

Manuál disekcie
spánkovej kosti
s nácvikom postupu
pri kochleárnej
implantácii
a implantácii aktívneho
stredoušného
implantátu

Temporal bone
dissection manual
with training on
cochlear implant
surgery
and active
middle ear implant
surgery





Stredoušný implantát siaha za hranice načúvacích aparátov

- prirodzená kvalita zvuku
- neporušená koža nad implantátom
- ľahko sa používa a príjemne nosí

MED⁹EL

Vibrant Soundbridge (VSB) je optimálna voľba pre ľudí, ktorí z rôznych príčin nemôžu používať konvenčné načúvacie aparáty. VSB je jediný stredoušný implantačný systém, ktorý sa pripája iba na jednu zo štruktúr v strednom uchu. Preto je nezávislý na raste lebky a je vhodný pre deti už od 3 rokov.

VSB pozostáva z vnútornej a vonkajšej časti. Vonkajšia časť, nazývaná aj audio procesor, sa nosí nenápadne na hlave a môže byť ukrytá pod vlasmi. Vnútorňá časť je implantát, ktorý mechanicky vibruje stredoušnými štruktúrami. Výsledkom je vynikajúca kvalita zvuku, bez zablokovania zvukovodu.

MED-EL Niederlassung Wien · Liechtensteinstr. 22a/1/Mezzanin/5 · 1090 Wien
Tel. +43(0)1-31 72 400 · Fax +43 (0)1-31 72 400-14

info@sk.medel.com
medel.com



Manuál disekcie
spánkovej kosti
s nácvikom postupu
pri kochleárnej
implantácii
a implantácii aktívneho
stredoušného
implantátu

Temporal bone
dissection manual
with training on
cochlear implant
surgery
and active
middle ear implant
surgery



Manuál disekcie spánkovej kosti s nácvikom postupu pri kochleárnej implantácii a implantácii aktívneho stredoušného implantátu
Temporal bone dissection manual with training on cochlear implant surgery and active middle ear implant surgery

prof. MUDr. Milan Profant, CSc., doc. MUDr. Zuzana Kabátová, CSc.

Sakao spol. s r.o., 2012, 1. vydanie

Preklad: Milan Profant

Sadzba: Peter Kabát

Obálka: Petra Bartošová

Originálny copyright: Milan Profant 2012. Prvé vydanie Sakao spol. s r.o.

Original copyright: Milan Profant 2012. First issue Sakao spol. s r.o.

Všetky práva sú vyhradené. Žiadna časť tejto publikácie nesmie byť akýmkoľvek spôsobom rozmnožovaná alebo reprodukováaná bez písomného súhlasu vlastníkov autorských práv.

Sakao spol. s r.o.

Hlavná 325

900 41 Rovinka

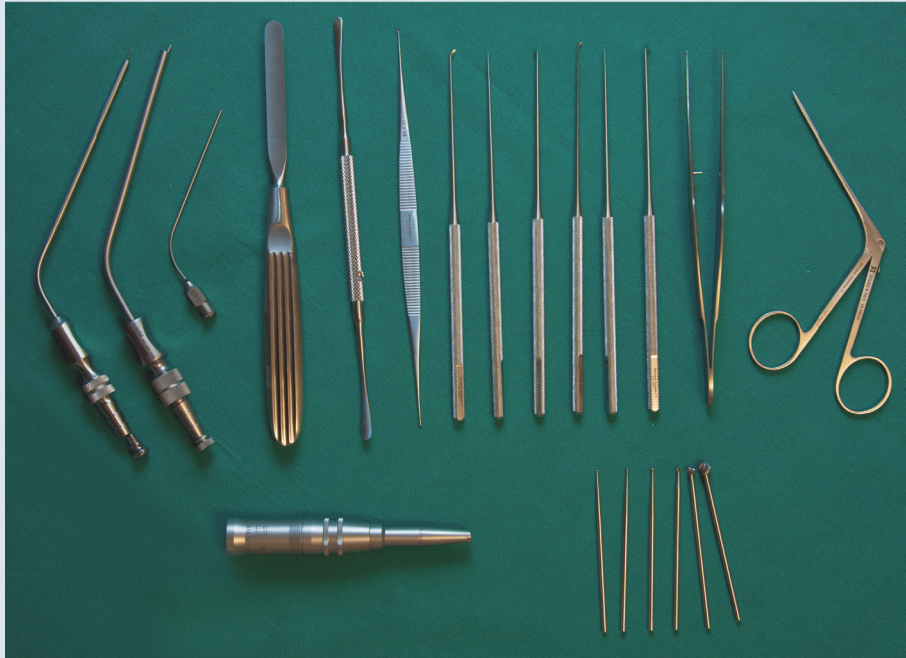
Objednávka publikácie

profant@fnorl.sk

tel: +421 907 402 680

ISBN: 978-80-970892-0-7

Vydalo SAKAO spol. s r.o. ako svoju 1. publikáciu.



Obr. 1: Nástroje pre disekciu spánkovej kosti

Fig 1: Instruments for temporal bone dissection

PRACOVNÝ STÔL

(Obr. 1)

- Spánkova kosť
- Držiak na spánkova kosť
- Chirurgický mikroskop
- Odsávací systém
- Vrtáčka / fréza s oplachom
- Rovný / zahnutý držiak na vrtáky
- Sada rezacích a diamantových vrtákov
- Sada chirurgických inštrumentov
- Sada mikrochirurgických inštrumentov

PRÍPRAVA NA DISEKCIU

Z povrchu planum mastoideum spánkovej kosti je potrebné odstrániť spojivé tkanivo. Koža kostnej časti vonkajšieho zvukovodu, ako aj blanka bubienka ostanú neporušené. Šupina spánkovej kosti sa fixuje do držiaku. Uloženie spánkovej kosti v držiaku korešponduje s polohou ucha počas operácie (pacient leží na chrbte s hlavou otočenou na opačnú stranu). Začína sa rezacou frérou 6.0 mm v rovnom držiaku a odsávačom 4.0 mm.

WORKSPACE

(Fig.1)

- Temporal bone
- Temporal bone holder
- Surgical microscope (assistant, camera optional)
- Suction system
- Drilling machine with irrigation system
- Straight, angled handpiece
- Set of cutting and diamond burs
- Set of surgical Instruments
- Set of microsurgical Instruments

PREPARATION FOR DISSECTION

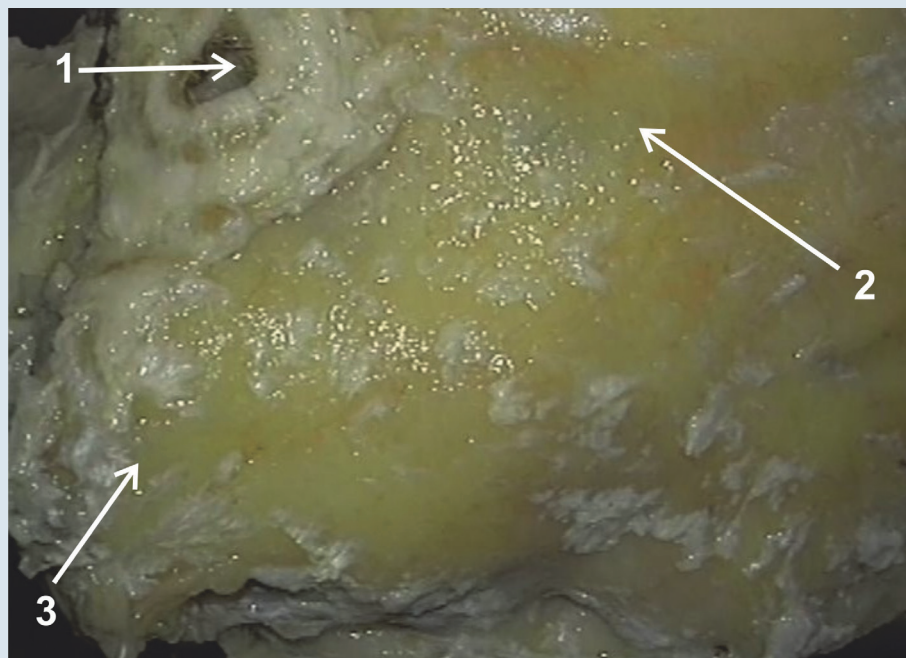
The connective tissue must be removed from the mastoid plane of the temporal bone (TB). The skin of the bony external ear canal and ear drum are left intact. The squama of the TB is fixed in the TB holder. The orientation of the temporal bone in its final position resembles the position of the ear during surgery (patient in supine position with head turned to the opposite side). The 6.0 mm cutting burr in the straight handpiece and 4.0 mm suction tube are ready for usage.

Obr. 2: Uloženie spánkovej kosti v držiaku korešponduje s polohou ucha počas operácie.

1. Meatus acusticus externus
2. Linea temporalis
3. Processus mastoideus

Fig 2: Temporal bone position for the dissection resembling supine position of the patient during ear surgery.

1. Meatus acusticus externus
2. Linea temporalis
3. Processus mastoideus



ORIENTÁCIA A SMER

(Obr. 2)

- Superior znamená nahor k temporálnej línii (kraniálne)
- Inferior znamená nadol k hrotu mastoidu (kaudálne)
- Posterior znamená dozadu k sinus sigmoideus (dorzálna)
- Anterior znamená dopredu k Eustachovej trubici (ventrálne)
- Mediálne znamená dovnútra smerom k vnútornému uchu
- Laterálne znamená von k vonkajšiemu povrchu spánkovej kosti

AKO PRACOVAŤ S UŠNOU VRTAČKOU

- Chyť držiak vrtáka ako písacie pero
- Vrtaj kosť posuvným a rotačným pohybom
- Používaj najväčší vhodný vrták
- Nenechaj rotovať vrták na jednom mieste
- Úsilná manipulácia s malým vrtákom môže spôsobiť nežiadúci hlboký prenik
- Vždy oplachuj miesto vrtania
- Vždy používaj ostré rezacie a diamantové vrtáky
- Vrtanie miernym tlakom s vyššou rýchlosťou je efektívnejšie, než použitie nižšej rýchlosti a intenzívnejšieho tlaku

ORIENTATION AND DIRECTION

(Fig.2)

- Superior means up towards the temporal line
- Inferior means downward towards the mastoid tip
- Posterior means backward towards the sigmoid sinus
- Anterior means front towards the Eustachian tube
- Medial means inward towards otic capsule
- Lateral means out towards external surface of the TB

HOW TO WORK WITH THE DRILL SYSTEM

- Hold the handpiece like a pen
- Cut the bone with the rotating and moving burr
- Use the biggest appropriate burr
- Do not keep the rotating burr pressed against one spot
- High pressure with the small burr may cause undesirable deep penetration
- Always irrigate the drilling area
- Always use sharp cutting burrs (as well as sharp diamond burrs)
- Applying high speed with low pressure is much better than low speed and high pressure

- Rezací vrták poškodzuje, trhá jemné tkanivá
- Diamantová fréza nepoškodzuje jemné tkanivá (ak s ňou zaobchádzaš opatrne)
- Pozorne sleduj zmeny charakteru kosti
- Rozlišuj kostnú platňu od intercelulárnej septácie pneumatizovanej kosti.
- Kostná platňa vždy upozorňuje na prítomnosť štruktúry ležiacej za ňou
- Ďalšie vrtanie na úrovni „blue line“ vedie rýchlo k obnaženiu mäkkých tkanív pod kosťou

MASTOIDEKTÓMIA

(Obr. 2,3,4,5,6)

Chirurgické pole ohraničujú nasledujúce štruktúry: processus mastoideus inferiórne, vonkajší zvukovod a zygomatický oblúk anteriórne, linea temporalis superiórne a retrosigmoidný priestor posteriórne. Vrtanie začíname naznačením T línie. Horizontálna línia (vo vzťahu k polohe spánkovej kosti) sa dotýka zadnej steny vonkajšieho zvukovodu a na ňu kolmá línia je pokračovaním linea temporalis (Obr. 3). Priesečník línií predstavuje priestor, v hĺbke ktorého možno očakávať antrum mastoideum. Odstránením povrchovej kortikálnej vrstvy sa otvoria prvé periférne dutinky. Ako prvú štruktúru možno identifikovať kostnú platňu sulcus sinus sigmoideus. Modrá farba sinus sigmoideus presvitá cez tenkú kosť. Presné odstránenie vzdušných dutiniek obnaží kostnú platňu sulcus sinus sigmoidei obdobne ako keď sochár vysochá sochu z kameňa.

- Pozíciu sinus sigmoideus možno zobrazit' na CT vyšetrení pred chirurgickým výkonom, upozorní na možné variácie
- Predovšetkým na spánkovej kosti u detí, neopatrným vrtaním možno otvoriť sinus sigmoideus so závažným krvácaním

Vrtanie pokračuje skeletizáciou stien mastoidálneho hrotu. Treba zničiť kortikálnu kosť a obnažit' úpon m. digastricus v digastrickej hran

- The cutting burr tears the soft tissue
- The diamond burr leaves the soft tissue intact (if handled gently)
- Keep your eyes wide open to recognize changes in bone character
- Learn to differentiate the presence of bony plate from that of pneumatized bone
- Bony plate always indicates the presence of a structure behind it
- Drilling on a blue line will rapidly expose the soft tissue behind the bone

MASTOIDECTOMY

(Fig 2,3,4,5,6)

The following structures define the surgical field: Mastoid tip inferiorly, ear canal and zygomatic arch anteriorly, temporal line superiorly and retrosigmoid line posteriorly. The drilling starts by marking the T shape lines. The (superior-inferior) vertical tangent line touches the posterior ear canal wall and the horizontal (anterior - posterior) line follows the linea temporalis (Fig 3). The crossing point shows the space where one can expect to find the antrum mastoideum in the deeper layer. The cortical layer is gradually removed with a cutting burr, opening the periantral cells. The first structure to be identified is the sigmoid sulcus bony plate. The blue colour of the sigmoid sinus filters through the thin bone. Precise removal of the surrounding cells will expose the sulcus sigmoideus bony plate, similar to a statue emerging from stone.

- The sigmoid sinus position can be evaluated on the CT scan during a real surgery
- Especially in the paediatric temporal bone, incautious drilling may open the sinus with severe bleeding

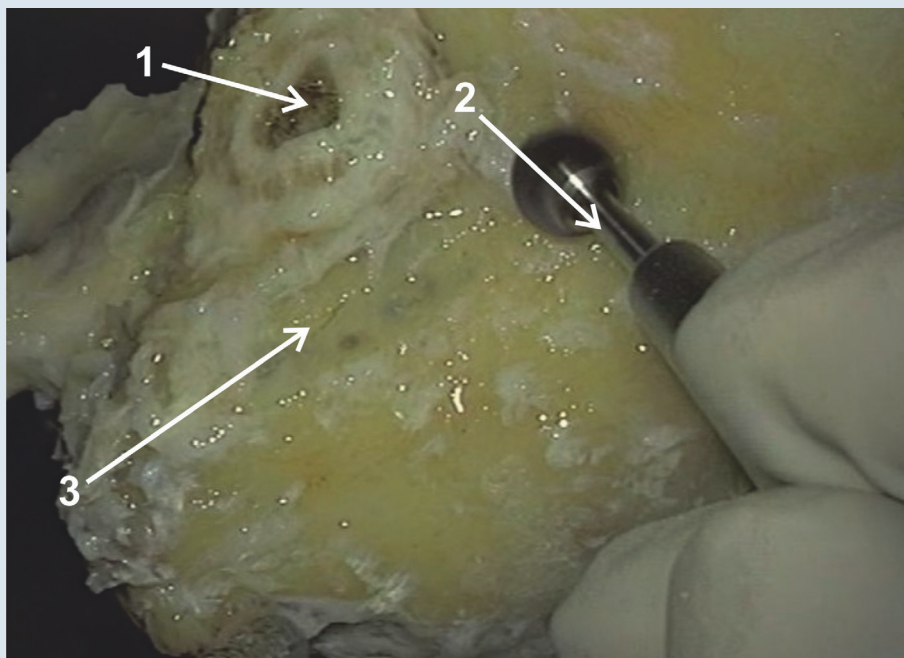
The drilling continues to skeletonise the walls of the mastoid tip. Drilling against the medial wall of the mastoid tip opens the corticalis and exposes

Obr. 3: Vrtanie cez kortikálnu vrstvu. Horizontálna línia sa dotýka vonkajšieho zvukovodu, kolmica sleduje linea temporalis

1. Meatus acusticus externus
2. Linea temporalis
3. Horizontálna vrtacia línia

Fig 3: Drilling through the mastoid cortex. Horizontal drilling line is a tangent to the external meatus, perpendicular drilling line follows linea temporalis.

1. Meatus acusticus externus
2. Linea temporalis
3. Horizontal drilling line

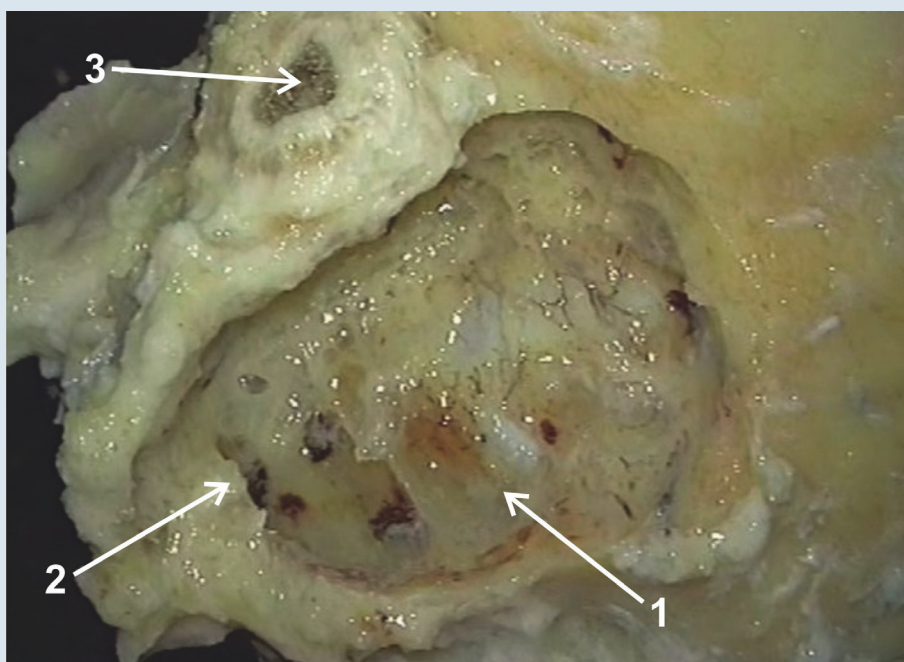


Obr. 4: Stav po odstránení kortikálnej vrstvy. Cez skeletizovanú platňu sulcus sinus sigmoideus modro presvitá sinus

1. Sulcus sinus sigmoideus
2. Processus mastoideus
3. Meatus acusticus externus

Fig 4: Mastoid corticalis bone removed. Bony plate covering sigmoid sinus exposed (bluish colour).

1. Sulcus sinus sigmoideus
2. Processus mastoideus
3. Meatus acusticus externus

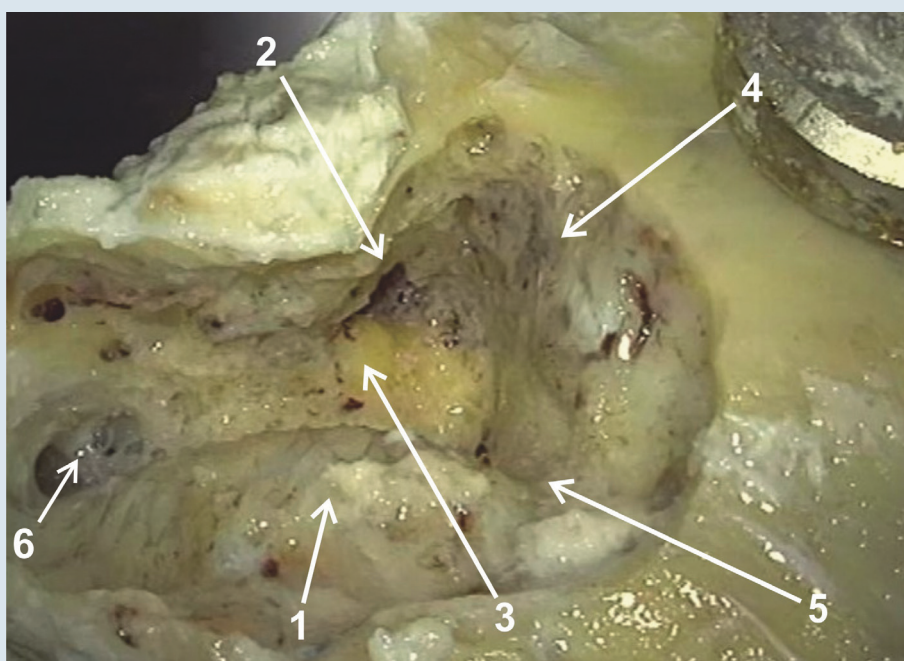


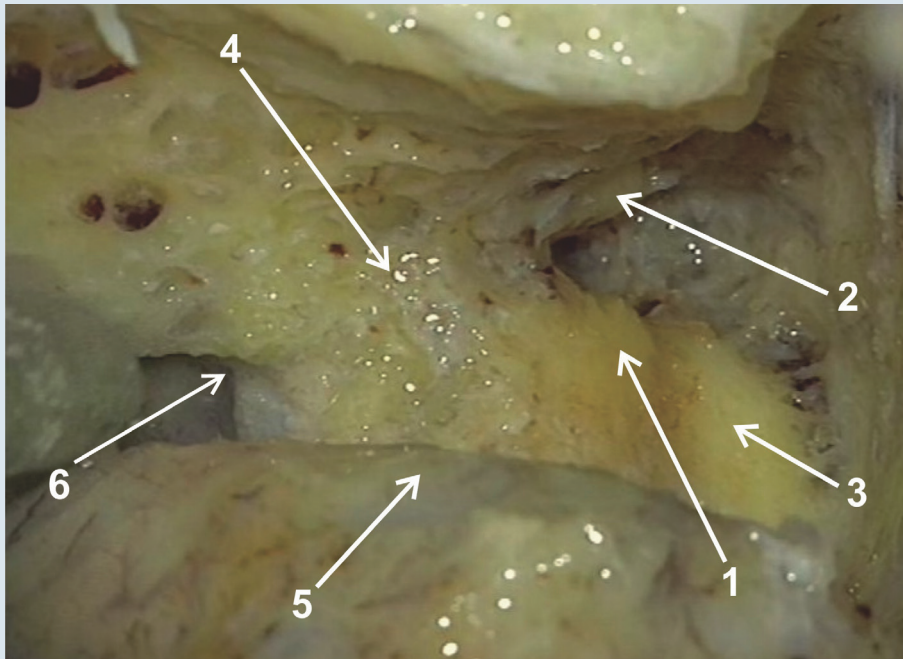
Obr. 5: Otvorenie antrum mastoideum a aditus ad antrum mastoideum s nažltlou spodinou, ktorú tvorí laterálny semicirkulárny kanálik

1. Sulcus sinus sigmoideus
2. Aditus ad antrum mastoideum
3. Canalis semicircularis lateralis
4. Middle fossa bony plate
5. Sinodurálny uhol
6. Intersinofaciálny priestor

Fig 5: Exposition of antrum mastoideum and aditus ad antrum with yellowish bottom created by lateral semicircular canal.

1. Sulcus sinus sigmoideus
2. Aditus ad antrum mastoideum
3. Canalis semicircularis lateralis
4. Middle fossa bony plate
5. Sinodural angle
6. Intersinofacial (retrofacial) space





Obr. 6: Rozširovanie aditus ad antrum mastoideum

1. Canalis semicircularis lateralis
2. Incus and head of malleus complex
3. Canalis semicircularis anterior
4. Canalis facialis
5. Sulcus sinus sigmoideus
6. Intersinofaciálny priestor

Fig 6: Exploring aditus ad antrum mastoideum

1. Canalis semicircularis lateralis
2. Incus and head of malleus complex
3. Canalis semicircularis anterior
4. Canalis facialis
5. Sulcus sinus sigmoideus
6. Intersinofacial (retrofacial) space

(linea digastrica) (Obr. 4). Horizontálna línia digastrickej hrany ukazuje na polohu foramen stylomastoideum a definuje pozíciu mastoidálneho úseku kanála tvárového nervu.

Po odstránení periantrálnych dutiniek v hornej časti disekčného poľa sa otvorí antrum mastoideum, najväčší vzdušný priestor v spánkovej kosti.

Po otvorení antrum mastoideum možno vidieť kostné vyklenutie podmienené laterálnym polkruhovitým kanálkom (Obr. 5). Predstavuje jeden z kľúčových orientačných chirurgických bodov, ktorý sa identifikuje bez ďalšieho vrtania na dne antrum mastoideum. Horná časť laterálneho polkruhovitého kanálika je zreteľná anatomická štruktúra (os petrosum), ktorá tvorí časť mediálnej steny antra. Na rozdiel od predného a zadného semicirkulárneho kanálika, laterálny kanálik nie je prekrytý pneumatizovanou kosťou. Orientujúc sa polohou laterálneho semicirkulárneho kanálika pokračujeme v odstraňovaní pneumatizovanej kosti. Mediálne od sulcus sinus sigmoideus sa nachádza kostná platňa zadnej jamy lebečnej. Smerom nahor treba skeletizovať platňu strednej jamy. Spojenie platní zadnej a strednej jamy lebečnej sa nazýva sinodurálny uhol (Citelliho uhol).

the attachment of the digastric muscle in the digastric ridge (linea digastrica) (Fig 4). The horizontal line of the digastric ridge shows the position of the stylomastoid foramen and defines the position of the mastoid segment of the facial canal.

In the upper part of the surgical field, removal of the periantral cells finally opens the antrum mastoideum, the largest air-filled space in the temporal bone. Once the mastoid antrum is open, the bony lateral semicircular canal can be seen (Fig 5). This is one of the key surgical landmarks that can be identified without additional drilling at the bottom of the antrum mastoideum. The upper part of the lateral semicircular canal is a clear anatomical structure (petrosal bone) creating a part of the medial wall of the antrum mastoideum. Unlike the anterior and posterior semicircular canals, the lateral canal is not covered by the pneumatised temporal bone. After confirming the anatomical orientation by identifying the lateral semicircular canal, remove the pneumatised bone to reach the bony plate of the posterior fossa dura medially to the sigmoid sinus and drill superiorly to expose the middle fossa bony plate. The confluence of the middle fossa and

Ďalšou skeletizáciou možno postrehnúť modro presvitajúci horný petrózny splav (sinus petrosus superior) (Obr. 5).

Priestor medzi zadnou stenou mastoidálneho úseku kanála tvárového nervu a sigmoidálnym splavom sa označuje ako retrofaciálny (intersinofaciálny). Sledujúc priebeh splavu kaudálne možno preniknúť k foramen jugulare.

- Identifikuj hrot processus mastoideus počas práce s mäkkými tkanivami
- Skeletizuj digastrickú hranu až ku kanálu tvárového nervu
- Digastrická fascia obaľuje tvárový nerv a znižuje riziko jeho poranenia počas vŕtania v tejto oblasti
- Petrózna kosť je žltkastej farby, tvrdšia a pevnejšia ako ostatná spánková kosť
- Oba skryté semicirkulárne kanáliky (predný a zadný) sa dajú skeletizovať od pneumatizovanej spánkovej kosti
- Ampula zadného polkruhovitého kanáliku ukazuje na polohu druhého ohybu tvárového nervu
- V prípade, že stratíš anatomickú orientáciu, hľadaj dura mater strednej alebo zadnej jamy lebečnej

Vŕtaním v prednej hornej časti antrum mastoideum sa postupne otvára epitympanum. Znásaním kosti laterálne a anteriórne od laterálneho semicirkulárneho kanáliku sa odhalí krátky výbežok nákovky (Obr. 6). Ďalej treba zniesť laterálnu stenu atiku a vizualizovať hlavičku kladivka. Vytvorí sa tak prístup do supratubárneho recesu (anteriórne od kladivka). Orientáciu poskytne aj poloha dury strednej jamy lebečnej. V dobre pneumatizovanej spánkovej kosti je vzdialenosť medzi skeletizovanou laterálnou stenou atiku a kostnou lamelou strednej jamy 4 - 6 mm. Pri málo pneumatizovanej spánkovej kosti môže byť dura strednej jamy v úrovni hornej steny vonkajšieho zvukovodu.

posterior fossa bony plate is called the sinodural angle (Citelli angle). If skeletonised to a thin plate, the blue-coloured superior petrosal sinus can be seen filtering through the thin bone (Fig 5).

Once the antrum mastoideum and posterior wall of the stylomastoid facial canal are defined, the retrofacial (intersinofacial) space is open, following the sigmoid sinus towards the jugular foramen under the tympanic cavity.

- Explore the mastoid tip during soft tissue work in real surgery
- Bring the digastric ridge close to the facial canal
- The digastric fascia encircles the facial nerve and reduces the risk of injury to the facial nerve when drilling in this area
- The petrosal bone is yellowish and harder than temporal bone
- Both posterior and anterior semicircular canals can be skeletonised from the pneumatized temporal bone
- The ampulla of the posterior semicircular canal shows the position of the second facial canal curve
- In case the anatomical orientation is lost, look for the dura mater (middle or posterior fossa)

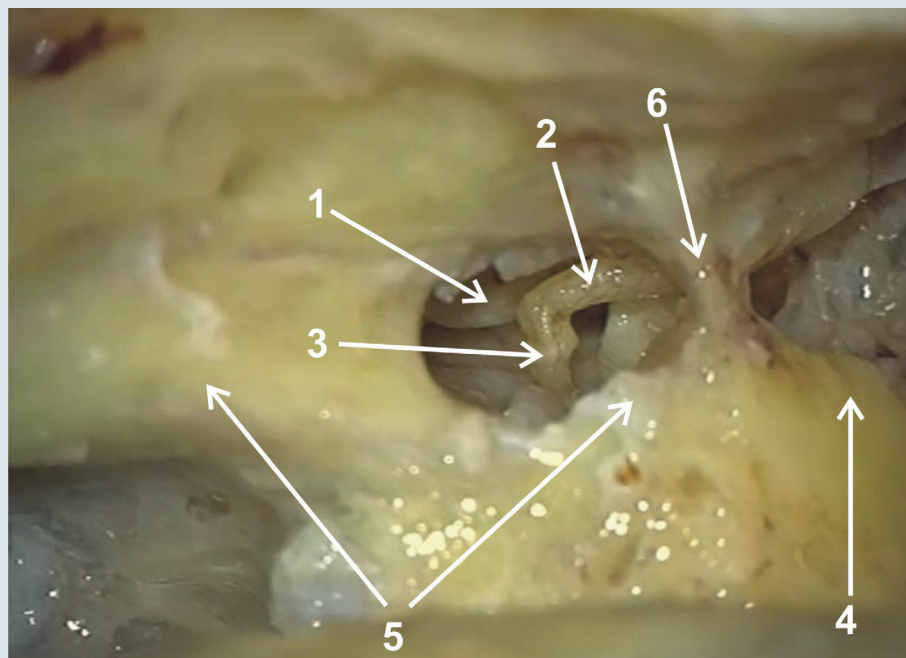
The drilling continues to expose the epitympanum from the antrum mastoideum. The bony edge of the anterior wall is gently removed laterally from the lateral semicircular canal surface to expose the short process of incus (Fig 6). Step by step the lateral attic wall is removed to expose the head of the malleus to have access anteriorly from the malleus to the supratubal recess. One has to respect the position of the middle fossa dura. In well-pneumatized temporal bone, the distance between the skeletonized lateral attic wall and the middle fossa bony plate is 4-6 mm. In poorly pneumatized TB the middle fossa dura is in the level of the upper wall of the external ear canal.

Obr. 7: Zadná tympanotómia

1. Manubrium mallei
2. Processus longus incudis
3. Stapes
4. Canalis semicircularis lateralis
5. Canalis facialis
6. Kostný mostík pri krátkom výbežku nákovky

Fig 7: Posterior tympanotomy

1. Handle of malleus (manubrium mallei)
2. Long process of incus (processus longus incudis)
3. Stapes
4. Canalis semicircularis lateralis
5. Canalis facialis
6. Bony bridge to support short process of incus



ZADNÁ TYMPANOTÓMIA

Po identifikácii konca krátkeho výbežku nákovky treba malým diamantovým vrtákom (2-3 mm) skeletizovať priestor medzi sulcus tympanicus (mediálna hrana steny vonkajšieho zvukovodu) a laterálnou stenou mastoidálneho úseku kanála tvárového nervu. Postupne sa takto otvorí zadná časť bubienkovej dutiny (zadná tympanotómia).

Pri riešení cholesteatómu sa pri zadnej tympanotómii znáša celá kostná stena od úrovne epitympana. Pri týchto chirurgických výkonoch sa zvyčajne odstráni aj nákovka a priestor medzi mastoidálnou trepanačnou dutinou a bubienkovou dutinou sa otvorí na široko na zaistenie dostatočnej ventilácie a drenáže.

Pri kochleárnej implantácii alebo pri aktívnych stredoušných implantátoch sa ponecháva kostný mostík, ktorý chráni a stabilizuje polohu nákovky (Obr. 7). Hranice zadnej tympanotómie tak tvoria kostný mostík superiórne, sulcus tympanicus laterálne, kanál tvárového nervu mediálne a kanál chorda tympani inferiórne.

Pri sanačnej chirurgii pre cholesteatóm je zadná tympanotómia výrazne širšia. Širokú komunikáciu

POSTERIOR TYMPANOTOMY

Once the tip of the short process of the incus is exposed, the space between the sulcus tympanicus (the medial edge of the external ear canal wall) and the lateral portion of the mastoid facial canal is drilled out with a small diamond burr. This drilling will gradually open the posterior wall of the tympanic cavity (posterior tympanotomy). There are two ways to open the posterior wall of the tympanic cavity. In cholesteatoma cases, the epitympanum communication gradually continues to posterior tympanotomy. Usually the incus is also removed in this procedure and the communication space between the mastoid cavity and tympanic cavity with its Eustachian tube is widely open to ensure proper ventilation and drainage. In cases of cochlear implantation or middle ear implantation, the tiny bony bridge which supports the short process of the incus is left in place (Fig 7). The borders for the posterior tympanotomy in implantation cases consist of the bony bridge superiorly, sulcus tympanicus laterally, facial canal wall medially and chorda tympani canal inferiorly. In cholesteatoma cases, the size of the posterior tympanotomy is much wider, directly open to the aditus by removing the incus

s aditus ad antrum umožňuje odstránenie kostného mostíka pred nákovkou.

Zadná tympanotómia sa dokončí stenčením zadnej steny kostnej časti vonkajšieho zvukovodu kraniálne od zygomatického výbežku a kaudálne až po úroveň prednej steny zvukovodu.

V ojedinelých prípadoch riešenia neprehľadného cholesteatómu alebo tumoru možno pre lepšiu orientáciu celú skeletizovanú zadnú stenu zvukovodu en bloc odstrániť a po ukončení operácie následne vložiť na pôvodné miesto.

Postup opísaný v časti Zadná tympanotómia je známy ako „canal wall up“ mastoidektómia (zatvorená technika), pri ktorej sa ponechá neporušená zadná stena zvukovodu. Pri odstránení skeletizovanej zadnej steny zvukovodu ide o techniku nazývanú „canal wall down“ mastoidektómia (otvorená technika).

Ak sa otvorený výkon plánuje od začiatku, možno zadnú stenu odstraňovať postupne počas mastoidektómie.

bony bridge. After completing the posterior tympanotomy the posterior bony ear canal wall is nicely shaped, from the zygoma in the upper part to the anterior wall in the lower part. In the surgical cases where the cholesteatoma or tumour conditions require better orientation and more space to work with important structures, this skeletonised posterior wall can be easily removed en bloc and reimplanted after completion of the surgical work.

The procedure described in this part is known as canal wall up mastoidectomy (closed technique), with the posterior ear canal wall left intact. When removing the skeletonised posterior ear canal wall, the procedure is called the canal wall down technique (open technique). If the open technique is planned from the beginning of the surgery, the posterior canal wall can be removed gradually with a mastoidectomy.

INFRAFACIÁLNA TYMPANOTÓMIA

Pri vytváraní zadnej tympanotómie sa stenčuje laterálna stena mastoidálneho úseku tvárového nervu. Pri frézovaní dutiniek v intersinofaciálnom priestore sa skeletizuje zadná stena mastoidálneho úseku kanála tvárového nervu a postupuje sa smerom k bulbus superior v. jugularis. Stenčovaním kosti dolnej steny kanála pod nervom použitím 2 mm diamantovej frézy sa vytvorí komunikácia medzi hypotympanom a intersinofaciálnym priestorom.

- Daj pozor na nákovku pri otváraní epitympana. Kontakt s rotujúcou frézou môže zapríčiniť závažnú akutraumu (skontroluj integritu inkudo-stapediálneho skĺbenia, prípadne skĺbenie preruš).
- Počas vytvárania zadnej tympanotómie vždy pohybuj rotujúcou frézou pozdĺž kanála tvárového nervu (nikdy nie kolmo na os kanála).
- Priestor zadnej tympanotómie je väčší v hornej časti (blízko pri hrote krátkeho výbežku nákovky).
- Dbaj na tympanický segment tvárového nervu pri vítaní anteriórne a inferiórne od hlavičky kladivka.
- Cez zadnú tympanotómiu a epitympanum vidno dve konštantné anatomické štruktúry: striešku okrúhleho okienka a processus cochleariformis

Pri niektorých typoch chirurgických výkonov musí operatér premiestniť tvárový nerv smerom dopredu, aby sa vyhol jeho poškodeniu. Frézovanie vyžaduje úplné obnaženie nervu vo foramen stylomastoideum s ostrou preparáciou fascie obalujúcej tvárový nerv v tejto oblasti. Vítaním ponad nerv treba postupne odstrániť tenkú kosť v jeho mastoidálnom a tympanickom úseku. Pred premiestnením nervu sa musí odstrániť 2/3 z obvodu kosti v mastoidálnom segmente (240°) a 1/2 v jeho tympanickom úseku (180°).

INFRAFACIAL TYMPANOTOMY

The lateral wall of the mastoid facial canal is thinned when creating a posterior tympanotomy. The posterior wall of the mastoid facial canal is skeletonised when removing retrofacial (intersinofacial) cells to expose the jugular bulb. Using the 2 mm diamond burr, the bone under the mastoid facial canal is also removed. By thinning this bony wall, communication between the hypotympanum and the intersinofacial space can be easily created.

- Pay attention to the incus while exploring the epitympanum. Contact with the rotating burr may cause severe acutrauma (check the integrity of the incudo-stapedial joint).
- When drilling the posterior tympanotomy, always move the rotating burr along the facial canal (not perpendicular to the canal axis)
- The space of the posterior tympanotomy is larger in the superior part (close to the tip of the short process of the incus)
- When drilling anteriorly and inferiorly to the malleus head, pay attention to the tympanic segment of the facial nerve
- Looking through the posterior tympanotomy and epitympanum there are two constant anatomical landmarks: the round window niche and the processus cochleariformis

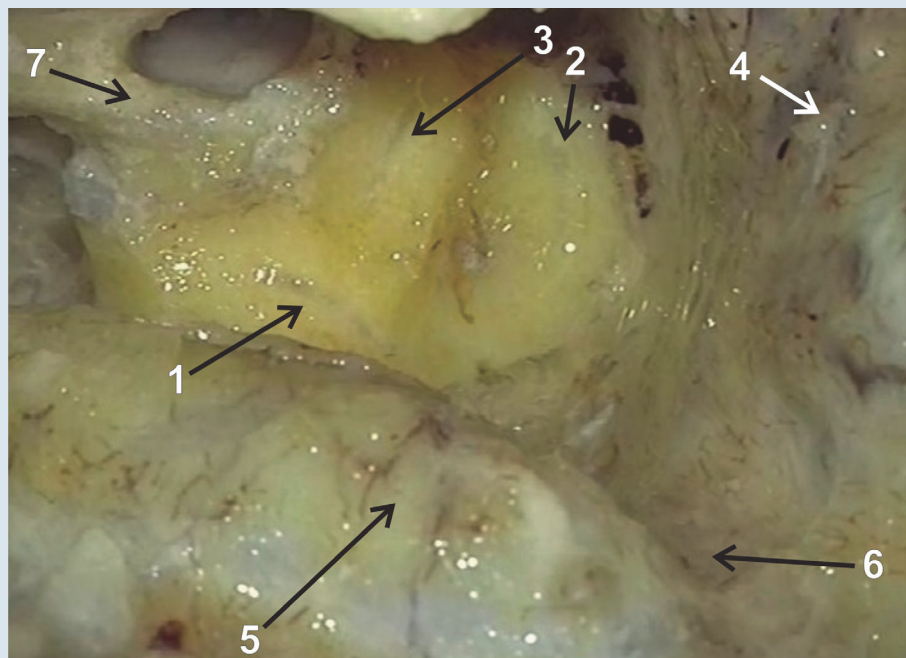
In several different types of surgical situations, the surgeon has to move the facial nerve anteriorly from the facial canal to avoid damaging it. The drilling requires full exposure of the stylomastoid foramen with sharp dissection of the fascia covering the facial nerve in this area. Drilling along the facial nerve will gradually remove thin bone from the nerve in the mastoid segment and the tympanic segment. Before moving the nerve out of its position, 2/3 of the circumference (240°) of the bone in the mastoid segment must be removed as well as 1/2 of the bone in the tympanic segment (180°).

Obr. 8: Skeletizácia semicirkulárnych kanálikov (pozri „blue line“)

1. Canalis semicircularis zadný
2. Canalis semicircularis predný
3. Canalis semicircularis lateralis
4. Kostná platňa strednej jamy
5. Sulcus sinus sigmoideus
6. Sinodurálny uhol
7. Canalis facialis (pars mastoidea)

Fig 8: Skeletonization of canales semicirculares (see the blue lines)

1. Canalis semicircularis anterior
2. Canalis semicircularis posterior
3. Canalis semicircularis lateralis
4. Middle fossa bony plate
5. Sulcus sinus sigmoideus
6. Sinodural angle
7. Canalis facialis (pars mastoidea)



LABYRINTEKTÓMIA

Vrtanie pokračuje pozdĺž kostnej platne zadnej jamy lebečnej ku kosti zadného polkruhového kanálika. Pri skeletizácii dury zadnej jamy v blízkosti ampuly zadného kanálika možno očakávať endolymfatický vak. Po stenčení kosti zadného kanálika sa objaví „blue line“ – modrasté presvietenie membranózneho labiryntu (Obr. 8). Posteriórne sa táto „modrá línia“ stáča mediálne smerom k spoločnému ramenu s predným polkruhovitým kanálikom. Obdobne treba postupovať aj na laterálnom a prednom kanáliku.

Všetky tri kanáliky sa znášajú rezacím vrtákom 6.0.

Orientáciu umožňujú nasledovné štruktúry:

- a. labyrinthi v strede polkruhu vytvorenom predným semicirkulárnym kanálikom
- druhý ohyb kanála tvárového nervu v oblasti ampuly zadného polkruhového kanálika

Pre získanie lepšieho prehľadu sa kanál n. facialis skeletizuje na tenkú kosť. Treba mať na pamäti, že predná stena laterálneho kanálika je zároveň

LABYRINTHECTOMY

The drilling continues along the posterior fossa bony plate to the yellowish bone of the posterior semicircular canal. When drilling out the bone covering the posterior fossa dura in the area close to the posterior canal ampulla, one can explore the endolymphatic sac. Step by step removal of the posterior semicircular canal bone will soon expose a blue line of colour filtering through from the membranous labyrinth underneath. Posteriorly this blue line turns medially towards the common arm with the anterior semicircular canal. Do the same work along the lateral and anterior semicircular canals to have an anatomical orientation of the position of all three semicircular canals.

With a 6.0 cutting burr, drill out all three semicircular canals.

Pay attention to the following structures:

- The labyrinthine artery located in the center of the half-circle created by the anterior semicircular canal may be explored during drilling.
- The posterior semicircular canal ampulla area shows the position of the second facial canal turn.

zadnou stenou tympanického úseku kanála tvárového nervu. Ampula predného semicirkulárneho kanálíka ukazuje na polohu labyrintového úseku kanála n. VII.

OTVORENIE VESTIBULA A VNÚTORNÉHO ZVUKOVODU

Pod laterálnym polkruhovitým kanálikom možno otvoriť vestibulum labyrintu, ktoré sa nachádza nad fundom vnútorného zvukovodu. Vonkajší a vnútorný zvukovod sú uložené na jednej osi. Frézovaním pozdĺž kostnej platne zadnej jamy možno preniknúť do oblasti vchodu do vnútorného zvukovodu. Inferiórne od vnútorného zvukovodu možno vyformovať bulbus v. jugularis znesením kosti medzi vnútorným zvukovodom a durou zadnej jamy lebečnej. Podobným spôsobom možno skeletizovať hornú stenu vnútorného zvukovodu. Treba zničiť kosť jeho zadnej steny v rozsahu 240°. Fundus vnútorného zvukovodu je rozdelený horizontálnou lištou – crista transversa na 2 časti:

- hornú časť obsahujúcu tvárový nerv a horný vestibulárny nerv
- dolnú časť s n. cochlearis a dolným vestibulárnym nervom.

Labyrintový úsek tvárového nervu vstupuje do vnútorného zvukovodu viac anteriórne a mediálne, vytvára ostrý uhol s horným vestibulárnym nervom (ten je uložený laterálnejšie a vzadu) (Obr. 9). Tieto dve štruktúry od seba oddeľuje drobná kostná hrana nazývaná ako „Bill's bar“ (podľa Williama Housa). Vo vnútornom zvukovode možno identifikovať všetky uvedené nervové štruktúry.

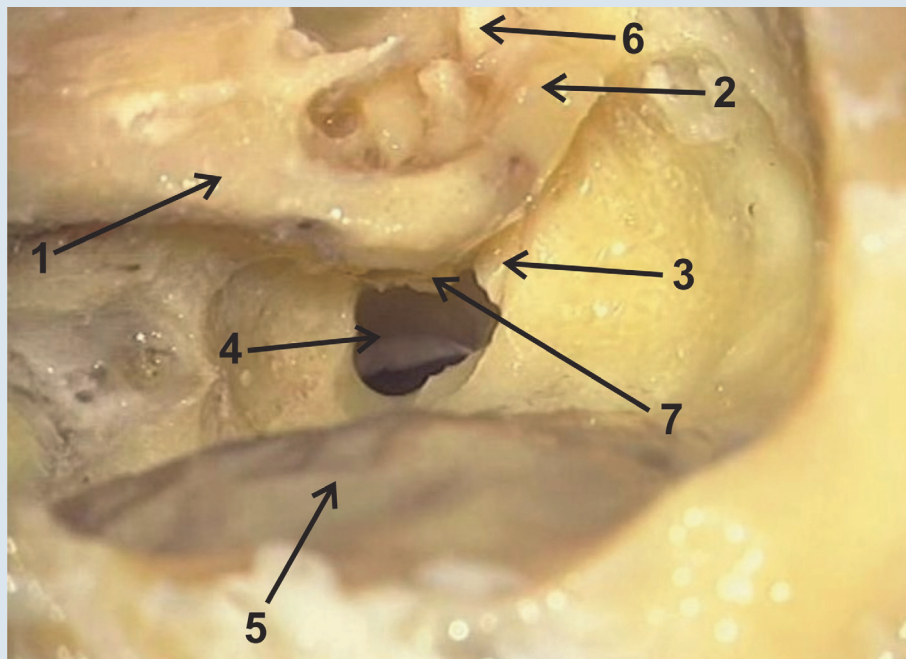
To obtain the best exposure, the facial canal should be skeletonised to paper-thin bone. Remember that the anterior wall of the lateral semicircular canal is also the posterior wall of the tympanic facial canal. The ampulla of the anterior semicircular canal shows the position of the labyrinthine portion of the facial canal.

VESTIBULE AND INTERNAL AUDITORY MEATUS OPENING

Under the lateral semicircular canal, the labyrinthine vestibule, which lies directly above the fundus of internal auditory meatus, will open. Remember that the internal auditory meatus lies in the same axis as the external auditory meatus. To reach the internal auditory porus area, drilling along the posterior fossa bony plate is required. Inferiorly to the internal auditory meatus, the jugular bulb is skeletonised by removing the bone between the internal auditory canal and jugular bulb to the posterior dura with cochlear aqueduct. Similarly the upper wall of the internal auditory canal is skeletonised. The bone is removed from 240° of the internal auditory canal posterior wall. In the fundus area, a horizontal line (crista transversa) divides fundus in:

- the upper part containing the facial and superior vestibular nerves
- the lower part with the cochlear and inferior vestibular nerves.

The labyrinthine portion of the facial nerve enters the fundus more anteriorly and medially, creating a sharp angle with the superior vestibular nerve (more laterally and posteriorly). These two canals create a tiny osseous edge called Bill's bar (by William House). All nerves can be identified in the internal auditory canal.



Obr. 9: Otvorenie meatus acusticus internus po labyrinthektómii
 1. Canalis facialis pars mastoidea
 2. Canalis facialis pars tympanica
 3. Canalis facialis pars labyrinthica
 4. Meatus acusticus internus
 5. Sulcus sinus sigmoideus
 6. Processus cochleariformis
 7. Crista transversa (fundus meatus acustici interni)

Fig 9: Exploring of meatus acusticus internus after labyrinthectomy
 1. Canalis facialis pars mastoidea
 2. Canalis facialis pars tympanica
 3. Canalis facialis pars labyrinthica
 4. Meatus acusticus internus
 5. Sulcus sinus sigmoideus
 6. Processus cochleariformis
 7. Crista transversa (fundus meatus acustici interni)

SUBTOTÁLNA PETROZEKTÓMIA

Tento chirurgický výkon sa robí pri riešení rozsiahlych, pokročilých cholesteatómov a tumorov s významne zníženou vestibulo-kochleárnou funkciou. Cieľom operácie je odstránenie patologického obsahu, slizničnej a kožnej výstelky zo stredoušnej dutiny a vonkajšieho zvukovodu. Tympanické ústie Eustachovej trubice sa uzavrie slizničnou riasou, prekrytou svalovým štepom a celá trepanačná dutina sa obliteruje tukom odobratým z brušnej steny. Vonkajší zvukovod sa definitívne uzavrie použitím špeciálnej sutúry elevovanej laterálnej časti kože vonkajšieho zvukovodu (slepé uzavretie vonkajšieho zvukovodu kožou - cul de sac).

SUBTOTÁLNA PETROZEKTÓMIA BEZ ODSTRÁNENIA CAPSULA OTICA

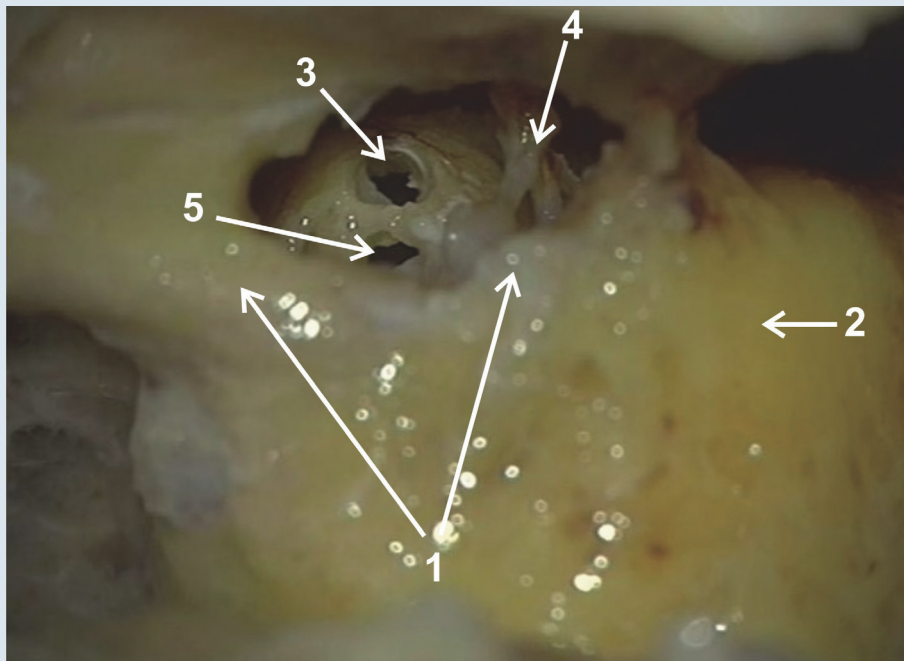
Kožu vonkajšieho zvukovodu 3 – 5 mm laterálne od blanky bubienka cirkulárne obrežeme, pozorne odpreparujeme a vytiahneme cez vchod zvukovodu navonok. Následne sa urobí mastoidektómia s odstránením všetkých dutiniek a sliznice. Zvláštnu

SUBTOTAL PETROSECTOMY

This procedure is performed to manage enlarged cholesteatomas and tumours with significantly reduced vestibular-cochlear function. The final outcome is the removal of any mucosal and skin structures from the middle ear. The tympanic orifice of the Eustachian tube is closed with a mucosal fold covered by a muscle patch and the whole cavity is obliterated with abdominal fat. The external ear canal is definitively closed using a special suture of laterally elevated ear canal skin (blind closure of the external ear canal skin, cul de sac).

SUBTOTAL PETROSECTOMY WITHOUT REMOVAL OF THE OTIC CAPSULE

The external ear canal skin is circularly incised in the bony ear canal 3-5 mm laterally from the ear drum, and the ensuing sock-like skin structure is elevated. Precise mastoidectomy with removal of all cells and mucosa is done, paying special attention to the mastoid tip, zygomatic area, retro and infrafacial cells and retrosigmoid cells. The posterior bony canal wall is resected. The medial ear canal skin along with



Obr. 10: Okrúhle okienko a kochleostómia

1. Canalis facialis
2. Canalis semicircularis lateralis
3. Kochleostómia
4. Stapes
5. Fenestra rotunda

Fig 10: Round window and cochleostomy

1. Canalis facialis
2. Canalis semicircularis lateralis
3. Cochleostomy
4. Stapes
5. Round window (fenestra rotunda)

pozornosť treba venovať hrotu hlávkového výbežku, zygomatickej oblasti, retro a infrafaciálnym dutinkám a retrosigmoidnému priestoru. Znesie sa zadná stena vonkajšieho zvukovodu. Pozorne odstraňujeme kožu mediálnej časti vonkajšieho zvukovodu so zvyškami blanky bubienka, sluchové kostičky – kladivko, nákovku a supraštruktúry strmienka až po platničku. Odstráni sa slizničná výstelka bubienkovej dutiny (pozor na hypotympanum, sinus tympani a supratubárny recessus), elevuje sa sliznicu ústia sluchovej trubice, sluchovú trubicu možno obliterovať kúskom svalu a prekryť abdominálnym tukom. Vestibulo – kochleárne štruktúry, ako aj tvárový nerv, ostanú neporušené. Cieľom je vytvorenie spoločného priestoru od Eustachovej trubice do retrosigmoidnej oblasti (anterior – posterior) a od mastoidálneho hrotu k strednej jame (inferior – superior).

SUBTOTÁLNA PETROZEKTÓMIA S ODSTRÁNENÍM CAPSULA OTICA (ČASŤ LABYRINTU)

Tento výkon je podobný vyššie uvedenému s odstránením capsula otica – labyrintového bloku spánkovej kosti (pozri Labyrintektómia). Pozorne

the tympanic membrane is precisely extirpated. The malleus and incus are removed and the stapes suprastructure is sharply cut from the footplate. Mucosa from the tympanic cavity walls (pay attention to the hypotympanum, sinus tympani and supratubal recess) is removed and the medial portion close to the Eustachian tube is seen folding towards the isthmus and covered by muscle patch. The cochlear, and labyrinthine structures as well as the facial nerve are left intact. The outcome is the creation of a common space from the Eustachian tube to the retrosigmoid area (anterior – posterior) and from mastoid tip to middle fossa bony plate (inferior – superior).

SUBTOTAL PETROSECTOMY WITH REMOVAL OF THE OTIC CAPSULE (LABYRINTHINE PART)

The procedure is similar to the one mentioned above, with the additional removal of the otic capsule. The drilling continues to remove the labyrinthine part of the otic capsule (see Labyrinthectomy). The tympanic and labyrinthine segment of the facial nerve must be monitored. Skin, tympanic membrane, middle ear mucosa and

treba sledovať tympanický a labyrintový úsek tvárového nervu. Koža, blanka bubienka, sliznica stredného ucha a Eustachová trubica sa riešia obdobným, vyššie uvedeným spôsobom.

KOCHLEÁRNA IMPLANTÁCIA

Kochleárna implantácia je štandardný chirurgický výkon obvykle v dobre pneumatizovanej spánkovej kosti s normálnymi anatomickými pomermi. Pred každou kochleárnou implantáciou, ale najmä pri stredoušných a vnútroušných malformáciách, si chirurg musí prezrieť CT spánkovej kosti. Zhodnotí kochleu a ostatné dôležité anatomické štruktúry. Tak zníži riziko možných komplikácií.

- Ak je CT vyšetrenie nižšej kvality (hrubé rezy, vynechané dôležité štruktúry, nevhodné okno), neváhaj ho zopakovať alebo požiadaj o MRI zobrazenie.
- Požiadaj o obidve projekcie - axiálne a koronálne.
- Krok za krokom si označ a zhodnoť nasledujúce štruktúry:
 - o pneumatizácia
 - o sulcus sinus sigmoideus
 - o aquaeductus cochleae
 - o canalis cochlearis (bazálny závit, stav ostatných závitov)
 - o fenestra rotunda
 - o nervus facialis (pars temporalis) vo všetkých troch segmentoch (mastoidálny, tympanický labyrintový)
 - o canales semicirculares (laterálny, predný a zadný)
 - o ductus a saccus endolymphaticus
 - o meatus acusticus internus
 - o fundus meatus acustici interni (symetria hornej a dolnej etáže, rozdelenie – crista transversa)

Prípravu lôžka pre implantát a limitovanú mastoidektómiu urob bez použitia operačného mikroskopu.

Eustachian tube are managed in a similar way to subtotal petrosectomy without otic capsule removal.

COCHLEAR IMPLANTATION

CI is a standard surgical procedure performed in well-pneumatized temporal bone with normal anatomical conditions in most cases. In all cases and particularly in the presence of middle and inner ear malformations, the surgeon must study high resolution CT scans of the temporal bone in order to identify the cochlea and other important anatomical structures prior to surgery and therefore avoid unjustified complications.

- If the CT scan is of poor quality (windowing, slice thickness, skipped important structures) do not hesitate to repeat it or ask for an MRI
- Ask for both axial and coronal sections
- Step by step, mark and evaluate following structures:
 - o Pneumatization
 - o Sulcus sinus sigmoidei
 - o Aquaeductus cochleae
 - o Canalis cochlearis (basal turn, differentiation of upper turns)
 - o Fenestra rotunda
 - o Nervus facialis (pars temporalis) of all three segments (mastoid, tympanic, labyrinthine)
 - o Canales semicirculares (all three – lateral, posterior, anterior)
 - o Saccus endolymphaticus
 - o Meatus acusticus internus
 - o Fundus meatus acustici interni (look for symmetry between the upper and lower part, divided by the crista transversa)

To keep the surgery well paced, do the soft tissue work, preparation of the implant bed and limited mastoidectomy without an operating microscope.

OPERAČNÝ POSTUP PRI KOCHLEÁRNEJ IMPLANTÁCII

1. Discízia mäkkých tkanív a periostu v mastoidálnej oblasti
2. Limitovaná mastoidektómia
3. Príprava lôžka pre implantát s kanálom pre elektródy a otvormi na fixáciu
4. Inzercia stehu pre fixáciu implantátu
5. Inštalácia mikroskopu
6. Zadná tympanotómia
7. Identifikácia strmienka, okrúhleho okienka a promontória
8. Frézovanie striešky okrúhleho okienka s vizualizáciou blanky okrúhleho okienka, kochleotómia
9. Inzercia stehu pre fixáciu elektródy
10. Očistenie chirurgického poľa, výmena rukavíc
11. Inzercia elektródy do kochley
12. Umiestnenie a fixácia implantátu v lôžku
13. Umiestnenie a fixácia elektródovej jednotky v trepanačnej dutine v jej laterálnej časti
14. Opätovná kontrola uloženia elektród (môže sa povytiahnuť počas predchádzajúcich výkonov), uloženie fascie okolo elektródy v mieste kochleotómie
15. Uzáver zadnej tympanotómie kostným prachom
16. Sutúra periostu, podkožia a kože, zaistenie drenáže na 1 deň

STEPS OF THE CI PROCEDURE

1. Soft tissue work to explore the surgical field
2. Limited mastoidectomy
3. Bed for implant with canal for electrodes and fixation openings
4. Suture insertion for implant fixation
5. Microscope installation
6. Posterior tympanotomy
7. Identification of stapes, round window and promontory
8. Cutting down the round window niche with exploration of the round window membrane OR Drilling a cochleostomy anteriorly to the inferior half of the round window
9. Insertion of suture for electrode fixation
10. Clean the surgical field and change your gloves
11. Insert electrode array into cochlea
12. Place the implant into the bed and fix it with the suture
13. Place electrode into the mastoid cavity with suture fixation of its lateral part against the upper wall
14. Check the position of the implanted part again (it can move during the previous procedure)
15. Close the posterior tympanotomy with bone dust
16. Suture the periosteum, subcutaneous layer and skin, providing for drainage for 1 day

PRÍPRAVA LÔŽKA PRE IMPLANTÁT

Moderné implantáty (Concerto) nevyžadujú rozsiahle frézovanie. V kosti sa vyhlíbi lôžko pre implantát cca 2 mm. Dôležitejšia je fixácia, ktorá pomáha udržať implantát v lôžku v štádiu hojenia, ako aj počas MRI vyšetrenia.

MASTOIDEKTÓMIA

(Obr. 2,3,4,5,6)

Pri kochleárnej implantácii postačuje limitovaná mastoidektómia – identifikácia sulcus sinus sigmoidei, otvorenie antrum mastoideum, stenčenie zadnej steny kostného zvukovodu a sprístupnenie krátkeho výbežku nákovky. Nie je potrebná skeletizácia strednej a zadnej jamy lebečnej, zadného a predného polkruhovitého kanálíka a otvorenie hrotu mastoidu.

- Sú rozdiely v kvalite spánkovej kosti u detí a dospelých. Detská kosť je omnoho jemnejšia a vyžaduje jemnejšie frézovanie, aby sa nepoškodili dôležité štruktúry.
- Ak robíš limitovanú mastoidektómiu bez mikroskopu ponechaj detailnejšiu preparáciu v epitympane na prácu s mikroskopom. V úvodnej časti operácie je dôležitá najmä veľkosť mastoidálnej dutiny za účelom optimalizácie uloženia implantátu.

IMPLANT BED

Modern implants (Concerto) do not require extensive drilling. Sink the titanium body in the 2mm bed (as required by the manufacturer) into the bone. From my experience, what is even more important is fixation. I still recommend suture fixation over the titanium housing to avoid the implant shifting during healing. Fixation also helps keep the implant in its position during an MRI, even if the scan is done according to the manufacturer's recommendations.

Older models like Sonata or Pulsar require more precise and deeper drilling to avoid postoperative bulging and skin atrophy. Preparation of the bed is not a goal of this TB training.

MASTOIDECTOMY

(Fig 2,3,4,5,6)

Cochlear implantation requires a so-called limited mastoidectomy. Identify the position of the sulcus sinus sigmoidei, open the antrum mastoideum and cut the bone covering the incus to expose the posterior third of the incus short process. Do not go for the middle and posterior fossa bony plate, do not skeletonise the posterior and anterior semicircular canal and do not exenterate the mastoid tip.

- There is a difference in quality between paediatric and adult temporal bone. Paediatric temporal bone is much softer and requires gentle drilling to avoid exposing and damaging important structures
- If you do a mastoidectomy without a microscope, the epitympanum can later be opened using microscopic dissection. In this part of surgery only the size of the mastoid cavity is important to optimize the position of the implant bed

ZADNÁ TYMPANOTÓMIA

(Obr. 7)

Vrtanie pokračuje znášaním laterálnej steny epitympana pomocou 3 mm rezacej frézy s cieľom vizualizovať krátky výbežok nákovky. V niektorých prípadoch možno zmenou uhla pohľadu vidieť pod nákovkou tympanický úsek kanála tvárového nervu. Tvárový nerv v mastoidálnom úseku nebýva laterálnejšie, ako je poloha distálnej časti tympanického úseku. Vizualizácia tympanickej časti uľahčuje orientáciu voči mastoidálnej časti kanála tvárového nervu. Oblasť frézovania definuje laterálne sulcus tympanicus a kanál tvárového nervu mediálne. Diamantovou frézou (2 mm) sa vytvorí otvor pod zadnou stenou zvukovodu pozdĺž a nad valom tvárového nervu. Zadná tympanotómia sa rozširuje smerom nadol. Nad krátkym výbežkom nákovky sa ponechá 2 mm kostný mostík. Po otvorení zadnej časti bubienkovej dutiny možno vidieť strmienok, inkudostapediálne skĺbenie, eminentia pyramidalis, šľachu strmienkového svalu, promontórium a okrúhle okienko.

- Zbieraj si kostný prach počas vytvárania lôžka pre implantát.
- Začiatoníci majú strach z poranenia tvárového nervu a preto frézujú viac laterálne, pričom môžu nečakane preniknúť cez kostnú stenu vonkajšieho zvukovodu.
- Nauč svojho asistenta alebo sestru „monitorovať“ tvárový nerv položením dlane na pacientovu tvár. Kontrolované dráždenie tvárového nervu diamantovou frézou nespôsobí poškodenie nervu.
- Vyhni sa kontaktu frézy so strmienkom - jeho nadmerná mobilizácia môže viesť k vzniku pooperačného závratu.
- Vyhľadaj kanál chorda tympani v dolnej časti zadnej tympanotómie a vyhni sa jeho poraneniu.
- Pri inzercii cez okrúhle okienko, mediálna stena zadnej tympanotómie musí byť čo najbližšie ku kanálu tvárového nervu.

POSTERIOR TYMPANOTOMY

(Fig 7)

Take a 3-mm cutting burr and cut the lateral bony edge of the epitympanum to explore the incus short process and its tip. In some temporal bones you can see the tympanic portion of the facial canal under the incus just by changing the viewing angle. The facial nerve never extends more laterally in the mastoid portion than it is in the distal tympanic segment. By identifying the tympanic segment, you become oriented to its position in the mastoid part. The drilling area is defined by the sulcus tympanicus laterally and the expected position of the facial canal medially. Leave a 2-mm bony bridge below the incus tip. Take a 2-mm diamond burr and drill above and along the facial canal. At the beginning, the burr should be placed in such a way so that half of it is above and half of it is below the incus tip. You may apply more pressure for bone removal in the upper part where you need to open up the largest space. Once you open the tympanic cavity, look for the stapes and stapes muscle tendon. You should visualize the tip of the pyramidal eminence and enlarge the posterior tympanotomy downwards. At the end of this procedure you should clearly see the stapes with its tendon, the round window niche and promontory as well as the hypotympanum where the promontory changes into the hypotympanal trabeculae.

- Save the bone dust during mastoidectomy and implant bed drilling
- Beginners are afraid of injuring the facial nerve and have a tendency to drill more laterally, unexpectedly opening the bony external ear canal wall
- Teach your assistant or nurse to monitor the facial nerve by placing a palm on the patient's face. Controlled irritation of the facial nerve by the diamond burr does not cause facial nerve injury
- Avoid touching the stapes with the burr. Excessive irritation may cause postopera
- Look for the chorda tympani canal in the lower part of the posterior tympanotomy and avoid chorda injury if possible
- For round window insertion, the medial wall of the posterior tympanotomy must be as close to the facial canal as possible

OTVORENIE KOCHLEY

Sú dva spôsoby inzercie elektródy do kochley: kochleostómia a prístup cez okrúhle okienko.

KOCHLEOSTÓMIA

(Obr. 10)

Otvor do kochley má byť čo najďalej od bazilárnej membrány, aby sa zaistila integrita tejto anatomickej štruktúry s vláskovými a podpornými bunkami. Preto sa kochleostómia robí špeciálnym diamantovým vrtákom (0,6 – 0,8 mm) anteriórne od dolnej časti okrúhleho okienka. Vrtaním a stenčovaním kosti promontória v tejto oblasti treba postupovať k mediálnym štruktúram (stria vascularis), ktoré presvitajú ako biele miesto na dne frézovanej oblasti. Túto štruktúru možno palpovať špicou (ako jemná štruktúra) a následne opatrne otvoriť. Tento otvor sa následne zväčší pomocou diamantovej frézy do veľkosti 1,4 mm a prispôbi hrúbke elektródovej jednotky.

PRÍSTUP CEZ OKRÚHLE OKIENKO

(Obr. 10)

Kochleostomický vrták použiť na znesenie kostnej striešky nad membránou okrúhleho okienka za účelom vizualizácie bez jej poškodenia. Membránu následne preruší ostrým nástrojom a otvor nepatrne zväčší kochleostomickou frézou anteriórne a inferiórne.

- Kochlea má vľavo závitý usporiadané proti smeru hodinových ručičiek. V komplikovaných anatomických podmienkach kochleostómiu na pravom uchu je potrebné vyfrézovať pravou rukou, na ľavom uchu ľavou rukou.
- Niekedy môže byť promontórium hrubé 2 – 3 mm, čo si vyžaduje intenzívnejšie vrtanie ako by sa očakávalo.
- Ak nevieš identifikovať kochleu urobením kochleostómie, snaž sa určiť polohu okrúhleho

COCHLEA OPENING

There are two ways to insert the electrode array into the cochlea: the cochleostomy and the round window approach

COCHLEOSTOMY

(Fig 10)

One should enter the cochlea as far away from the basilar membrane as possible to protect the integrity of this anatomical structure and the hair and supporting cells. To accomplish this, the opening needs to be prepared by using a special 0.6-0.8-mm diamond cochleostomy burr with a thin, long neck in the promontory anteriorly to the inferior part of the round window. The drilling continues up to the medial wall structure (stria vascularis), which will present as a white point at the bottom of the drilling area. This structure can be palpated by a needle (like a soft structure) and then gently opened. The opening is then enlarged with the diamond burr to 1.4 mm to accommodate the rubber ring of the end of the electrode.

ROUND WINDOW APPROACH

(Fig 10)

The cochleostomy burr is used to drill out the bony niche over the round window membrane to explore the membrane without tearing it. The membrane is then cut with the needle and the opening slightly enlarged with the cochleostomy burr in its lower portion.

- The left cochlea turns clockwise in the left and counterclockwise in the right ear. In complicated anatomical conditions, this may require drilling a right-ear cochleostomy with your right hand and using your left hand for the left ear
- Sometimes the promontory bone can be 2-3 mm thick and requires more drilling than expected
- If you cannot identify the cochlea with a cochleostomy, try to orient yourself with the RW

okienka alebo identifikovať jeho membránu.

- Vykonaj inzerciu cez okrúhle okienko vždy, keď je to možné. Nie je to z dôvodu, že je to lepšia technika, ani nedáva lepšie výsledky. Inzercia cez okrúhle okienko zlepšuje tvoje chirurgické schopnosti pre implantácie, pri ktorých sa vyžaduje zachovanie reziduálneho sluchu (elektroakustická stimulácia) a pre VSB chirurgiu s umiestnením FMT v okrúhlom okienku.

INZERCIA ELEKTRÓDY

(Obr. 11,12)

Po skončení vrtania sa inzeruje steh pre fixáciu elektródy a opláchne sa operačné pole. Implantát sa drží v ľavej ruke (pravák) a elektródová jednotka sa inzeruje do otvoru (kochleostómia alebo okrúhle okienko). Prvý úsek (asi 1 cm) voľne vkĺzne do kochley. Úplná inzercia elektródy má hĺbku 25 – 30 mm v závislosti od dĺžky elektródovej jednotky. Elektróda sa zväčša spontánne zasunie do hĺbky 1 – 2 cm a podľa potreby ju možno použitím „vidličky“ posunúť hlbšie. Vo väčšine prípadov tieto manévry postačujú na dosiahnutie úplnej inzercie. Ak ostáva niekoľko aktívnych elektród mimo kochley možno použiť niekoľko manévrov na hlbšiu inzerciu. Otoč implantát s elektródovou jednotkou proti smeru hodinových ručičiek v pravom uchu a vo smere hodinových ručičiek v ľavom uchu. Jedna až dve otáčky posunú hrot elektródy, čo umožní ďalšiu inzerciu. Ak je inzercia elektródy príliš plytká (viac elektród ostáva mimo kochleu), elektródu treba vytiahnuť a použiť skúšobnú elektródu na palpáciu s následnou inzerciu pôvodnej elektródy.

- Elektródová jednotka je veľmi jemná štruktúra vyžadujúca opatrné zaobchádzanie. Peroperačné poškodenie elektródy alebo implantátu môže viesť k zlyhaniu implantátu v blízkej budúcnosti.
- Inštrumenty na posuv elektródy do kochley treba prikladať k elektróde čo najbližšie k otvoru do kochley.

position or identify the RW membrane

- Go for RW insertion whenever possible. This is not because it is a better technique or produces better results, but simply that practicing RW insertion will improve your surgical skills for implantations which require preservation of residual hearing (electroacoustical stimulation) and for the VSB surgery with the FMT positioned at the round widow

ELECTRODE INSERTION

(Fig 11,12)

When all the drilling is completed, place the electrode fixation suture and irrigate the field with water. Hold the implant in your left hand with the thumb against the palm and the electrode array threaded freely between two fingers. Insert the tip of the array gently into the opening (cochleostomy or RW), and by moving your hand forward the electrode will spontaneously fall in 1-2 cm. Now change your grasp on the implant from palm to fingers and use the fork instrument in your right hand to move the electrode array forward. Usually these manoeuvres are enough to accomplish full insertion. In difficult cases you can use a special claw to push the electrode in. If some active electrodes remain outside the cochlea there are some procedures that can improve this condition. You can always turn the implant clockwise in the left and counterclockwise in the right ear. One or two turns will change the position of the electrode tip and it may allow for better insertion. If the electrode insertion is too shallow (several electrodes lie outside the cochlea) and the above-mentioned manoeuvre does not help, take the electrode array out, use the probe electrode to push it in harder and repeat the original electrode insertion.

- The electrode array is a very tiny structure requiring care during handling. Intraoperative damage to the electrodes or implant may lead to implant failure in the near future

Obr. 11: Elektródová jednotka inzerovaná do kochleostómie

Fig 11: Electrode array inserted into the cochleostomy



- Ak elektróda pri ďalšom tlaku nepostupuje a lomí sa, viac ju neposúvajte, zvolte ďalšie manévry na úspešnú inzerciu
- Pri zasunutí elektródy pomocou „vidličky“ je potrebné ponechať inštrument s elektródou v požadovanej polohe niekoľko sekúnd, aby sa stabilizovala poloha elektródovej jednotky vo vnútri kochley.

UKONČENIE VÝKONU

Voľnú časť elektródovej jednotky treba umiestniť v laterálnej časti trepanačnej dutiny a fixovať, pričom sa treba vyhnúť jej ohnutiu v ostrejšom uhle. Opätovne treba skontrolovať uloženie elektródy v kochleostómii podľa „gumového prstienka“ (marker). Oblasť kochleostómie sa vystelie fasciou uloženou okolo inzerovanej elektródovej jednotky. Zadná tympanotómia sa uzavrie kostným prachom. Implantát sa fixuje stehom cez vyfrézované otvory v okolí lôžka. Konečná sutura sa robí v troch vrstvách (periost a sval, podkožie, koža). Gumový drén zaistí drenáž mastoidálnej dutiny v dolnej časti rany.

- The instrument used to push the electrode into the cochlea should be located as close to the opening of the cochlea as possible.
- If the electrode appears to kink, do not push it more
- When pushing the electrode in with the claw or fork, keep the instrument with the electrode in the final position for a few seconds to stabilize the electrode's position inside the cochlea

COMPLETING THE SURGERY

Place the spare part of the electrode array in the mastoid cavity and avoid sharp angle curves. Fix the proximal part (the end closer to the implant) with the suture in the upper lateral wall of the mastoid cavity. If the electrode array turns within the mastoid cavity, it may behave like a spring. This springing power could cause the electrode array to move out of the cochlea. Before closing the wound, check the final position of the rubber ring (marker), which should be in the cochleostomy (or round window). Cochleostomy area will be covered by fascia around inserted electrode array. Cover the posterior tympanotomy with bone dust. Perform the perichondrium suture even if you cannot adapt it precisely from side to side. Complete the subcutaneous layer and skin suture with drainage coming out from the mastoid in the lower part of the wound.



Obr. 12: Elektródová jednotka inzerovaná do okrúhleho okienka

Fig 12: Electrode array inserted into the round window

VIBRANT SOUNDBRIDGE IMPLANTÁCIA

Implantácia VSB je štandardný chirurgický výkon pre riešenie sensorineurálnej, prevodovej alebo zmiešanej poruchy. V záverečnej fáze operácie je niekoľko rozdielov medzi implantáciou VSB pri percepčnej poruche sluchu s normálnymi anatomickými pomermi a v prípadoch prevodovej alebo zmiešanej poruchy sluchu so zmenenými anatomickými štruktúrami a fyziologickými obmenami stredného ucha.

VIBRANT SOUNDBRIDGE IMPLANTATION

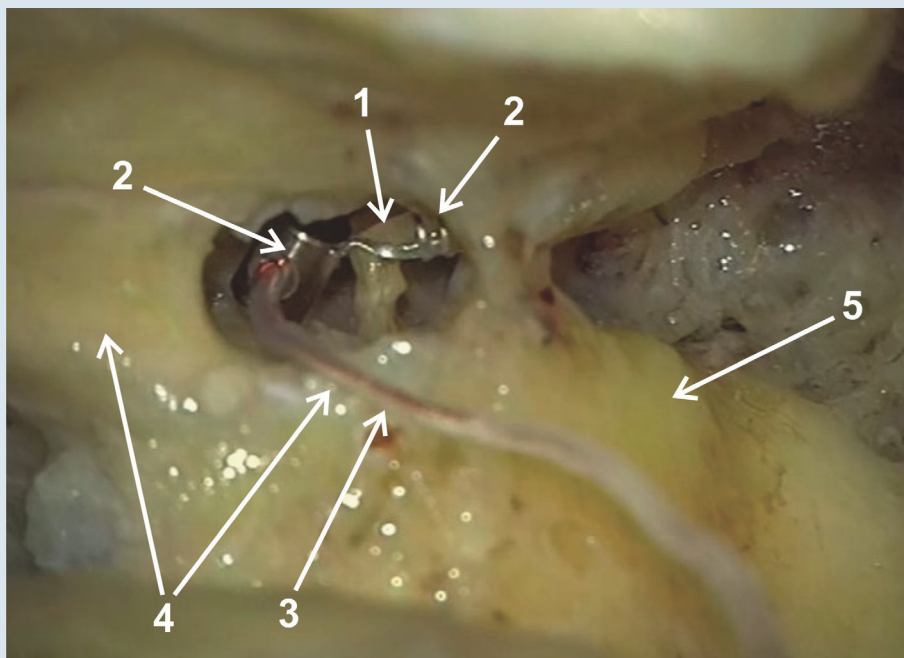
VSB implantation is a standard surgical procedure to manage sensorineural, conductive or mixed hearing loss in indicated cases. There are clear surgical differences in the final steps between implantation for SNHL with normal anatomical conditions and cases of conductive/mixed hearing loss with changes in the anatomical structures and physiological principles of the middle ear.

Obr. 13: FMT fixované na dlhý výbežok nákovky

1. Dlhý výbežok nákovky
2. FMT fixované na dlhý výbežok nákovky
3. Elektrický vodič
4. Canalis facialis
5. Canalis semicircularis lateralis

Fig 13: FMT fixed on the long process of incus

1. Long process of incus
2. FMT fixed on the long process of incus
3. Wire lead
4. Canalis facialis
5. Canalis semicircularis lateralis



ŠTANDARDNÝ OPERAČNÝ POSTUP (VIĎ OPERAČNÝ POSTUP PRI KI)

1. Discízia mäkkých tkanív a periostu v mastoidálnej oblasti
2. Limitovaná mastoidektómia (Obr. 2,3,4,5,6)
3. Príprava lôžka pre implantát a otvorov na jeho fixáciu
4. Inzercia stehu pre fixáciu implantátu
5. Zadná tympanotómia

IMPLANTÁCIA PRI SENZORINEURÁLNEJ PORUCHE SLUCHU

(Obr. 13)

Pri indikácii tohto typu chirurgického výkonu je potrebné rozhodnúť, na ktorej strane sa chirurgický výkon urobí. Floating mass transducer (FMT – časť implantovaná do bubienkovej dutiny) je stranovo špecifická pre ľavé a pravé ucho. Po príprave lôžka pre implantát, mastoidektómii by mal operatér zväžiť rozsah zadnej tympanotómie. Pre optimálne uloženie a fixáciu FMT musí byť zadná tympanotómia dostatočne široká, čo umožní

COMMON SURGICAL STEPS (SEE THE STEPS OF THE CI PROCEDURE)

1. Soft tissue work to explore the surgical field
2. Limited mastoidectomy (Fig 2,3,4,5,6)
3. Bed for implant with canal for electrodes and fixation openings
4. Suture insertion for implant fixation
5. Posterior tympanotomy

IMPLANTATION FOR SNHL

(Fig 13)

The side of the surgery must be selected before ordering the implant. The FMT portion of the implant is side-specific for left and right ears. After preparing the implant bed, mastoidectomy and posterior tympanotomy, the surgeon should evaluate the size of the tympanotomy. For optimal FMT placement and fixation, the posterior tympanotomy must be wide enough to bring the FMT through as well as remove the crimping claw which will be slightly open after crimping the FMT holder onto the long process of incus. Precise skeletisation against the chorda tympani canal and mastoid portion of the facial canal is usually sufficient for this task.

manipuláciu inštrumentami a fixáciu FMT na dlhý výbežok nákovky. Skeletizácia kanála chorda tympani a mastoidálneho úseku tvárového nervu zvyčajne dostačuje.

- Maj na pamäti, že po VSB implantácii musí byť prah kostného vedenia rovnaký ako pred operáciou. Rotujúcou frérou treba narábať opatrne a nespôbiť akutraumu poranením reťaze sluchových kostičiek, membrány okrúhleho okienka)
- Používaj „nemagnetický“ titánový set inštrumentov
- Elektrický vodič je umiestnený na opačnej strane ako držiak a musí opúšťať bubienkovú dutinu cez zadnú tympanotómiu. Preformuj elektrický vodič pred samotnou inzerciou a fixáciou
- Po inzercii FMT, upevni držiak inštrumentom na to určeným. Ak nemáš k dispozícii nemagnetické inštrumenty, dodrž určitý odstup (vzdialenosť držiaka) a vyhneš sa magnetickému poľu FMT
- FMT by mal byť umiestnený rovnobežne so strmienkom, voľne vo vzduchu bez kontaktu s okolitou kosťou (promontórium)

Na konci výkonu možno špeciálnym testom optimalizovať polohu FMT.

IMPLANTÁCIA PRI PREVODOVEJ ALEBO ZMIEŠANEJ PORUCHE SLUCHU

Anatomické pomery v bubienkovej dutine sa môžu výrazne líšiť v závislosti od typu prevodovej poruchy sluchu. Finálne riešenie uloženia FMT sa rozhodne počas operácie a iba zriedkavo sa dá naplánovať. Preto by mal byť operatívny dostatočne skúsený správne sa rozhodnúť v každom prípade.

- Remember that in all cases of VSB implantation the level of bone conduction must be kept the same as the preoperative level. Pay attention to all concerned conductive structures so as not to cause acoustical trauma (ossicular chain) or anatomical damage (round window membrane) by using the rotating burr
- If you do not have a non-magnetic set of instruments, prepare a single instrument (e.g. from the swab holder) to use it for the FMT adaptation
- The wire is located on the opposite side of the FMT from the holder, and must leave tympanic cavity through the posterior tympanotomy. Before insertion, form the wire to fit the posterior tympanotomy opening
- When inserting the FMT, grasp the holder with the claw. If you stay as far away from the FMT as possible when doing this, there will be no magnetic reaction
- Placing the FMT in its final position can be done with the claw holding either the holder or the lead wire, or later on with a non-magnetic instrument.
- The FMT in its final position should be parallel to the stapes, free in the air without contact with the promontory or posterior tympanic cavity wall bone

At the end of the surgery, the sound transmitted from the receiver conducted through the malleus to the ear drum can be measured to inform us about the optimal position for the FMT.

IMPLANTATION FOR CONDUCTIVE/MIXED HEARING LOSS

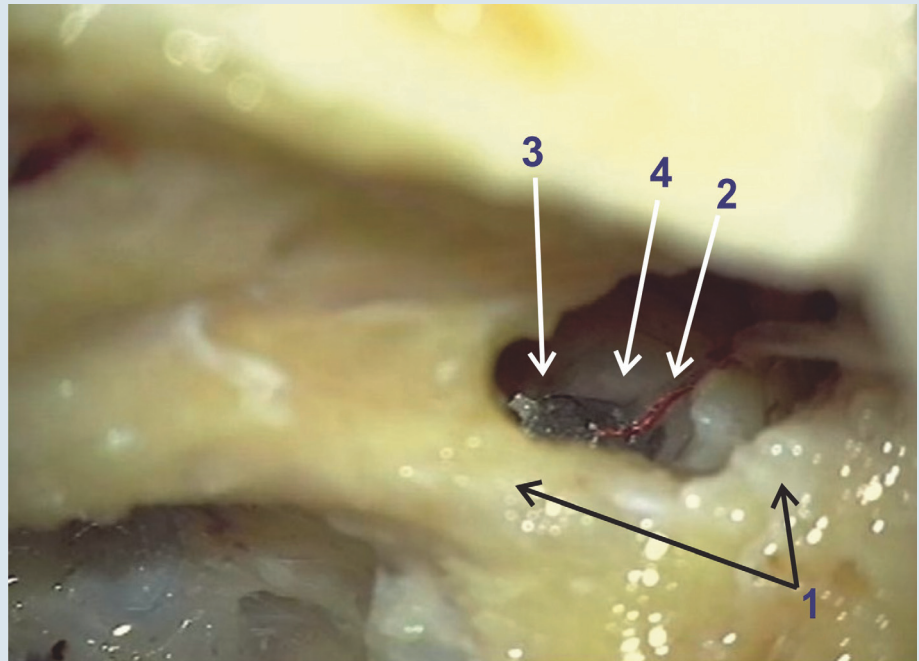
The mastoid condition can differ significantly in different conductive hearing losses and it is beyond the scope of this manual to deal with all the details of different situations. The final solution regarding the FMT placement is an intraoperative decision and can rarely be planned. The surgeon should be experienced enough to manage all the variations.

Obr. 14: FMT v okrúhlo okienku

1. Canalis facialis
2. Elektrický vodič
3. FMT
4. Strieška okrúhleho okienka

Fig 14: FMT in the round window

1. Canalis facialis
2. Wire lead
3. FMT
4. Round window niche



IMPLANTÁCIA FMT NA STRMIENOK

- Úplná fixácia reťaze sluchových kostičiek s pohyblivým, celistvým strmienkom
- Chýbajúca nákovka s kompletným a pohyblivým strmienkom.

V prípade fixácie reťaze v oblasti inkudo-maleárneho skĺbenia (väčšina prípadov) sa odporúča odstrániť nákovku a implantovať FMT na pohyblivý strmienok. Držiak FMT možno ohnúť smerom nadol a fixovať proti hlavičke strmienka. Malé množstvo cementu umožní lepšiu fixáciu. Na konci výkonu by mal byť FMT voľne uložený vo vzduchu bez kontaktu s okolitými kostnými štruktúrami.

IMPLANTÁCIA DO OBLASTI OKRÚHLEHO OKIENKA

(Obr. 14)

- Prázdne ucho (žiadne kostičky okrem pohyblivej platničky strmienka)
- Niektoré prípady atrézie vonkajšieho zvukovodu
- Otoskleróza
- Tympanoskleróza

STAPES PLACEMENT

Two different situations for stapes placement will be described:

- Fixed Malleo-incudal complex
- Missing incus

When fixation occurs in the malleus-incus complex (most of the cases), due to the risk of a possibility for re-fixation I would recommend removing the incus and attaching the FMT to the mobile stapes. The holder of the FMT can be bent downwards and fixed against the stapes head. A drop of cement can improve fixation. At the end of the procedure the FMT should be in the air without contact to any surrounding fixed bones.

ROUND WINDOW PLACEMENT

(Fig 14)

- Empty ear (no visible ossicles except a mobile footplate)
- Some cases of aural atresia
- Otosclerosis
- Tympanosclerosis

Striešku okrúhleho okienka treba znieť 0.8 mm diamantovým vrtákom a vizualizovať blanku okrúhleho okienka. Frézovať treba opatrne a v dostatočnej vzdialenosti od membrány okrúhleho okienka bez jej poranenia. Prednú a dolnú stenu hypotympana treba optimálne vyformovať a prispôbiť na uloženie FMT. Spodná časť by mala byť dostatočne priestranná na vloženie chrupky, ktorá zabezpečí stabilitu FMT v jeho polohe. Ochrupkovým štepom sa prekryje membrána okrúhleho okienka, ktorá sa tak zároveň chráni voči FMT. Držiak FMT sa pred jeho uložením odstráni.

ATRÉZIA VONKAJŠIEHO ZVUKOVODU

Kľúčovým momentom bezpečného chirurgického výkonu je identifikácia polohy kanála tvárového nervu v mastoidálnej časti. Zatiaľ, čo pri normálnych anatomických pomeroch (pri kochleárnej implantácii, VSB implantácii) je poloha kanála tvárového nervu stabilná, s minimálnymi variáciami, v prípadoch atrézie vonkajšieho zvukovodu je incidencia anatomických variácií častá a operatér musí byť pripravený ich zvládnuť. Pri tomto type výkonu sa odporúča monitorovať tvárový nerv, ktorý však nenahradí skúsenosti a vedomosti operátora.

Stupeň malformácií je individuálny, možno ho predvídať posúdením malformácií tváre a ušnice, ale najmä posúdením CT spánkových kostí. Zvyčajne býva najviac postihnutý komplex kladivko-nákovka. V prípadoch dobre vyvinutého a pohyblivého strmienka sa odporúča odstrániť nákovku a pripevniť FMT držiakom a cementom na strmienok.

- Neimplantuj VSB do „vlhkého“ ucha s recidivujúcimi otitídami
- Funkčnosť Eustachovej trubice nie je nevyhnutná pre VSB implantáciu
- Vždy prekry membránu okrúhleho okienka spojivovým tkanivom a podpor FMT chrupkou

The round window niche is drilled out with the 0.8-mm diamond burr to expose the RW. Drill safely away from the RW membrane so as not to create any tears. The anterior and inferior promontory wall should be gently formed to optimally accommodate the FMT. The space inferior to the FMT should be large enough to receive the cartilage that will secure and stabilize the FMT in position. A piece of perichondrium from harvested cartilage will serve to cover the RW membrane and separate it from the FMT while ensuring a vibrational contact. The holder must be removed before bringing the FMT to the round window.

AURAL ATRESIA

The key moment in regard to surgical safety is the management of the mastoid segment of the facial nerve. While in normal anatomical situations (cochlear implantation, SNHL implantation) the position of the facial canal is very stable with minimal variations, in atresia cases the incidence of facial canal variations (malformations) is very high and the surgeon must be ready for to handle this. Facial nerve monitoring is highly recommended, but be aware that it will not replace the surgeon's need for experience in this matter.

The level of malformations differs from case to case. One can predict what the situation will be by examining the CT scan, pinna and face malformation. Usually the complex malleus and incus are malformed the most. In cases of well-developed and mobile stapes, removal of the incus and fixation of the FMT onto the stapes - secured with the drop of cement - is recommended.

- Do not implant the VSB in a wet ear with recurrent infections
- The functioning Eustachian tube is not a prerequisite for VSB implantation
- Always cover the RW membrane with connective tissue and support the FMT with cartilage

- Pri atrézii vonkajšieho zvukovodu vždy pozorne preštuduj CT vyšetrenie. Pri závažnej malformácii v oblasti okrúhleho okienka je lepším riešením BAHA implantácia
- V prípadoch atrézie vonkajšieho zvukovodu najskôr identifikuj kanál tvárového nervu a následne rob zadnú tympanotómiu
- Odporúča sa monitorovať tvárový nerv

UKONČENIE VÝKONU

Elektrický vodič sa jemným ohybom uloží do trepanačnej dutiny. Periost so svalom sa suturuje nad implantátom. Výkon sa ukončí vloženíím gumového drénu do dolnej časti rany a sutúrou podkožia a kože.

- Evaluate the CT scan before surgery with indication for aural atresia. In cases of severe malformation in the RW area, a bone conduction HA or bone anchored HA is a better solution
- Do not complete a posterior tympanotomy in atresia cases before defining the full mastoid segment of the facial nerve
- Monitor the facial nerve in cases of aural atresia

COMPLETION OF THE SURGERY

The wire lead is gently bent in the mastoid cavity. The periosteum is sutured over the implant in a side-to-side manner. The closure is completed with a subcutaneous layer suture and skin suture with drainage coming out from the mastoid cavity through the lower part of the wound.

Obsah Index

Pracovný stôl	4	Workspace
Príprava na disekciu	4	Preparation for dissection
Orientácia a smer	5	Orientation and direction
Ako pracovať s ušnou vrtačkou	5	How to work with the drill system
Mastoidektómia	6	Mastoidectomy
Zadná tympanotómia	10	Posterior tympanotomy
Infrafaciálna tympanotómia	12	Infracial tympanotomy
Labyrinthektómia	13	Labyrinthectomy
Otvorenie vestibula a vnútorného zvukovodu	14	Vestibule and internal auditory meatus opening
Subtotálna petrozektómia	15	Subtotal petrosectomy
<i>Subtotálna petrozektómia bez odstránenia capsula otica</i>	15	<i>Subtotal petrosectomy without removal of the otic capsule</i>
<i>Subtotálna petrozektómia s odstránením capsula otica</i>	16	<i>Subtotal petrosectomy with removal of the otic capsule</i>
Kochleárna implantácia	17	Cochlear implantation
Operačný postup pri kochleárnej implantácii	18	Steps of the CI procedure
Príprava lôžka pre implantát	19	Implant bed
Mastoidektómia	19	Mastoidectomy
Zadná tympanotómia	20	Posterior tympanotomy
Otvorenie kochley	21	Cochlea opening
<i>Kochleostómia</i>	21	<i>Cochleostomy</i>
<i>Prístup cez okrúhle okienko</i>	21	<i>Round window approach</i>
Inzercia elektródy	22	Electrode insertion
Ukončenie výkonu	23	Completing the surgery
Vibrant Soundbringe implantácia	24	Vibrant Soundbridge implantation
<i>Štandardný operačný postup (viď Operačný postup pri KI)</i>	25	<i>Common surgical steps (see the steps of the CI procedure)</i>
<i>Implantácia pri senzorineurálnej poruche sluchu</i>	25	<i>Implantation for SNHL</i>
<i>Implantácia pri prevodovej alebo zmiešanej poruche sluchu</i>	26	<i>Implantation for conductive/mixed hearing loss</i>
<i>Implantácia FMT na strmienok</i>	27	<i>Stapes Placement</i>
<i>Implantácia do oblasti okrúhleho okienka</i>	27	<i>Round window placement</i>
Atrézia vonkajšieho zvukovodu	28	Aural atresia
Ukončenie výkonu	29	Completion of the surgery

Poznámky - Notes

Poznámky - Notes



The new
OPUS 2XS:
Extra Small
Extra Tough

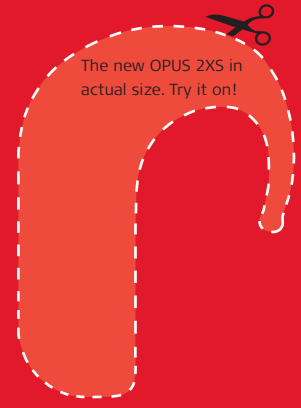
Anti-Dirt, Anti-Dust, Anti-Sweat

Hear your best doing the activities you love. Jog, hike, bike, or dance with confidence thanks to improved protection against moisture, dirt and dust.

Engineered to be Robust: Improved insulation and moisture protection make the XS especially resistant to the effects of daily wear.

Comfortable & Discreet: World's smallest and lightest audio processor. The ideal choice for individuals of all ages. Especially suitable for children's little ears.

MED^oEL



The new OPUS 2XS in actual size. Try it on!

CIS Slovakia, Spol s.r.o. · Grösslingova 58, PO Box 217, 814 99 Bratislava 1 · cis-slovakia.sk
MED-EL Niederlassung Wien · Liechtensteinstr. 22a/1/Mezzanin/5, 1090 Wien · office@at.medel.com



hearLIFE

¹Häumann et al. (2010), ORL 2010;72:312-318.

