di atas ukuran normal atau persentil 98 dari kelompok usianya. Hal ini disebabkan oleh peningkatan tekanan intrakranial dan empat gejala hipertensi intrakranial yaitu fontanel anterior yang sangat tegang, sutura tampak atau teraba melebar, kulit kepala licin dan *sunset phenomenon* dimana kedua bola mata berdeviasi ke atas dan kelopak mata atas tertarik.^{2,8}

Tatalaksana Hidrosefalus

Prosedur yang rutin dilakukan untuk hidrosefalus adalah ventrikel tap, drainase ventrikel eksternal (EVD), *Endoscopic third ventriculostomy* (ETV) atau ventrikulostomi ketiga endoskopi yaitu dengan cara membuka dasar ventrikel ketiga untuk memungkinkan cairan serebrospinal di ventrikel ketiga memasuki basal preoptine. *Endoscopic third ventriculostomy* umumnya digunakan dalam kasus stenosis akuaduktal untuk mencegah pirau permanen. VP Shunt merupakan prosedur yang paling umum dilakukan. Sebagian besar pasien memerlukan tindakan ini untuk membuat saluran baru antara aliran likuor (ventrikel atau lumbar) dengan kavitas drainase (seperti peritoneum, atrium kanan, dan pleura).^{7,9}

Ventriculoperitoneal Shunt

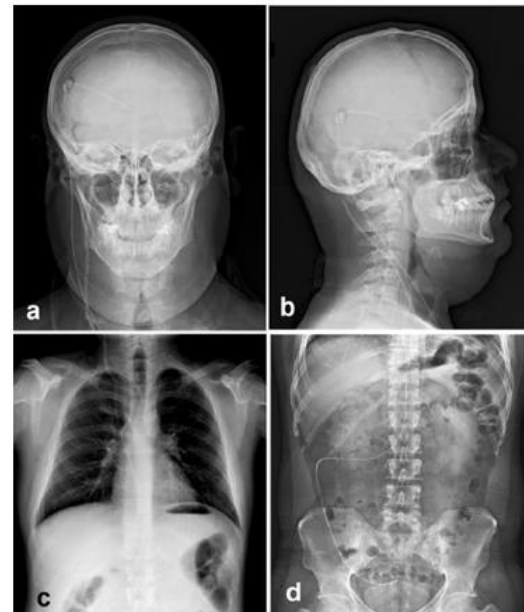
Ventriculoperitoneal Shunt atau VP Shunt adalah pintasan yang menghubungkan cairan serebrospinal dimana terjadinya obstruksi pada aliran normal atau adanya penurunan penyerapan cairan. Intervensi bedah permanen untuk hidrosefalus termasuk mengatasi obstruksi yaitu pemasangan shunt untuk mengalirkan cairan serebrospinal dari ventrikel yang berlebihan di dalam ventrikel ke penyerapan pada rongga tubuh, paling sering di peritoneum, atrium atau rongga pleura.^{2,9}

Pengalihan cairan serebrospinal secara permanen mengatur aliran cairan serebrospinal yang keluar dari otak dan kateter distal yang berakhir di rongga peritoneal. Penempatan pintasan serebral dan lokasinya ditentukan berdasarkan penilaian dari dokter bedah. Dengan cara pendekatan frontal ke dalam tanduk anterior ventrikel lateral pendekatan atau melalui parieto-okspital dikaitkan dengan risiko kegagalan yang tinggi dan pengobatan ke dalam trigonum atau tanduk oksipital ventrikel lateral. permanen standar untuk hidrosefalus adalah pengalihan cairan serebrospinal dengan pemasangan shunt.^{2,9}

Shunt memiliki tiga bagian komponen dasar, yaitu kateter ventrikel Kateter yang dipasang pada ventrikel serebral disebut pirau proksimal (kateter

ventrikel) yang ventrikel lateral, ditempatkan di katup yang berhubungan langsung dengan otak. Kateter distal dapat dipasang di perut (rongga peritoneum), jantung melalui akses vena leher, rongga dada (pleura) atau 6 terkadang ke ureter atau kandung kemih jika semua lokasi sebelumnya telah digunakan. Namun, dalam semua kasus, ujung distal kateter dapat ditempatkan di jaringan manapun yang selnya mampu melakukan penyerapan terhadap cairan serebrospinal yang masuk.^{5,6,7} Sundaram dkk, menyatakan bahwa pemasangan shunt secara tidak langsung berdampak terhadap defisit kognitif, sosial, emosional dan fisik yang mempengaruhi kualitas kesehatan individu.⁴

Shunt akan diletakkan di biplanar head (a dan b) dan pada gambaran anteroposterior chest (c) dan anteroposterior abdominal (d). Pada gambaran radiografi tampak kateter melewati sepanjang perjalanannya (Gambar 2).¹



Gambar 2. Gambaran Radiologi VP Shunt yang dilakukan¹

Keterlambatan Bicara dan Bahasa

Keterlambatan bicara ini berkaitan dengan berbagai kondisi seperti retardasi mental, hilangnya pendengaran, *autism spectrum disorder* (ASD), bilingualisme dan kurangnya stimulus psikososial.¹⁰ Gangguan pendengaran (tuli) adalah bentuk

defisit sensori pada manusia yang sering pada seseorang dengan keterlambatan bicara, dimana terjadi ketidakmampuan mendengar suara sebagian atau seluruhnya pada satu atau kedua telinga.^{11,12}

Kemampuan berbicara merupakan faktor penting dalam komunikasi verbal, yang seharusnya diperoleh sejak Perkembangan bahasa bayi.¹³ adalah kemampuan memberikan respons terhadap suara, mengikuti perintah, dan berbicara spontan. Pendengaran dan komunikasi saling terkait. Pada usia 3-4 bulan, bayi belajar mengoceh (babbling) dan ini merupakan latihan sosial untuk berkomunikasi antara dia dan ibunya. Kemudian bayi akan belajar menirukan suara, yang diikuti dengan kata-kata yang mempunyai arti. Gangguan perkembangan bicara dan bahasa merupakan yang sering ditemukan pada anak usia 3-16 tahun. Selain itu, gangguan bahasa ini juga sering merupakan komorbid penyakit atau kelainan tertentu (sekitar 50%), seperti retardasi mental, tuli, deprivasi.^{10,11}

Tahun pertama kehidupan sangat penting pada perkembangan bicara anak. Landasan untuk perkembangan bahasa terletak pada masa kehidupan ini. Bicara merupakan keterampilan mental motorik. Bicara tidak hanya merupakan koordinasi otot-otot yang membentuk suara, melainkan juga mempunyai aspek mental intelektual, kemampuan mengaitkan arti dengan bunyi yang dihasilkan. Banyak orang yang menukarkan penggunaan istilah “bicara” (*speech*) dengan “bahasa” (*language*), padahal kedua istilah tersebut tidak sama. Bahasa adalah suatu sistem komunikasi yang digunakan dengan sukarela dan secara sosial disetujui bersama, dengan menggunakan simbol-simbol tertentu untuk menyampaikan dan menerima pesan dari satu orang ke orang lain. Termasuk di dalamnya adalah tulisan, bicara, bahasa simbol, ekspresi muka, isyarat, pantomim dan seni. Bicara adalah bentuk bahasa yang menggunakan artikulasi atau kata-kata yang digunakan untuk menyampaikan maksud. Bicara adalah luaran (*output*) oral atau verbal dari suatu bahasa, kegiatan untuk berkomunikasi melalui ekspresi atau verbal. Keterlambatan bicara atau *speech delay* terjadi pada 3-10% anak.^{10,11,12}

Gangguan Pendengaran

Anak dengan gangguan pendengaran unilateral biasanya berisiko mengalami penurunan pendengaran lebih lanjut, sekitar 40% atau lebih dari anak-anak yang pertama kali didiagnosis dengan gangguan pendengaran unilateral dan sekitar satu dari enam berkembang menjadi gangguan pendengaran bilateral. Anak dengan gangguan pendengaran bilateral akan mengalami kesulitan di bidang akademik, sosial dan kebiasaan. Periode prasekolah, pasien mengalami keterlambatan bicara dan akan meningkatkan risiko perkembangan keterlambatan bicara jika diobati setelah usia 6 bulan.^{13,14}

Oleh karena itu penting untuk mengidentifikasi pasien dengan gangguan pendengaran bilateral atau unilateral, bahkan jika tidak ada faktor risiko. Pedoman *World Health Organization* (WHO) menyatakan prioritas untuk alat bantu dengar dan layanan untuk anak-anak dengan gangguan pendengaran rata-rata di kisaran 31 hingga 80 dB di telinga yang lebih baik dalam rentang frekuensi 500 Hz hingga 4 kHz, karena ini adalah anak-anak yang diharapkan untuk manfaat paling mendapatkan banyak intervensi pendengaran.^{13,14}

Sensorineural Hearing Loss (SNHL)

Sensorineural hearing loss merupakan gangguan pendengaran karena patologi pada koklea, saraf pendengaran atau sistem saraf pusat. Dimana merupakan hasil dari adanya kerusakan sel rambut dalam pada telinga dalam, saraf vestibulokoklear atau pusat pengaturan pada otak. Suara yang mencapai koklea pertama-tama diterima oleh sel rambut luar dan kemudian transduksi elektrokimia oleh sel-sel rambut bagian dalam koklea. Koklea menerima sinyal akustik kemudian gelombang suara melintasi membran basilar koklea merangsang sel-sel rambut luar dari koklea, yang bertindak sebagai penguat atau kompresor biologis dan memodifikasi sinyal. Dasar membran basilar merespons frekuensi tinggi, sedangkan puncaknya merespons frekuensi rendah.^{15,16}

Terdapat mekanisme yang beberapa menyebabkan terjadinya kerusakan pada sel rambut dalam pada SNHL yaitu meliputi:¹⁵

- a. Komponen koklea memiliki struktur abnormal seperti pada trauma atau kondisi kongenital.
- b. Aktivitas metabolisme koklea ditentukan oleh pengangkutan ion. Pada kondisi yang mengganggu transportasi ini menyebabkan perubahan pada endolimfe dan mempengaruhi pendengaran.
- c. Vaskular: adanya gangguan pada suplai darah ke koklea dapat menyebabkan terjadinya SNHL.
- d. Kepadatan berlebihan pada membrane basilar mengurangi motilitas dari sel rambut dalam koklea.
- e. Trauma bising.

Pemeriksaan pada SNHL

Pemeriksaan audiometri merupakan standar baku emas untuk mengevaluasi gangguan pendengaran dan harus dilakukan untuk mengevaluasi adanya SNHL. Pada praktiknya maka pemeriksaan yang harus dilakukan meliputi:¹⁵

1. Pemeriksaan garpu tala
Pemeriksaan ini meliputi pemeriksaan Rinne, Weber dan Schwabach.
2. Audiometri nada murni
Pemeriksaan yang bisa dilakukan untuk memeriksa konduksi udara dan tulang, dimana hasil pemeriksaan akan dimasukkan ke dalam grafik kurva dengan peningkatan frekuensi suara hingga 8.000Hz. Pada SNHL antara konduksi udara dan tulang akan memburuk tanpa adanya jarak antara konduksi tulang dan udara.
3. Timpanometri
Merupakan pemeriksaan yang digunakan untuk memeriksa keadaan dan fungsi dari telinga tengah dan mobilitas dari membran timpani.
4. *Otoakustik emission* (OAE)
Pemeriksaan menggunakan rekaman suara pada meatus akustikus eksternal dan refleksi dari sel rambut dalam koklea.
5. Elektrofisiologikal
Tes ini dilakukan pemeriksaan pada batang otak dengan mengukur aktivitas sistem saraf dan dapat dipengaruhi tumor serebelopontine yang menekan saraf koklea dan demielinasi saraf.

Fungsi telinga bagian dalam bergantung pada keseimbangan antara cairan di telinga bagian dalam. Pada hidrosefalus terjadi gangguan pendengaran sensorineural dikarenakan adanya perbedaan tekanan antara endolimfe dan perilimfe yang menyebabkan deformasi membran bantalan saraf pada telinga sehingga menyebabkan gangguan sistem pendengaran pada koklea. Beberapa penelitian melaporkan bahwa gangguan pendengaran sensorineural pada pasien dengan hidrosefalus mekanisme yang kemungkinan terjadi adalah karena adanya peningkatan tekanan intrakranial yang ditransmisikan ke perilimfe melalui saluran air koklea yang mengakibatkan hidrops perilimfatik relatif. Hidrodinamika mengarahkan terjadinya SNHL.^{15,16}

Hubungan antara VP Shunt dengan SNHL

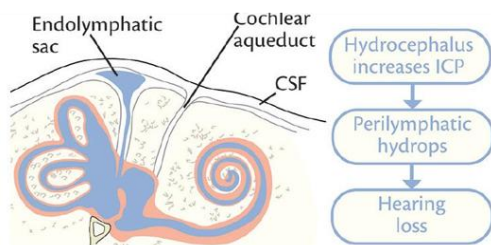
Gangguan pendengaran pada hidrosefalus yang akan dilakukan VP Shunt dapat terjadi pada saat setelah insersi VP Shunt, setelah lumbal pungsi, dan setelah anestesi lumbal. Dimana pada kasus ini terjadi penekanan pada perilimfe oleh tekanan cairan serebrospinal. Pada saat setelah insersi VP Shunt dikarenakan terjadinya stenosis akuaduktal mirip seperti gejala pada Ménière.¹⁷

Tandon dkk, menyelidiki fungsi pendengaran pada serangkaian pasien dengan peningkatan tekanan intrakranial. Mereka menemukan bahwa 81,5% dari 138 pasien yang diselidiki memiliki gangguan pendengaran pada tingkat tertentu; 74% dari kasus ini ringan. Beberapa tingkat perbaikan dalam pendengaran diamati pada 71,5% dengan 12,7% menunjukkan peningkatan yang signifikan.¹⁸ Lopponen dkk, menjelaskan bahwa sebanyak 38% mengalami gangguan pendengaran sensorineural setelah dilakukan VP Shunt. Penyebab terjadinya masih diperdebatkan yang kemungkinan disebabkan oleh karena hidrosefalus murni atau karena VP Shunt.¹⁹

Teori yang ada menjelaskan mengenai gangguan pendengaran pada perubahan tekanan cairan serebrospinal dapat ditransmisikan langsung ke perilimfe melalui koklea dan secara tidak langsung ke endolimfe melalui kantung endolimfe. Perubahan pada tekanan intrakranial dapat

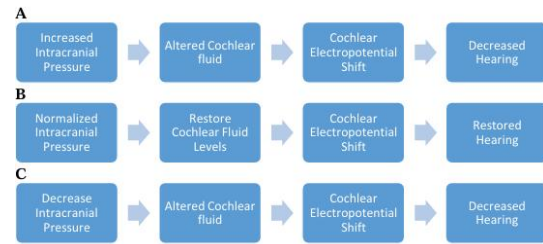
menyebabkan terjadinya hidrops endolimfe atau perilimfe. Tekanan yang masuk ke perilimfe cairan serebrospinal dialirkan dari ruang subaraknoid fossa posterior melalui koklea. Patensi saluran air koklea menjadi berkurang seiring bertambahnya usia. Bila akuaduktus serebrospinal paten cairan ditransmisikan ke perilimfe.¹⁸⁻²⁰

Tekanan pada endolimfe dikendalikan oleh kantung endolimfatik yang terletak pada ruang subdural. Walaupun tidak ada komunikasi langsung antara cairan serebrospinal dan endolimfe, tekanan yang terjadi di cairan serebrospinal akan mudah ditransmisikan ke kantung endolimfatik (Gambar 3).¹⁹



Gambar 3. Teori hidrodinamik dari gangguan pendengaran sensorineural pada hidrosefalus¹⁹

Bila serebrospinal berubah cairan maka perubahan sedikit pada cairan dapat terjadi di dalam koklea walaupun hanya sedikit perubahan cairan ini dapat menyebabkan perbedaan tekanan yang terjadi di antara endolimfe dan perilimfe. Perbedaan tekanan ini dapat menyebabkan perubahan pada membran Reissner dan menyebabkan terjadinya gangguan pendengaran. Bahkan adanya perubahan minimal yang terjadi pada cairan serebrospinal dapat ditransmisikan ke koklea melalui aquaduktus koklear yang akhirnya mempengaruhi produksi endolimfe sehingga terjadi ketidakseimbangan penyerapan atau penurunan volume perilimfe (gambar 4). Mekanisme ini dapat menyebabkan ruptur dari membran Reissner's dan kerusakan pada koklea. Teori lain mengenai penyebab gangguan pendengaran dengan hidrosefalus adalah terjadinya mekanisme penekanan pada saraf koklea atau nucleus dari tonsil serebular yang merupakan hasil dari transmisi abnormal dari cairan serebrospinal yang menekan pada koklea.²⁰



Gambar 4. Alur yang mengilustrasikan keterkaitan diantara tekanan intrakranial, perubahan yang terjadi pada koklea dan pendengaran.²⁰

Menurut Sano dkk, pada pemeriksaan postmortem pasien dengan hidrosefalus pada spesimen tulang temporal pada pasien dengan massa pada ventrikel didapatkan adanya kerusakan pada organ korti dimana bagian apikal tidak memiliki perubahan patologis sehingga bukti ini dapat menjelaskan terjadinya gangguan pendengaran sensorineural frekuensi rendah pada hidrosefalus stadium awal.³ Perubahan awal merupakan efek setelah terjadinya peningkatan tekanan intrakranial pada telinga bagian dalam yang diperhatikan pada bagian basal dari koklea, kerusakan ini menyebar ke bagian lainnya.

Patofisiologi Penurunan Pendengaran pada Pasien Hidrosefalus

Menurut Barlas dkk, kasus hidrosefalus dengan gangguan pendengaran dimana resolusi pendengaran terjadi setelah VP Shunt dipasang sehingga terjadi penurunan tekanan intrakranial dan memperbaiki drainase endolimfe sehingga terjadi perbaikan pada hidrof endolimfe. Disfungsi telinga dalam dan setelah dilakukan shunt akan terjadi perbaikan pendengaran. Adanya penurunan tekanan intrakranial dan peningkatan drainase dari endolimfe dan perbaikan pendengaran menyerupai hidrops endolimfatik.^{2,19}

Menurut Sammons dkk, bahwa perubahan tekanan di serebrospinal mengakibatkan terjadinya pergeseran di dalam koklea karena terdapat perbedaan tekanan diantara perilimfe dan endolimfe. Perbedaan tekanan yang kecil mengakibatkan terjadinya pergeseran dari membrana reissner sehingga terjadi perubahan pendengaran.^{19,20}

Pemeriksaan BERA yang dilakukan sebelum VP Shunt didapatkan tidak tampak gelombang V pada masing-masing telinga pada 90 dB. Enam bulan setelah VP Shunt pada pemeriksaan BERA didapatkan gelombang V pada 60 dB. Maka didapatkan kesimpulan bahwa tekanan cairan intrakoklear dapat berkurang dengan cara memperbaiki peningkatan tekanan cairan serebrospinal sehingga gangguan pendengaran sensorineural dapat mengalami perbaikan. Hubungan antara hidrocefalus dan perburukan pendengaran berhubungan dengan tekanan intrakranial yang mengakibatkan terjadinya perubahan pada level cairan akuaduktus koklearis dimana cairan pada telinga dalam dan serebrospinal saling berkaitan.^{18,20}

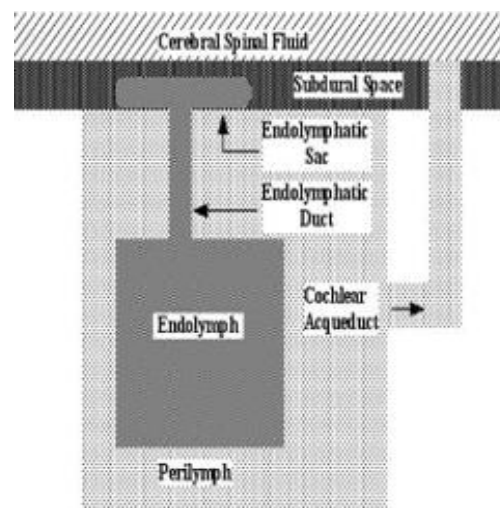
Penelitian Sammons menyimpulkan bahwa tekanan cairan intrakoklear bisa dikurangi dengan memperbaiki tekanan cairan serebrospinal yang tinggi sehingga SNHL dapat sembuh. Pada penelitian Lise, menyimpulkan bahwa terjadi perbaikan pendengaran 6-12 minggu setelah operasi VP Shunt.²¹

Venkataramana dkk, melakukan pengujian BERA pada anak-anak dengan hidrocefalus kongenital sebelum dan sesudah pemasangan ventriculoperitoneal shunt cairan serebrospinal. Menurut McPherson menemukan bahwa pada pra operatif 67% pasien mengalami peningkatan ambang dengar pada pendengaran unilateral ataupun bilateral. Pasien dengan tekanan intraventricular yang cairan tinggi menunjukkan perbaikan yang lebih sedikit dibandingkan pasien dengan tekanan yang lebih rendah.¹⁹

Gangguan Pendengaran Post VP Shunt

Beberapa penelitian menyatakan bahwa terjadinya gangguan pendengaran yang persisten paska VP Shunt, karena terjadinya kerusakan yang ireversibel pada membran basalis dapat juga dikarenakan penurunan atau peningkatan tekanan yang tiba tiba sehingga terjadi disfungsi dan gangguan pada keseimbangan di telinga dalam.²¹ Hubungan anatomi diantara cairan telinga dalam dan susunan saraf pusat pada pasien hidrocefalus dengan pemasangan VP Shunt mengakibatkan gangguan pendengaran.^{19,20,21}

Aquaduktus koklearis yang berlokasi di ujung basal kokhlea adalah kanalis tulang yang diisi dengan jaringan ikat longgar sehingga terdapat hubungan di antara perilimfe skala timpani dan cairan serebrospinal di ruang subaraknoid di fossa kranial posterior. Saat ada perbedaan tekanan dari cairan serebrospinal mengakibatkan terjadinya pergeseran yang minimal di dalam kokhlea sebagaimana halnya terdapat perbedaan tekanan yang minimal diantara endolimfe dan perilimfe. Perbedaan tekanan berpengaruh pada bergesernya membrana reissner. Terdapat hubungan antara ruangan cairan dari telinga dalam dan susunan saraf pusat yang pada akhirnya menyebabkan terbentuknya gangguan pendengaran yang dicetuskan oleh pemasangan Shunt. Pada kapsul otik, tekanan homeostasis diantara cairan koklea dan cairan serebrospinal diatur oleh 2 mekanisme, pertama aquaduktus menghubungkan koklearis yaitu yang komunikasi langsung antara cairan perilimfe dan cairan serebrospinal mengatur tekanan sehingga perilimfatik. Kedua pada sakus endolimfatikus yang berada di antara ruangan subdural yang dikelilingi oleh cairan serebrospinal yang akhirnya mengatur tekanan endolimfatikus (Gambar 5).²⁰



Gambar 5. Skema hubungan antara telinga dalam dan sistem saraf pusat (SSP).²⁰

KESIMPULAN

Hidrosefalus dapat mengakibatkan gejala gangguan pendengaran. Tatalaksana VP Shunt pada pasien dengan hidrosefalus dapat memperbaiki gangguan pendengaran yang terjadi pada pasien tersebut. Pada beberapa kasus terdapat perbaikan setelah pemasangan VP Shunt dan kasus lainnya dapat terjadi perburukan pendengaran. Deteksi dini hidrosefalus penting, tidak hanya untuk pengobatan hidrosefalus itu sendiri tetapi juga untuk mencegah perburukan pendengaran yang mungkin akan terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Koleva Miroslava J De, Orlando. Hydrocephalus. *StatPearls Publ Act CE*. 2023.
2. Singh R, Prasad R, Singh R, Trivedi A, Bhaikhel K, Sahu A. Evaluation of pediatric hydrocephalus: Clinical, surgical, and outcome perspective in a tertiary center. *Asian J Neurosurg*. 2021;16(04):706–713.
3. Abdelhafeez M, Elbeltagy R. Impacts of ventriculoperitoneal shunt on hearing threshold and speech discrimination among hydrocephalic children. *Indian J Otol*. 2022 Jul;28(3):204–209.
4. Martinez-Perez R, Montivero A, Rayo N, Ramirez M, Naudy C, Mura J. Acute Deafness: A Rare Complication of Shunting. *World Neurosurg*. 2018;113:276–279.
5. Rahmayani DD, Gunawan I, Utomo B, Ilmu D, Anak K, Surabaya S, et al. Profil Klinis dan Faktor Risiko Hidrosefalus Komunikan dan Non Komunikan pada Anak di RSUD dr. Soetomo. *Sari Pediatri*. 2017; 19(1):25-31.
6. Paff M, Alexandru-Abrams D, Muhonen M, Loudon W. Ventriculoperitoneal shunt complications: A review. *Interdiscip Neurosurg Adv Tech Case Manag*. 2018;13(February):66–70.
7. James Fowler AB, De Jesus O, Mesfin Affiliations FB. Ventriculoperitoneal Shunt Continuing Education Activity.
8. Anwar F, Zhang K, Sun C, Pang M, Zhou W, Li H, et al. Biomedicine & Pharmacotherapy Hydrocephalus : An update on latest progress in pathophysiological and therapeutic research. *Biomed Pharmacother*. 2024;181(November):117702.
9. Stevens AR, Gilbody H, Greig J, Usuah J, Alagbe B, Preece A, et al. Cerebrospinal Fluid Diversion for Refractory Intracranial Hypertension in Traumatic Brain Injury: A Single Center Experience. *World Neurosurg*. 2023;176:e265–e272.
10. Purnami N, Dipta C, Rahman A. Characteristics of infants and young children Characteristics of infants and young children with sensorineural hearing loss in Dr. Soetomo Hospital. *Oto Rhino Laryngologica Indonesiana*. 2018;48(1):11-17.
11. Dirgahayu JK, Lusiana D, Panti S, Yogyakarta R, Tantular J. Perkembangan Anak dengan Hidrosefalus yang Terpasang Vp-Shunt: Literatur Review. *Jurnal Keperawatan Dirgahayu*. 2023;5(1):18-25.
12. Yasin A, Aksu H, Özgür E, Gürbüz Özgür B. Speech and language delay in childhood: a retrospective chart review. *ENT Updat*. 2017;7(1):22–27.
13. Jauhari J. Deteksi Gangguan Pendengaran pada Anak Usia Dini. *Genius*. 2020;1(1):61–71.
14. Fitzpatrick EM, Al-Essa RS, Whittingham JA, Fitzpatrick J. Characteristics of children with unilateral hearing loss. *Int J Audiol*. 2021;56(11):819–828.
15. Activity CE. Sensorineural Hearing Loss. *Pathophysiology*. 2025.
16. Wood JW, Shaffer AD, Kitsko D, Chi DH. Sudden Sensorineural Hearing Loss in Children—Management and Outcomes: A Meta-analysis. *Laryngoscope*. 2021;131(2):425–434.
17. Panova M V., Geneva IE, Madjarova KI, Bosheva MN. Hearing Loss in Patients with Shunt-Treated Hydrocephalus. *Folia Med (Plovdiv)*. 2015;57(3–4):216–222.
18. Verma M, Singh J, Singh I, Kakkar V, Yadav SPS, George JS. To Evaluate the Pre and Post Shunt Sensorineural Hearing Loss in Hydrocephalus Patients. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2019;71:1314–1319.

19. Ellis BJA, Lo BWY, Bhatia CG, Feit Y, Mandel S, Shani D. Hearing Loss Associated With Hydrocephalus. *Practical Neurology*. 2020;(September):74–75.
20. Jamshidi A, Glidewell C, Murnick J, Magge S, Reilly BK. Resolution of bilateral sensorineural hearing loss following ventriculoperitoneal shunt and literature review. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2017;100:141–144.
21. Lim HW, Shim BS, Yang CJ, Kim JH, Cho YH, Cho YS, et al. Hearing loss following ventriculoperitoneal shunt in communicating hydrocephalus patients: A pilot study. *Laryngoscope*. 2014;124(8):1923–1927.