Lékařská fakulta Univerzity Palackého v Olomouci
Neurochirurgická klinika Fakultní nemocnice Olomouc

Venae emissariae, vena emissaria mastoidea a komplexní pohled na retrosigmoideální kraniotomii

Dizertační práce
z oboru neurochirurgie

Pracoviště: Neurochirurgická klinika Fakultní nemocnice Olomouc
Školitel: doc. MUDr. Miroslav Vaverka, CSc.
Autor: MUDr. Martin Hampl

Olomouc 2018

Jméno a příjmení autora:	MUDr. Martin Hampl
Název dizertační práce:	Venae emissarie, vena emissaria mastoidea a komplexní pohled na retrosigmoideální kraniotomii
Obor:	Neurochirugie
Školitel:	doc. MUDr. Miroslav Vaverka, CSc.
Pracoviště:	Neurochirurgická klinika Fakultní nemocnice Olomouc
Fakulta:	Lékařská fakulta Univerzity Palackého v Olomouci
Rok obhajoby dizertační práce:	2018

Abstrakt:

Tato práce se zabývá komplexním pohledem na retrosigmoideální kraniotomii. Umožňuje excelentní expozici lézí v oblasti mozkového kmene a některých hlavových nervů. Mezi nejčastější indikace tohoto přístupu patří operační léčba schwannomu *nervus* (*n.*) VIII a neuralgie *n.* V.

Neuralgie *n. trigeminus* je paroxysmální obličejová bolest. Ve většině případů je příčinou neuralgie trigeminu vaskulární komprese vláken *n. trigeminus* bezprostředně po výstupu z mozkového kmene. Jedná se zpravidla o *arteria* (*a.*) *cerebelli superior* (SCA). Za zlatý standard při léčbě neuralgie *n.* V je považována mikrovaskulární dekomprese (MVD). Jedním z cílů práce bylo retrospektivni vyhodnocení souboru 50 pacientů, 31 žen (62 %) a 19 mužů (38 %) operovaných v období 2006–2015 technikou mikrovaskulární dekomprese na Neurochirurgické klinice Fakultní nemocnice Olomouc. Námi zjištěná úspěšnost léčby technikou MVD přináší výsledky srovnatelné s dostupnou literaturou. Jak dále plyne z peroperačních nálezů, je neurovaskulární konflikt častěji na podkladě komprese tepen, nejčastěji *a. cerebellaris superior*.

Venae emissariae vytvářejí spojky intrakraniálního a extrakraniálního řečiště. Z hlediska neurochirurgie je významná zejména *vena* (*v.*) *emissaria mastoidea*, jež bývá ve variabilním počtu umístěna v oblasti *sutura occipitomastoidea*, a jež se může stát zdrojem významného krvácení. Cílem této práce bylo vyhodnotit soubor 295 lebek pocházejících ze sbírek anatomických ústavů v České republice. Hodnoceny byly jak kvantitativní, tak kvalitativní parametry emisárií. Nejčastěji zastoupeným typem *foramen mastoideum* je typ II dle Louise (41,2 %). Rozdíl při hodnocení pravé a levé strany nebyl statisticky významný. U mužů se vyskytoval vyšší počet otvorů na pravé straně a v kvalitativních znacích převažoval typ III a IV, zatímco u žen se častěji vyskytoval typ I a II. Rozměr vnějšího ústí činil v průměru 1,3 mm, ale některá ústí měřila až 7 mm.

Dalším cílem práce byla předoperační detekce *v. emissaria mastoidea* pomocí výpočetní tomografie (CT) a high-resolution CT (HRCT). Bylo vyhodnoceno celkem 100 nativních CT (4,5 mm silné řezy) a 100 CT v tenkých řezech – HRCT (1 mm silné řezy). HRCT poskytuje vyšší senzitivitu detekce drobných emisárií, která nebyla ve velké většině na CT patrná, v tomto případě bylo možné detekovat i poměrně vzácně zastoupená *foramina mastoidea* v počtu 3–4. Zatímco při zobrazení emisárií širších než 3 mm není rozdíl statisticky významný, u emisárií se šířkou

kanálu menší než 2 mm je již rozdíl statisticky významný. Statisticky vyhodnocený soubor našich nálezů podporuje rozmanitost a nejednotnost výsledků, které jsou v literatuře dostupné. Při plánování operačních výkonů v této lokalitě je při identifikaci drobných anatomických struktur velmi důležité doplnění HRCT.

Klíčová slova: *chirurgie lebeční báze, neurochirurgie, retrosigmoideální přístup, kraniotomie, kraniektomie, schwannom n. VIII, neuralgie nervus trigeminus, meningeom, tumory mozku, venae emissariae, foramen mastoideum, výpočetní tomografie, HRCT*

Souhlasím s půjčováním dizertační práce v rámci knihovních služeb.

Author´s first name and surname: MUDr. Martin Hampl

Title of the dissertation thesis: Emissary veins, mastoid emisary vein and a comprehensive view of retrosigmoid craniotomy

Branch of study: Neurosurgery

Supervisor: doc. MUDr. Miroslav Vaverka, CSc.

Clinic: Department of Neurosurgery, University Hospital Olomouc

Faculty: Faculty of Medicine and Dentistry, Palacký University Olomouc

The year of presentation: 2018

Abstract:

This work deals with a comprehensive view of retrosigmoid craniotomy. It allows excellent lesion exposure in the brain stem and several cranial nerves. The most common indications of this approach are surgical treatment of schwannoma of the vestibulocochlear nerve and neuralgy of the trigeminal nerve.

Neuralgy of the trigeminal nerve is a paroxysmal facial pain. In most cases, the cause of trigeminal neuralgy is a vascular compression of trigeminal fibers immediately after leaving the brain stem. It is usually the superior cerebellar artery (SCA). Microvascular decompression (MVD) is considered to be a golden standard in the treatment of trigeminal neuralgy. One of the objectives of this work was to retrospectively evaluate a set of 50 patients, 31 women (62%) and 19 men (38%) operated during 2006–2015 by microvascular decompression technique at the Department of Neurosurgery of the Faculty Hospital in Olomouc. Our treatment success rate by MVD provides results comparable to available literature. Furthermore, as a result of peroperative findings, the neurovascular conflict is more often caused by arterial compression, most commonly by the SCA.

Emissary veins are connections between intracranial and extracranial venous systems. Mastoid emissary vein is especially important from the neurosurgical point of view, because it is located in variable number in the area of the occipitomastoid suture and it can become a source of significant bleeding. The aim of this work was to provide detailed information about this issue and evaluate a group of 295 skulls obtained from collections of anatomy departments all over the Czech Republic. Both quantitative and qualitative parameters of the mastoid foramen were evaluated.

The most frequently represented type of the mastoid foramen is type II by Louis (41.2%). The differences between right and left sides were not statistically significant. In men there was a higher number of openings on the right side and in qualitative parameters the type III and IV predominated, whereas in women the types I and II were more frequent. In men, greater distances

from the mastoid foramen were observed when evaluating qualitative parameters for defined surface landmarks. Mean size of the external opening diameter was 1.3 mm, however several openings measured up to 7 mm.

Next aim of this work was pre-operative detection of mastoid emissary veins using standard computed tomography (CT) and high-resolution computed tomography (HRCT). A total of 100 native CT scans (4.5 mm thick slices) and 100 CT scans in thin slices – HRCT (1 mm thick slices) were evaluated. HRCT provides a higher detection sensitivity for small emissaries, which were mostly invisible in a standard CT scan, in this case it was also possible to detect a relatively rare case of 3–4 mastoid foramina. While the difference is not statistically significant when the emissaries are larger than 3 mm, in emissaries with the width of bony canal less than 2 mm it already becomes statistically significant.

Statistical evaluation of our findings supports diversity and inconsistency of the results available in literature. When planning surgical procedures in this area, it is very important to perform HRCT scan to identify small anatomical structures.

Keywords: *skull base surgery, neurosurgery, retrosigmoideal approach, craniotomy, craniectomy, schwannoma of the vestibulocochlear nerve, trigeminal neuralgy, meningeoma, cranial tumors, emissary veins, foramen mastoideum, high resolution computed tomography, HRCT*

I agree the thesis paper to be lent within the library service.

Prohlašuji, že jsem dizertační práci zpracoval samostatně pod vedením doc. MUDr. Miroslava Vaverky, CSc. a uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a dodržoval zásady vědecké etiky.

V Olomouci 25. března 2018 MUDr. Martin Hampl

Poděkování

Je mou milou povinností poděkovat všem, kteří přispěli ke vzniku této práce. Vřelé poděkování patří zejména mému školiteli a přednostovi Neurochirurgické kliniky Fakultní nemocnice Olomouc doc. MUDr. Miroslavovi Vaverkovi, CSc. a primáři kliniky doc. MUDr. Lumírovi Hrabálkovi, Ph.D za jejich trpělivost a pomoc při celém mém postgraduálním studiu. Velký dík patří rovněž mým konzultantům prof. MUDr. Davidovi Kachlíkovi, Ph.D a MUDr. Kateřině Kikalové, Ph.D za jejich cenné rady, velkou ochotu a spolupráci na publikační činnosti. Rovněž bych chtěl poděkovat svým zkušeným kolegům doc. MUDr. Davidovi Krahulíkovi, Ph.D.; doc. MUDr. Ondřejovi Kalitovi, Ph.D., MBA a MUDr. Tomáši Wankovi, Ph.D. za jejich ochotu a trpělivost vynaloženou při edukaci na operačním sále a za předávání neocenitelných zkušeností. Děkuji také svým mladším kolegům MUDr. Matejovi Halajovi, MUDr. Vlastimilu Novákovi, MUDr. Přemyslovi Stejskalovi, MUDr. Jakubovi Jablonskému za jejich píli a spolupráci při každodenním náročném provozu. Nesmím opomenout ani kolegy z jednotky intenzivní péče MUDr. Martina Gabryše a MUDr. Stanislava Šoustala za jejich péči o nemocné naší kliniky a za předávání zkušeností z intenzivní medicíny. Také bych rád poděkoval své ženě Monice za toleranci a podporu při práci v tomto náročném oboru medicíny.

Obsah

1 Úvod 11

2 Cíle 13

3 Historie 14

3.1 Historie operativy na Neurochirurgické klinice FNOL 14

3.2 Historie operativy v oblasti *angulus ponoterebellaris* 14

3.3 Historie zájmu o *venae emissariae* 16

3.4 Literatura 17

4 Experimentální část 19

4.1 Disekční laboratoř 19

4.2 Přístrojové vybavení 20

4.3 Potenciál laboratoře 23

5 Retrosigmoidealní kraniotomie 24

5.1 Úvod a definice 24

5.2 Indikace 26

5.2.1 Schwannom *n.* VIII 27

5.2.2 Mikrovaskulární dekomprese pro neuralgii *n.* V 30

5.2.3 Vlastní soubor 34

5.3 Předoperační management 37

5.4 Specifika anestézie 37

5.5 Polohování pacienta 37

5.6 Technické provedení 39

5.7 Pooperační péče 42

5.8 Komplikace 42

5.8.1 Pooperační likvorea 42

5.8.2 Meningitida 44

5.8.3 Cefalea 44

5.8.4 Intrakraniální vaskulární komplikace 44

5.8.5 Poranění hlavových nervů 46
5.8.6 Metodika peroperační myografie hlavových nervů 46
5.9 Literatura 48
6 Anatomie 53
6.1 Anatomie žilního systému mozku 53
6.1.1 *Venae cerebri* 54
6.1.2 *Sinus durae matris* 55
6.1.3 *Venae diploicae* 58
6.2 Venae emissariae 59
6.2.1 Materiál a metodika 62
6.2.2 Výsledky 65
6.2.3 Dílčí diskuze 68
6.3 Literatura 73
7 Neuroradiologie 76
7.1 Radiologická studie 78
7.2 Výsledky 79
7.3 Dílčí diskuze 81
7.4 Literatura 84
8 Závěr 85
9 Souhrn 86
10 Summary 88

Použité zkratky

a.		*arteria*
A	(v tabulce)	*arteria*
AICA		*arteria cerebelli inferior anterior*
ATB		antibiotika
CT		computer tomography (výpočetní tomografie)
C1		krční obratel (*atlas*)
dex.		*dexter* (pravý)
FM		*foramen mastoideum*
EKG		elektrokardiogram
FNOL		Fakultní nemocnice Olomouc
HRCT		high-resolution CT (výpočetní tomografie s vysokým prostorovým rozlišením)
JIP		jednotka intenzivní péče
M		mean (průměr)
Max		maximum (maximální hodnota)
Mdn		median
Min		minimum (minimální hodnota)
MR		magnetická rezonance
MRA		magnetická rezonanční angiografie
MVD		mikrovaskulární dekomprese
n	(v tabulce)	četnost
n.		nervus
n. V		*nervus trigeminus*
n. VI		*nervus abducens*
n. VII		*nervus facialis*
n. VIII		*nervus vestibulocochlearis*
n. IX		*nervus glossopgaryngeus*
n. X		*nervus vagus*
n. XI		*nervus accessorius*
n. XII		*nervus hypoglossus*
PEEP		positive end expiratory pressure
PICA		*a. cerebelli inferior posterior*
prof.		profesor
RS		roztroušená skleróza
RTG		rentgen
SCA		*arteria cerebellaris superior*
SD		standard deviation (směrodatná odchylka)
sin		*sinister* (levý)
T1		vážený obraz na MR
T2		vážený obraz na MR
UK		Univerzita Karlova
UP		Univerzita Palackého v Olomouci
v.		*vena*
V	(v tabulce)	*vena*
vv.		*venae*
VA		*arteria vertebralis*

1 Úvod

S rozvojem medicíny a pokrokem operačních technik, které souvisejí se stále se zdokonalujícím přístrojovým vybavením a diagnostickými možnostmi, stoupají nároky na schopnosti lékaře řešit jednotlivé problémy co nejefektivněji a pokud možno bez komplikací. Doby heroických, několikahodinových operačních výkonů pomalu ustupují a jsou nahrazovány miniinvazivními procedurami, endoskopií, endovaskulárními výkony atd. Pooperační výsledek již není o prostém vyřešení patologie, ale také o funkčním a kosmetickém výsledku, schopnosti pacienta se začlenit co nejrychleji do společnosti a práce či navrátit se brzy ke svým koníčkům.

V souvislosti s rozvojem mikrochirurgické techniky je kladen důraz na detaily. Již sama diagnostika a zobrazovací vyšetření při plánování operačního výkonu jsou zcela zásadní. Rovněž důkladná znalost anatomie zůstává zcela nezbytnou podmínkou pro bezpečné operování s cílem minimalizovat potenciální komplikace. Opomenout nelze důležitost případné mezioborové spolupráce a význam anesteziologa, který při neurochirurgických výkonech sehrává zcela zásadní roli.

Tato práce souvisí s problematikou lebeční báze, což byl z historického pohledu problém, který spojoval několik medicínských oborů a který svým způsobem nikdo nepovažoval za vlastní. Chirurgie lebeční báze se rozvíjela teprve v období osmdesátých let 20. století a je specifická tím, že atakuje anatomicky nejsložitější oblast lidského organizmu. Teprve rozvoj diagnostických metod a mikrochirurgie umožnil řešit léze, které byly do té doby považovány za inoperabilní.

Dizertační práce je členěna do pěti kapitol:

- V první části je popsána historie Neurochirurgické kliniky Fakultní nemocnice Olomouc (FNOL), která již ve svých začátcích byla schopna konkurovat vyhlášeným pracovištím v Praze a Hradci Králové. V této kapitole je také zmíněna historie retrosigmoideální kraniotomie, která je spjata s operacemi v oblasti *angulus pontocerebellaris*, zejména s diagnózou vestibulárního schwannomu [schwannom *nervus* (*n.*) VIII]. Od svých počátků až do současnosti a historické práce zabývající se významem *venae* (*vv.*) *emissariae*, které byly po celou dobu poměrně přehlíženou anatomickou strukturou.
- Ve druhé části prezentujeme disekční laboratoř, která vznikla ve spolupráci s Ústavem normální anatomie Lékařské fakulty Univerzity Palackého v Olomouci (UP) a která materiálním a technickým vybavením pomáhá lékařům v nácviku mikrochirurgických technik a svým zázemím usnadnila realizaci anatomické studie. V práci je rovněž nastíněna vize rozvoje této laboratoře.
- Ve třetí části práce se zabýváme detailním pohledem na retrosigmoideální kraniotomii, jejími indikacemi, technickým provedením a potencionálními komplikacemi. V této

části je vyhodnocen soubor pacientů, kteří podstoupili mikrovaskulární dekompresi pro diagnózu neuralgie *n. trigeminus* na Neurochirurgické klinice FNOL.

- Ve čtvrté části uvádíme rozsáhlou anatomickou studii, která svým rozsahem doposud předčila všechny ostatní práce dostupné v literatuře a která vznikla ve spolupráci s Ústavem normální anatomie Lékařské fakulty UP a s anatomickými ústavy 1. a 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy (UK) v Praze.
- V poslední části se pak věnujeme neuroradiologii a diagnostice těchto drobných struktur pomocí výpočetní tomografie (CT). Zajímala nás výtěžnost standardního CT ve srovnání s HRCT, které stále není rutinní součástí předoperačního vyšetření a které nám poskytne nesrovnatelně větší množství informací ve srovnání se standardním CT vyšetřením.

2 Cíle

1. Zdůraznit význam disekční laboratoře a spolupráci klinických a paraklinických oborů.

2. Seznámení s disekční laboratoří, která vznikla na Ústavu normální anatomie Lékařské fakulty UP v souvislosti s touto dizertační prácí pod patronátem Neurochirurgické kliniky FNOL.

3. Prezentace komplexního pohledu na retrosigmoideální kraniotomii s bližším zaměřením na komplikace, které mohou vzniknout v souvislosti s operačním přístupem.

4. Vyhodnocení souboru pacientů po mikrovaskulární dekompresi pro neuralgii *n.* V operovaných na Neurochirurgické klinice FNOL.

5. Detailní seznámení s anatomií *vv. emissariae* s důrazem na *vena* (*v.*) *emissaria mastoidea*, jako potencionálním zdrojem komplikací při přístupech v oblasti *processus mastoideus.*

6. Prezentace rozsáhlé anatomické studie ve spolupráci s anatomickými ústavy 1. a 2. lékařské fakulty UK v Praze.

7. Předoperační plánování přístupu pomocí CT, možnosti detekce na základě standardního CT (4,5 mm) a HRCT (1 mm).

3 Historie

3.1 Historie operativy na Neurochirurgické klinice FNOL

Neurochirurgie ve FNOL je neodmyslitelně spjata se jménem prof. Bohuslava Zapletala. Jako všichni neurochirurgové této doby se i on rekrutoval ze všeobecné chirurgie.

Neurochirurgii se prof. Zapletal věnoval již od roku 1945, kdy byl věhlasným chirurgem prof. Rapantem pověřován k přístupům do nitrolebí a k páteři. V této době se jednalo pouze o odnož chirurgie a spíše šlo o profesní koníček chirurgů. V roce 1949 se již prof. Zapletal plně věnoval neurochirurgii, která měla v této době na chirurgickém oddělení 9 vyčleněných lůžek. V roce 1958 však založil samostatné oddělení, kde již prováděl na tehdejší dobu špičkové výkony. Ve spolupráci s neurology a radiology pak společně rozvinuli předoperační diagnostiku založenou na pneumoencefalografii, karotické a popř. i vertebrální angiografii a kontrastním vyšetření páteřního kanálu.

Olomoucká neurochirurgie byla v té době na velmi vysoké úrovni a konkurovala tehdejším pracovištím v Praze Střešovicích pod vedením akademika Kunce a pracovišti v Hradci Králové pod vedením akademika Petra. Prováděli se zde náročné výkony cévní, epileptochirurgie včetně hemisferektomie a komplexní neuroonkologický servis. Se jménem prof. Zapletala je rovněž spojováno dělení tumorů supratentoriální – infratentoriální. Existuje také několik výukových filmů, ve kterých jsou zachyceny operace pinealomů. Originálním pak bylo i řešení nazálních likvoreí transkraniální tamponádou sfenoidálního sinu.

Námi popisované téma – retrosigmoideální kraniotomie – byla poprvé v operační knize zaznamenána v roce 1967. Jednalo se o operaci tumoru v oblasti *angulus pontocerebellaris*, bohužel bližší informace se nepodařilo dohledat. I tak je však úctyhodné, že při absenci operačního mikroskopu byli neurochirurgové schopni řešit takto obtížně lokalizované léze, které i v současné éře mikrochirurgie zůstávají stále velmi náročným chirurgický výkonem.

3.2 Historie operativy v oblasti *angulus ponoterebellaris*

Přístup do *angulus pontocerebellaris* z retrosigmoideální kraniotomie je na naší klinice spojen s operacemi tumorů v oblasti zadní lebeční jámy – zejména schwannom *n.* VIII a s technikou mikrovaskulární dekomprese v případě operačního řešení neuralgie *n. trigeminus.*

Historie léčby schwannomu *n.* VIII sahá až do roku 1777, kdy Sandifort poprvé popsal tumor, který adheroval k mozkovému kmeni a propagoval se do *meatus acusticus internus* (1). V roce 1830 Bell jako první diagnostikoval schwannom *n.* VIII na základě léze *n. trigeminus*, dysgeusie, hluchoty, cefaley a progredující léze kmenových funkcí a hlavových nervů. Jistotu však přinesla až pitva, která byla provedena rok od stanovení diagnózy (2). Jednu z prvních

neúspěšných operací z infratentoriální široké kraniektomie provedli v zámoří v roce 1893 Starr a McBurney (3). V roce 1894 je Ballancem popisována resekce tumoru v oblasti mostomozečkového koutu pomocí prstu. Pacient přežíval ještě několik let poté, trpěl však neuropatickou keratitidou, pro kterou musel podstoupit enukleaci očního bulbu (4). Důležitým průkopníkem v této oblasti a v neurochirurgii obecně se v této době stává Harvey Cushing. V roce 1917 publikuje významnou monografii, v níž mimo jiné popisuje první neúspěšný pokus radikální operace v roce 1906, ale také prezentuje soubor 30 pacientů, kdy se mu podařilo snížit mortalitu ze 40 % na 20 % (5). Mimo své nadání pro neurochirurgii se daří Cushingovi vychovat neméně nadaného průkopníka neurochirurgie, a tím je Dandy. Tomu se daří první radikální resekce v roce 1917 (6). Zavádí rovněž do praxe jednostranný subokcipitální přístup a na základě práce publikované v roce 1941 se mu daří snížit mortalitu na 2,4 % (7). Přes stále se snižující mortalitu se však nedaří zachovat intaktní *n.* VII. Olivercrona se jako první snažil monitorovat funkci *n. facialis* pomocí sestry, která peroperačně sledovala záškuby tváře. Ve své práci uvádí 40% úspěšnost (8, 9).

Další významným milníkem bylo pro neurochirurgii sestrojení operačního mikroskopu, který byl poprvé použit Nylénem v roce 1921 (10). Jednalo se však pouze o uniokulární mikroskop, který neumožňoval třídimenzionální vizualizaci, což je u dnešních operačních mikroskopů samožřejmostí. V roce 1922 Holmgren vyvinul binokulární mikroskop, který se po zdokonalení v 50. letech užívá v podstatě dodnes (11, 12).

Z dalších významných jmen nesmíme opomenout W. F. House, který jako jeden z prvních využíval v 50. letech márnici v Los Angeles jako disekční laboratoř ke zdokonalování mikrochirurgické techniky a který navázal fungující mezioborovou spolupráci s neurochirurgem W. Hitselbergerem a vytvořil tak jeden z prvních týmů, který komplexně řešil problematiku lebeční báze ve Spojených státech amerických (13, 14, 15).

Mezi další jména, která se zasloužila o zdokonalování operační techniky a neurochirurgie vůbec, patří Yasargil, Kawase, Dolenc, Bertalanffy (16, 17, 18, 19). V současné době jsou celosvětově zřízena centra, která se významně zasloužila o rozvoj operační techniky a možností účastnit se kurzů v disekčních laboratořích. Z nejvýznamnějších současných jmen je nezbytné jmenovat T. Fukushimu a nedávno zesnulého fenomenálního neuroanatoma A. Rhotona.

Historie mikrovaskulární dekomprese je spjata rovněž se jménem Dandyho, který jako první přišel s teorií, že v patofyziologii neuralgie *n. trigeminus* hrají roli cévní struktury, které atakují *n. trigeminus* při jeho výstupu z mozkového kmene (20). Samotný rozvoj operační techniky nastal v 60. a 70. letech 20. století a jeho zakladatelem je Gardner a Jannetta, který při operační technice využili kousek vaty, kterou zamezili kontaktu mezi nervem a cévou (21, 22, 23). Tento postup přetrvává s malými obměnami dodnes.

3.3 Historie zájmu o *venae emissariae*

Jednou z prvních prací zabývajících se tímto tématem byla práce Boyda (24) z roku 1930, která hodnotila celkem 1500 lebek pocházejících z anatomického muzea v Edinburghu. Mezi těmito lebkami byly však zahrnuty nejen dospělé lebky, ale také 124 lebek antropoidních opic a 160 ostatních savců. Na základě pozorování bylo uvedeno, že *foramen mastoideum* se vyskytovalo v identickém zastoupení na pravé a levé straně, přičemž na pravé straně bylo větší a byl zde rovněž zaznamenán větší počet vnějších ústí. Průměr *foramen mastoideum* byl obvykle 1 mm, v 10 % kolem 2 mm a vzácně více než 5 mm. Velkou studii o *foramen mastoideum* publikoval Cheatle v roce 1925. Zahrnul do ní 1500 lebek ze sbírek Královské chirurgické společnosti. Autor zde neuvádí přesná statistická data týkající se výskytu a dalších charakteristik kanálu, jde spíše o popisnou práci. Přesto upozorňuje na fakt, že anatomové věnují problematice malou pozornost a ušní chirurgové ještě menší, a to i přesto, že právě při zánětlivých onemocněních, úrazech a chirurgických výkonech v oblasti *processus mastoideus* význam *v. emissaria mastoidea* narůstá (25).

V této době již byly zaznamenány první souvislosti těchto struktur s komplikacemi při operacích v oblasti *processus mastoideus*. V roce 1913 popsal Mckenzie (26) případ malého chlapce s tromboflebitidou *v. emissaria mastoidea* při operaci akutního zánětu *processus mastoideus*. V době bez možnosti použít antibiotika (ATB) či jinou léčbu bylo jedinným řešením jak zachránit pacienta vyjmutí trombu ze žíly.

3.4 Literatura

(1) Glasscock ME. History of the diagnosis and treatment of acoustic neuroma. Arch Otolaryngol 1968;88(6):578-585.

(2) Bell C. Appendix of cases. In: The nervous system of the human body. London; 1830. p. 112-114.

(3) McBurney C, Starr M. A contribution to cerebral surgery: diagnosis, localization and operation for removal of three tumors of the brain with some comments upon surgical treatment of brain tumors. Am J Med Sci 1893;20:361-387.

(4) Ballance D. Some points in the surgery of the brain and its membranes. London: Mac Millan and Company; 1907.

(5) Cushing H. Tumours of the nervous acoustic and the syndrome of the cerebellopontine angle. Philadelphia: Saunders; 1917.

(6) Dandy WE. An operation for the total removal of cerebellopontine angle (acoustic) tumors. Surg Gynecol Obstet 1925;41:129-148.

(7) Dandy WE. Results of removal of acoustic tumors by the unilateral approach. Arch Surg 1941; 42:1026-1033.

(8) Olivecrona H. Acoustic tumors. Journal of Neurosurgery 1967;26:6-13.

(9) Olivecrona H. Analysis results of complete and partial removal of acoustic neuromas. J Neurol Neurosurg Psychiatry 1950;13:271-272.

(10) Nylén CO. The microscope in aural surgery, its first use and later development. Acta Otolaryngol 1954;116(Suppl Stockh):226-240.

(11) Donald PJ. History of skull base surgery. Skull Base Surg 1991;1:1-3.

(12) Holmgren G. Some experiences in surgery for otosclerosis. Acta Otolaryngol (Stockh) 1924;5:460.

(13) Hitselberger WE, Pulec JL. Trigeminal nerve (posterior root) retrolabyrinthine selective section. Operative procedure for intractable pain. Arch Otolaryngol 1972;96(5):412-415.

(14) House HP, House WF. Transtemporal Bone Microsurgical Removal of Acoustic Neuromas. Arch Otolaryngol 1964;80:597-756.

(15) House WF. A history of acoustic tumor surgery. In: House WF, Luetje C, editors. Acoustic tumors Baltimore: University Park Press; 1979. p. 3-41.

(16) Yasargil MG, Smith RD, Gasser JC. Microsurgical approach to acoustic neurinomas. Adv Tech Stand Neurosurg 1977;4:93-197.

(17) Kawase T, Toya S, Shiobara R, Mine T. Transpetrosal approach for aneurysms of the lower basilar artery. J Neurosurg 1985;63:857-861.

(18) Dolenc VV, Skrap M, Sustersic J, Skrbec M, Morina A. A transcavernoustranssellar approach to the basilar tip aneurysms. Br J Neurosurg 1987;1(2):251-259.

(19) Bertalanffy H, Seeger W. The dorsolateral, suboccipital, transcondylar approach to the lower clivus and anterior portion of the craniocervical junction. Neurosurgery 1991;29:815-821.
(20) Dandy WE. Concerning cause of trigeminal neuralgia. Am J Surg 1934;24:447-55.
(21) Gardner WJ. Concerning the mechanism of trigeminal neuralgia and hemifacial spasm. J Neurosurg 1962;19:947-58.
(22) Jannetta PJ. Neurovascular cross-compression in patients with hyperactive dysfunction symptoms of the eighth cranial nerve. Surg Forum 1975;26:467-9.
(23) Jannetta PJ. Observations on the etiology of trigeminal neuralgia, hemifacial spasm, acoustic nerve dysfunction and glossopharyngeal neuralgia. Definitive microsurgical treatment and results in 117 patients. Neurochirurgia 1977;20(5):145-54.
(24) Boyd GI. The emissary foramina of the cranium in man and the anthropoids. J Anat 1930;65:108-121.
(25) Cheatle A. The mastoid emissary vein and its surgical importance. Proceedings of the Royal Society of Medicine 1925; 18(Otol_Sect),29-34.
(26) McKenzie D. Thrombo-phlebitis of the Mastoid Emissary Vein. Proceedings of the Royal Society of Medicine, 1913;6(Otol Sect),95.

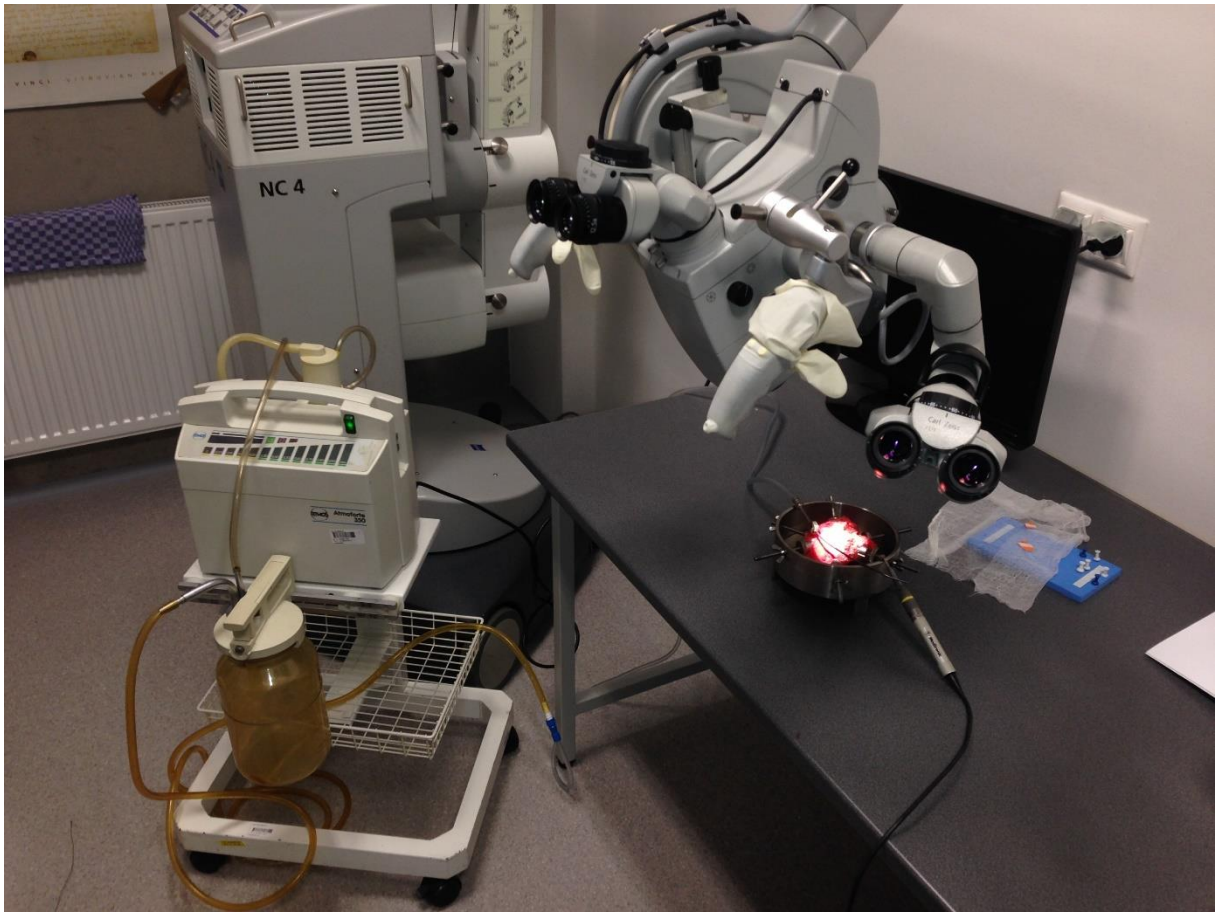
4 Experimentální část

4.1 Disekční laboratoř

Práce s kadaverózním materiálem a lebkami probíhala na Ústavu normální anatomie Lékařské fakulty UP. Tato disekční laboratoř vznikla v prosinci roku 2015 ve spolupráci s Ústavem normální anatomie pod patronátem Neurochirurgické kliniky FNOL a splňuje veškeré právní a hygienické normy.

Kadaverózní materiál byl získáván z Ústavu soudního lékařství UP a lebky či spánkové kosti z ossária a muzea Ústavu normální anatomie UP.

Disekční laboratoř disponuje jedním pracovním a jedním asistentským místem tak, aby co nejlépe imitovala situaci na operačním sále (Obrázek 1, 2).



Obrázek 1. *Operační mikroskop Carl Zeiss NC4, odsávací systém, vysokoobrátková fréza Aesculap, fixátor spánkové kosti s preparátem (zdroj: autor)*

Obrázek 2. *Prostory laboratoře (zdroj: autor)*

Prostor zajišťuje dostatečný komfort a je používán jak ke studiu anatomie, tak k nácviku mikrochirurgických technik.

4.2 Přístrojové vybavení

Místnost je vybavena operačním mikroskopem NC4 Carl Zeiss, který byl s laskavým svolením vedení Neurochirurgické kliniky FNOL zapůjčen do těchto prostor. Je napojen na obrazovku, která je umístěna naproti mikroskopu, a je tak možné snáze prezentovat mikrochirurgickou anatomii.

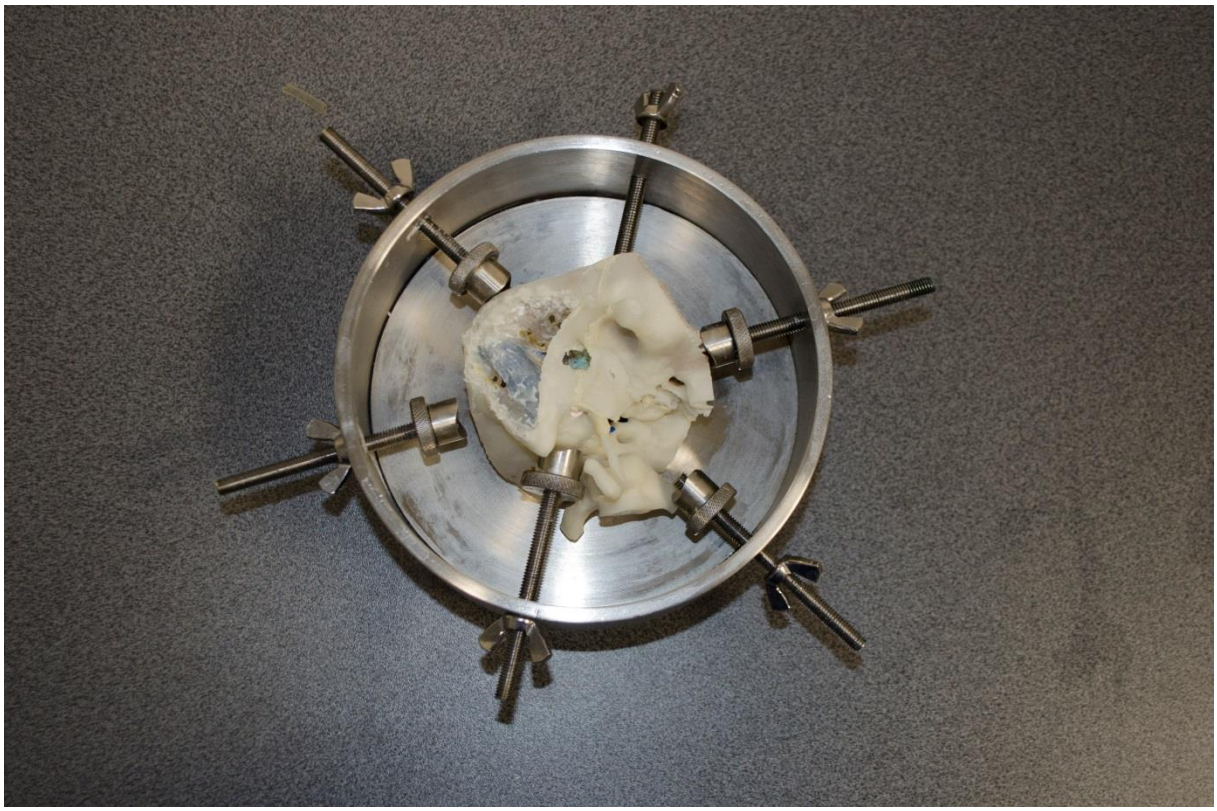
Pro kostní práci nám slouží vysokoobrátkové frézy Aesculap s celým spektrem nástavců nejrůznějších rozměrů, bez kterých by nebyla mikrochirurgická práce vůbec možná (Obrázek 3).

Obrázek 3. *Vysokoobrátkové frézy Aeasulap s několika vyměnitelnými nástavci (zdroj: autor)*

Pro práci s kostním materiálem je rovněž nezbytné odsávací zařízení s několika chirurgickými savkami různých velikostí.

Mezi další vybavení patří fixátory kostních preparátů (Obrázek 4), které byly sestrojeny dle našeho vlastního návrhu. Tyto fixátory dokáží dokonale uchytit materiál pro práci s frézou či diamantem (Obrázek 5).

Disekční laboratoř dále disponuje celou škálou nezbytných mikronástrojů, mikropinzet, mikrojehelců k nácviku techniky mikrosutury cév.



Obrázek 4. *Fixátor s uchyceným modelem spánkové kosti od firmy Kezlex (zdroj: autor)*

Obrázek 5. *Fixátor s uchycenou spánkovou kostí při práci s frézou (zdroj: autor)*

4.3 Potenciál laboratoře

Naším cílem je další rozvoj této laboratoře. Plánovaná doba rozvoje je odhadnuta přibližně na 2 roky, během kterých bychom rádi pořídili několik nových zařízení, která jsou nezbytná při mikrochirurgickém operování. Mezi nejdůležitější patří bezpochyby tzv. „odsávací zařízení“, které zlepší nejenom přehlednost v operačním poli, ale znatelně přispěje k úpravě hygienických podmínek, zejména omezením prachu vzniklého při broušení kosti. Snahou bude taktéž rozšířit repertoár mikrochirurgických nástrojů (jehelce, mikropinzety, peány atd.).

Dalším neméně důležitým cílem je osvojení si techniky přípravy kadaverózního materiálu spočívající v nástřiku cévního řečiště tak, aby nám simulace umožnila lepší a názornější anatomickou orientaci s možností pořízení kvalitní fotodokumentace. Bohužel tato metoda je v současné době příliš nákladná a není v možnostech doktorandů hradit ji ze svých zdrojů.

V současné neurochirurgii je na vzestupu také rozvoj techniky mikroanastomóz, tedy mikrochirurgické sutury intrakraniálních, ale i extrakraniálních cév. Pro nácvik této techniky je bezpodmínečně nutný nákup poměrně nákladných imitací cév (př. firma Kezlex®).

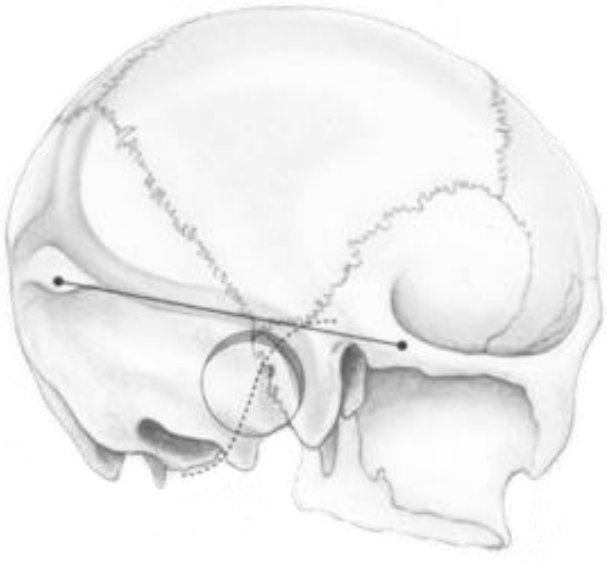
Mezi očekávaný výstup projektu disekční laboratoře patří zdokonalení mikrochirurgických technik mladých neurochirurgů a vytvoření unikátní laboratoře, která by mohla rovněž sloužit případně i jiným chirurgickým oborům (otorinolaryngologie, plastická chirurgie atd.). Podstatným cílem laboratoře je pak zvýšení publikační činnosti dané problematiky.

5 Retrosigmoidealní kraniotomie

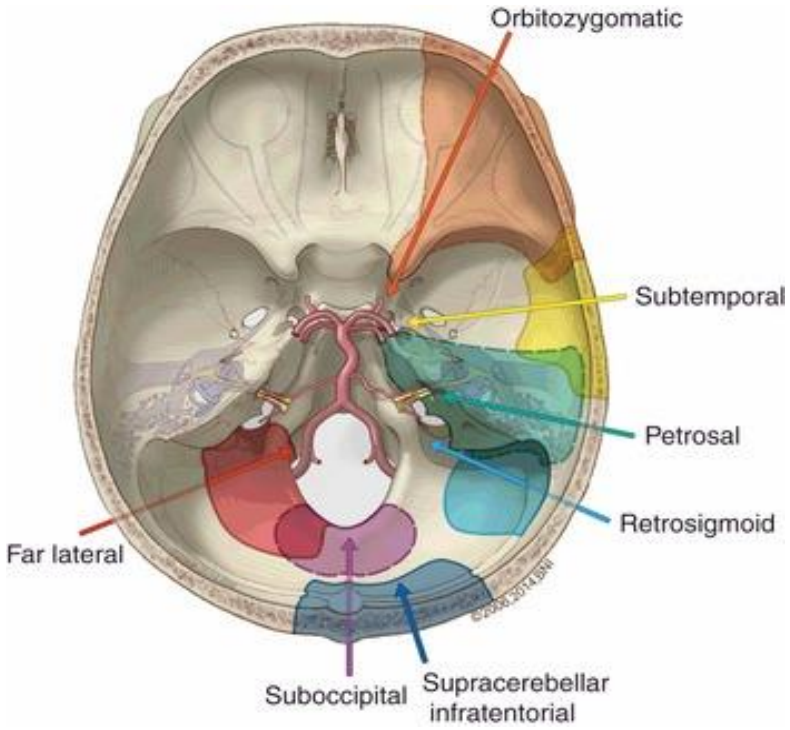
5.1 Úvod a definice

Retrosigmoideální kraniotomie je konvenční neurochirurgický přístup využívaný k dosažení patologií v oblasti *angulus ponotocerebellaris*. Umožňuje excelentní expozici lézí v oblasti mozkového kmene a některých hlavových nervů (Obrázek 6, 7). Umožňuje taktéž kompletní resekci malých a středně velkých tumorů s cílem zachovat sluch a bezpečně odstranit velké tumory, jež komprimují mozkový kmen a přilehlé neurovaskulární struktury (Obrázek 8).

Rozsah kraniotomie dovoluje po otevření likvorových cest a retrakci horní třetiny mozečku získat přístup do oblasti V. hlavového nervu (*n. trigeminus*), retrakcí střední třetiny mozečku ke komplexu VII. a VIII. hlavového nervu (*n. facialis, n. vestibulocochlearis*) a dolní třetiny ke komplexu IX.–XI. hlavového nervu (*n. glossopharyngeus*, *n. vagus*, *n. accessorius*).



Obrázek 6. *Znázornění retrosigmoideálního přístupu (zdroj: Color atlas of microneurosurery, Koos/Spetzler, 1993)*



Obrázek 7. *Schematické znázornění jednotlivých přístupů k patologiím lokalizovaným na lebeční bázi (zdroj: Color atlas of microneurosu-rery, Koos/Spetzler, 1993)*

Technické provedení přístupu se může lišit v závislosti na zvyklostech pracoviště. Existují i jeho modifikace:

- Retrosigmoideální transmeatální přístup

Podstatou přístupu je rozšíření klasického retrosigmoideálního přístupu o posteriorní otevření *meatus acusticus internus* umožňující dosáhnout intrakanalikulárně uložených lézí především schwannomů *n.* VIII, které se propagují do *meatus acusticus internus* (1). Přístup umožňuje resekci léze s lepší nadějí na uchování sluchu. Rozsah resekce zadního okraje meatu závisí na poloze endolymfatického vaku, zadního polokruhového kanálku a vestibula (2).

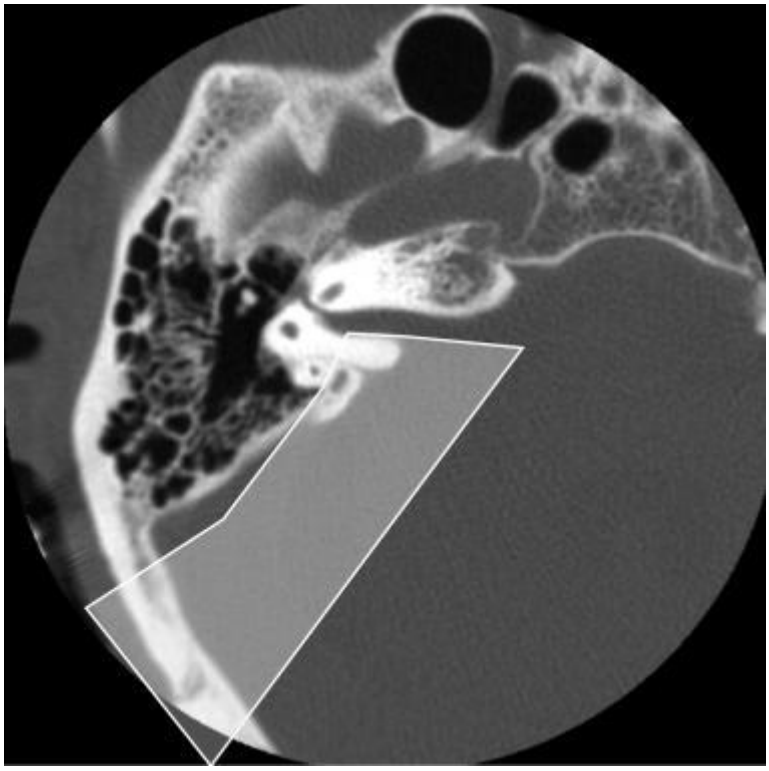
- Retrosigmoideální infratentoriální suprameatální přístup

Hlavním cílem tohoto modifikovaného přístupu je resekce hrotu skalní kosti posteriorní infratentoriální intradurální cestou. Přístup jako možnou variantu přední petrosektomie poprvé prezentoval Samii v roce 1996 (3). Po preparaci struktur v mostomozečkovém úhlu je identifikován *n. trigeminus* a *v. petrosa*. Podstatou je mobilizace *n. trigeminus*, která umožní lepší přístup do střední lebeční jámy (4, 5). Tento postup lze rozšířit protětím tentoria, což ještě rozšíří získaný koridor do střední lebeční jámy.

Retrosigmoideální cesta umožňuje časnou identifikaci hlavových nervů (*n.* VII, *n.* VIII, *n.* V, *n.* IV). Vlastní tumor často zvětšuje manipulační prostor v mostomozečkovém úhlu, neboť nádor zpravidla dislokuje VII. a VIII. nerv kaudálně a V. nerv směrem kraniálně. *N. abducens* je naopak málokdy v počátku operace identifikován.

Přístup pak může být komplikován lokalizací *v. petrosa*, kterou Rhoton označuje jako horní petrózní žilní komplex drénující žilní krev do *sinus petrosus superior* (6).

Tato žíla je umístěna v oblasti *n. trigeminus* a v některých situacích se nelze vyhnout jejímu přerušení. Ohledně přerušení *v. petrosa* se stále vedou diskuze. Samii nespatřuje v přerušení riziko. Tvrdí, že komprese lézí již stačila na to, aby se vyvinul kolaterální oběh (7). Naproti tomu řada neurochirurgů popisuje komplikace v podobě venózní infarzace (6).



Obrázek 8. *Znázornění pomyslné přístupové cesty při dosažení patologie v oblasti angulus pontocerebellaris (zdroj: informační systém PACS FNOL)*

5.2 Indikace

Jak již bylo uvedeno výše, retrosigmoideální kraniotomie je přístupovou cestou k tumorům v oblasti mostomozečkového koutu a v oblasti mozkového kmene, které vyrůstají z hlavových nervů, tvrdé pleny, mozkové tkáně a ze struktur spánkové kosti (8). Diferenciální diagnózu tumorů v mostomozečkovém koutu shrnuje tabulka 1.

Další velmi častou diagnózou, jež je řešena z retrosigmoideální kraniotomie, je operační řešení neurovaskulárních konfliktů, z nichž nějčastější je bezesporu neuralgie *n.* V. Schwannom *n.* VIII (neurinom akustiku) je nejvíce zastoupeným tumorem v oblasti mostomozečkového koutu a představuje přibližně 75 % veškerých tumorů. Meningeomy jsou druhou nejčastější patologií, jejich původ bývá v okolí *meatus acusticus internus* (nejčastěji před meatem), dále na tentoriu, klivu a ve *foramen jugulare* (8).

Epidermoid a schwannomy ostatních hlavových nervů jsou třetí a čtvrté nejčastější nádory mostomozečkového koutu. Metastázy představují pouze 1 % expanzí v této oblasti.

Do mostomozečkového koutu se též propagují nádory z oblasti IV. mozkové komory, jako jsou ependymomy a papilomy choroidální pleteně. V malém procentu se vyskytují i chordomy, lipomy, paragangliomy a netumorózní expanze (arachnoideální cysta a vertebrobazilární dolichoektázie) (8).

Tabulka 1. *Přehled expanzí v mostomozečkovém koutu*

Typ expanze	Procento všech expanzí koutu
schwannom *n.* VIII	75 %
meningeom	8–10 %
epidermoid	5 %
arachnoideální cysta, vertebrobazilární dolichoektázie	2–4 %
ostatní schwannomy hlavových nervů	2–4 %
ependyom, plexus papilom	1 %
metastázy	1 %
paragangliom, lipom, chordom	1 %

5.2.1 Schwannom *n.* VIII

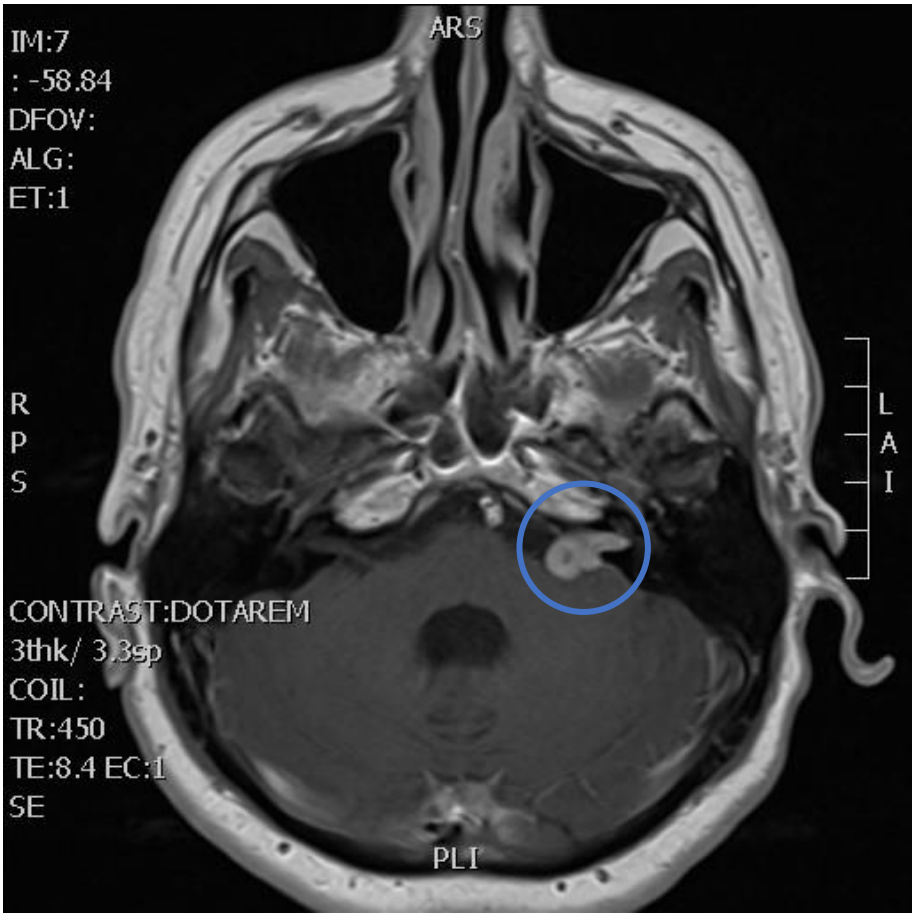
Jedná se o benigní, pomalu rostoucí nádory vyrůstající ze Schwannových buněk (*schwannocyti, neurolemmocyti*) z oblasti tzv. Obersteinerovy-Redlichovy zóny (*zona transitionis radicum nervorum*), tedy úseku nervového kořene v subarachnoideálním prostoru, jenž je přechodem mezi oligodendroglií a Schwannovými buňkami. Tyto tumory mají původ v periferní části *pars superior et inferior n. vestibularis* a velmi vzácně v *n. cochlearis*. Tvoří přibližně 10 % všech primárních intrakraniálních tumorů, 75 % tumorů mostomozečkového koutu a 90 % intrakraniálních schwannomů (9).

Symptomy zahrnují zejména poruchy sluchu, tinnitus, vertigo a vzácně léze jiných hlavových nervů. V konečném důsledku mohou vést až k rozvoji intrakraniální hypertenze a skončit smrtí pacienta.

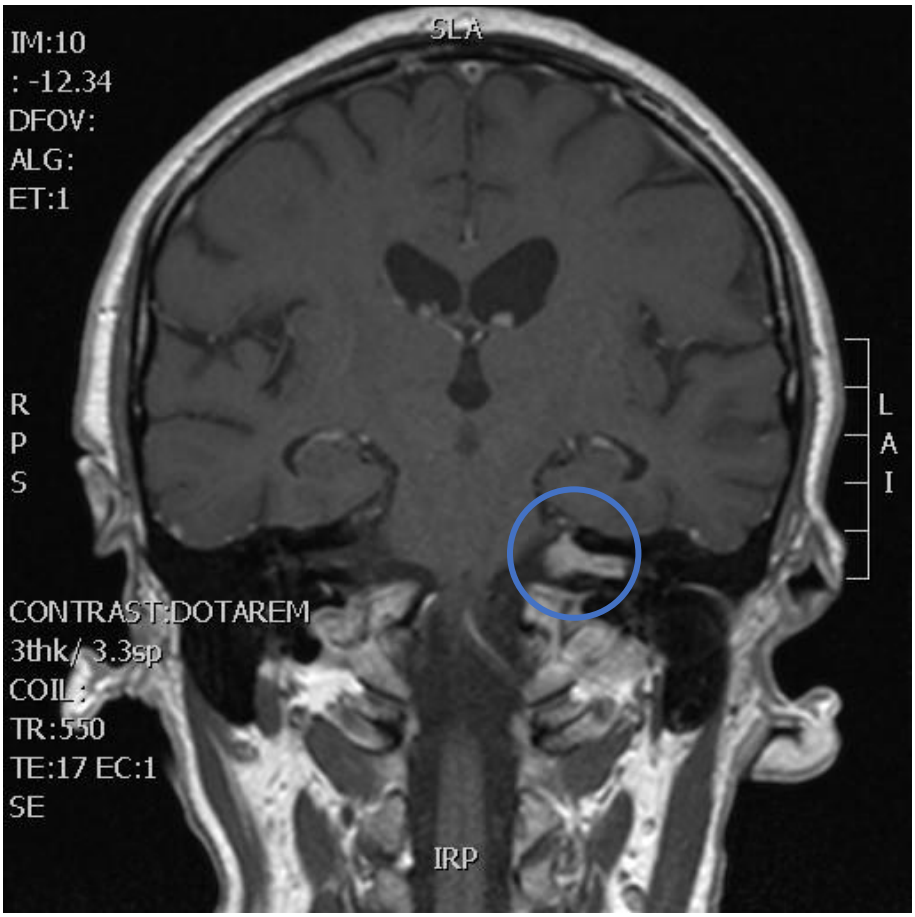
Terapeutické možnosti závisejí na několika faktorech (velikost tumoru, symptomy a přidružené komorbidity) a zahrnují chirurgické odstranění, radiochirurgické řešení a observaci („watch and wait“). Vzhledem k jejich histologické povaze a pomalému růstu je observace metodou volby u oligosymptomatických tumorů velikosti do 25 mm (10, 11). Velký význam pro terapii schwannomů má radiochirurgie, zejména u nádorů, jejichž rozsah nepřesahuje 30 mm (12, 13). Mikrochirurgie patří ke zlatému standardu a je indikována zejména u velkých tumorů s postupnou deteriorací sluchu a v případě progrese potíží způsobené růstem nádoru (10, 13).

Podle extenze se schwannom *n.* VIII dělí na tyto skupiny:

- **T1 –** pouze intrameatální lokalizace,
- **T2 –** intra-extrameatální lokalizace (Obrázek 9, 10),
- **T3a –** schwannom vyplňuje *cisterna cerbellopontina*,
- **T3b –** schwannom se šíří k mozkovému kmeni,
- **T4a –** mozkový kmen je komprimován (Obrázek 11),
- **T4b –** mozkový kmen je dislokován a je komprimována IV. mozková komora.



Obrázek 9. *MR mozku v axiální rovině s kontrastní látkou v T1 – vážených sekvencích ukazuje schwannom n. VIII vlevo s intra-extrameatální lokalizací (zdroj: informační systém PACS FNOL)*



Obrázek 10. *MR mozku v koronární rovině s kontrastní látkou v T1 – vážených sekvencích ukazuje schwannom n. VIII vlevo s intra-extrameatální lokalizací (zdroj: informační systém PACS FNOL)*

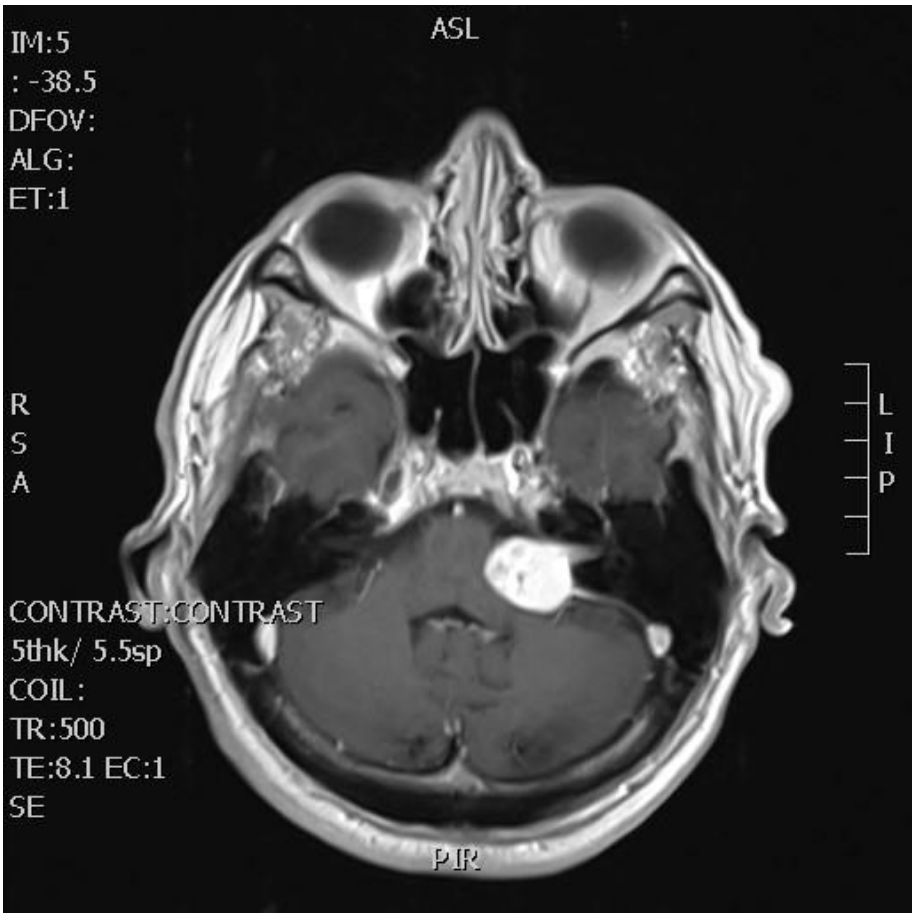
Mikrochirurgie zahrnuje při resekci schwannomů tyto přístupy:

- retrosigmoideální,
- translabyrintový,
- přístup přes střední lebeční jámu.

Retrosigmoideální přístup umožňuje kompletní odstranění tumoru jakékoliv velikosti s potenciálem zachování sluchu. Jeho hlavní nevýhodou je retrakce mozečku (14, 15).

Translabyrintový přístup je indikován u pacientů, u nichž již není zachován žádný užitečný sluch a u rozsáhlých tumorů (16, 17).

Přístup skrz střední lebeční jámu je určen pro nádory, které jsou limitované na intrameatální rozsah, popřípadě s minimální extenzí do mostomozečkového koutu s cílem zachovat sluch. Nevýhodou tohoto přístupu je nutnost retrakce spánkového laloku (18).



Obrázek 11. *MR mozku T1 – vážených sekvencích ukazuje schwannom n. VIII vlevo s kompresí mozkového kmene (zdroj: informační systém PACS FNOL)*

5.2.2 Mikrovaskulární dekomprese pro neuralgii *n.* V

Neuralgie *n.* V je nejčastěji popisována jako paroxyzmální bolest obličeje s incidencí 5/100 000 obyvatel. Ženy bývají postiženy častěji než muži, a to v poměru 1,6 : 1. První záchvat pozorujeme zpravidla po 40. roce života. Ataky bolesti jsou náhlé, kruté, velmi intenzivní, lokalizované do jedné nebo více větví *n. trigeminus*. Většinou u nich chybí vegetativní doprovod. Prakticky vždy je možné identifikovat spouštěč („trigger"), kterým bývá velmi často mluvení, čištění zubů apod. (19, 20).

Při diagnóze neuralgie *n.* V musí být splněna přesná kritéria (69):

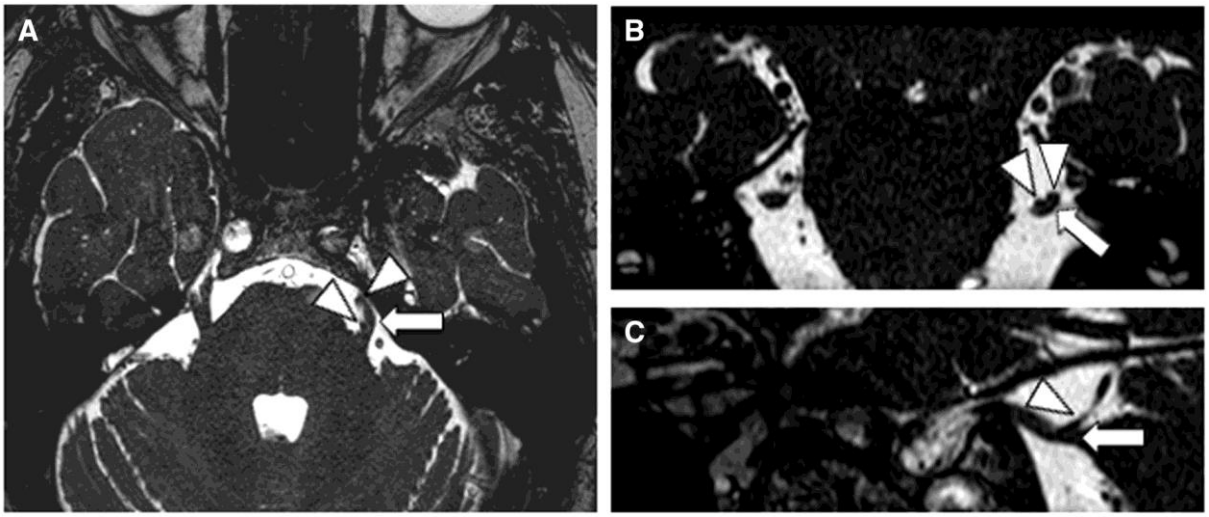
1. Bolest je lokalizovaná do distribuční zóny *n.* V, nejčastěji do 2. nebo 3. větve.
2. Trvání bolesti je od několika sekund do 2 minut.
3. Bolest je silné intenzity, různé kvality s typickou spouštěcí aktivitou („trigger").
4. Mezi jednotlivými atakami je pacient asymptomatický.
5. Normální neurologický nález.
6. Všemi dostupnými metodami je vyloučena jiná příčina bolestí v obličeji.

Existuje celá řada klasifikací v závislosti na etiologii. Nejvíce využívanou je pak klasifikace z roku 2003 (22):

- Idiopatická NT1 – ostrá, šokující bolest, která má typické intervaly mezi atakami.
- Idiopatická NT2 – tento typ se vyznačuje protrahovaným výskytem potíží více než v 50 % času, bolest je nejčastěji pálivého charakteru v distribuční zóně *n.* V. V menší míře může být přítomná i epizodická záchvatovitá bolest.
- Trigeminová neuropatická a deaferentační bolest, jež se vyskytuje u pacientů, kteří mají v anamnéze poranění v oblasti obličeje, stomatologický či stomatochirurgický výkon nebo jiný druh chirurgického výkonu, který mohl vést k poranění *n.* V.
- Postherpetická a symptomatická neuralgie *n.* V, jež bývá asociována s diagnózou roztroušené sklerózy (RS).
- Atypická obličejová bolest.

Z praktického hlediska můžeme neuralgii *n.* V rozdělit dle klasifikace Cruccu et al. (21) z roku 2016 na:

1. Klasickou neuralgii *n.* V, u níž je *n. trigeminus* při svém výstupu z kmene komprimován průběhem cévy, což lze často predikovat na základě magnetické rezonance (MR) (Obrázek 12).
2. Sekundární neuralgii, která má vyvolávající příčinu v některém neurologickém onemocnění, typicky u RS či tlakem tumoru v oblasti mostomozečkového koutu.
3. Idiopatickou neuralgii, jejíž příčinu se nepodaří objasnit.



Obrázek 12. *Klasická neuralgie n. V – znázornění neurovaskulárního konfliktu vlevo s probíhající a. cerebelli superior (zdroj: informační systém PACS FNOL)*

Ve většině případů je příčinou neuralgie trigeminu vaskulární komprese vláken *n. trigeminus* bezprostředně po výstupu z mozkového kmene. Jedná se zpravidla o *a. cerebelli superior* (SCA) nebo její větve, méně často se na kompresi podílí *a. cerebelli inferior anterior* (AICA) v rámci megadolichovertebrobazilární anomálie či *v. petrosa* (22, 23, 24).

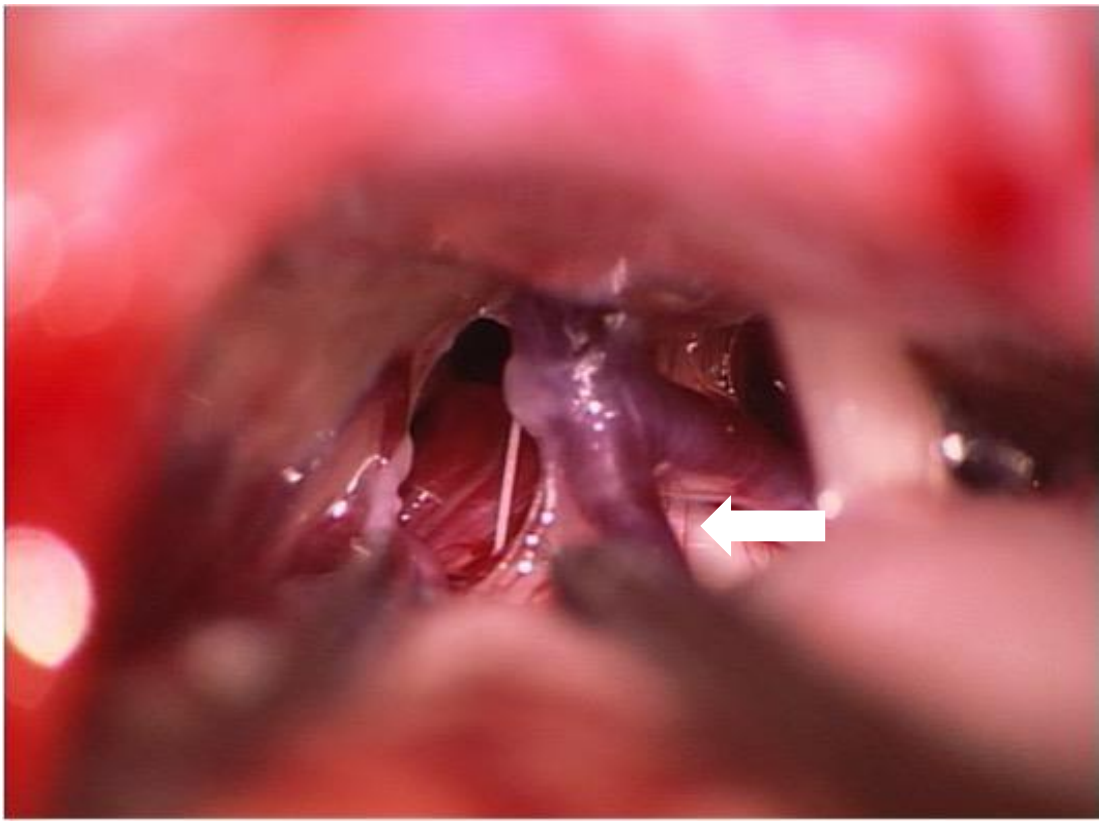
Etiopatogeneze vzniku bolesti doposud nebyla zcela přesně vysvětlena. Velmi pravděpodobně hrají rozhodující úlohu pulzace komprimující cévy, které vedou k segmentové demyelinizaci s rozvojem efaptických zkratů mezi sousedními axony. Dochází tak k patologickému přenosu podráždění a běžný taktilní podnět se tak stává bolestivým vjemem. Stejným mechanizmem lze vysvětlit rozvoj sekundární neuralgie u nemocných s RS (25, 26).

Diagnostika zahrnuje MR, která prokáže či vyloučí vaskulární kompresi nebo jinou příčinu. Mezi terapeutické možnosti patří farmakologická a neurochirurgická, popřípadě radiochirurgická léčba. U farmakologické terapie se rozlišuje akutní a profylaktická. Při akutní léčbě se využívají běžná analgetika či nesteroidní antigflogistika, při těžkých bolestech opioidní látky.

Při profylaktické léčbě se užívá zejména karbamazepin. Účinek těchto farmak však s časem klesá a má i celou řadu nežádoucích účinků (27).

Mezi další možnosti patří glycerolové injekce, radiochirurgie (gamma nůž) a radiofrekvenční rhizotomie či perkutánní balónková komprese (28, 29, 30). Gamma nůž má efektivitu od 30 % do 80 %, avšak doba nástupu účinku je od 1 do 2 měsíců a riziko parestézií či dysestézií je od 3 % do 54 % (31).

Zlatým standardem v léčbě neuralgie je mikrovaskulární dekomprese (Obrázek 13, 14), která jak již bylo uvedeno dříve, byla popsána Dandym a popularizována Janettou. Principem této techniky je vyřazení neurovaskurárního konfliktu pomocí teflonové vaty, která zamezí pulzující cévě atakovat periferní část hlavového nervu při výstupu z kmene. Tato léčba je v rukou zkušeného neurochirurga velice účinná, jak je shrnuto v tabulce 3. Nicméně může vést k velmi vážným život ohrožujícím komplikacím.



Obrázek 13. *Znázornění intimního kontaktu cévy v. petrosa s nervem, která je adhezemi pevně fixována k periferní části n. V (zdroj: autor)*

Obrázek 14. *Vyřazení neurovaskulárního konfliktu teflonovou vatou (zdroj: autor)*

5.2.3 Vlastní soubor

Retrospektivně jsme hodnotili soubor 50 pacientů, kteří trpěli typickou symptomatikou neuralgie *n. trigeminus*, 31 žen (62 %) a 19 mužů (38 %) operovaných v období 2006–2015 technikou mikrovaskulární dekomprese. Průměrný věk se směrodatnou odchylkou byl 59,2 ± 13,0 let.

Sledovanými parametry byla úspěšnost léčby, kterou jsme hodnotili při prvním pooperačním vyšetření 7 dní po mikrovaskulární dekompresi (MVD). Jako úspěšnou léčbu jsme považovali stupeň 1 a stupeň 2.

Hodnotící škála pooperčních bolestí:

- 1 – kompletní regrese potíží ihned po operaci;
- 2 – postupná kompletní regrese potíží do kontroly, bez analgetik či antiepileptik;
- 3 – potíže výrazně menší, chronická medikace vysazena;
- 4 – potíže mírnější, avšak při užívání analgetika či antiepileptika, nebo obojí;
- 5 – bez úlevy po operaci.

Mezi další sledované parametry patřil typ neurovaskulárního konfliktu, tedy přítomnost žíly, tepny či obou těchto cévních struktur atakující *n. trigeminus* a přítomnost *v. emissaria mastoidea*, které bylo zdrojem významného krvácení při operačním přístupu.

Všechny údaje byly získány retrospektivně z operačních protokolů.

5.2.3.1 Výsledky vlastního souboru

Tabulka 2. *Znázornění četnosti výskytu jednotlivých stupňů bolesti v pooperačním období*

Stupeň bolesti	Četnost (n)	Výskyt (%)
1	36	72,0
2	9	18,0
3	2	4,0
4	2	4,0
5	1	2,0
Celkem	50	100,0

Tabulka 3. *Typ neurovaskulárního konfliktu*

Neurovaskulární konflikt	Četnost (n)	Výskyt (%)
arteriální	13	26,0
arteriální i venózní	33	66,0
venózní	4	8,0
Celkem	50	100,0

Provedli jsme srovnání se studiemi, které byly publikovány a jsou uvedeny v databázi PubMed v době od 1. 1. 2000 do 1. 1. 2015. Jako klíčová slova jsme zvolili trigeminal neuralgia, microvascular decompression, neurovascular conflict.

Celkově bylo nalezeno 122 článků. Některé byly vyřazeny pro nedostatečný rozsah souboru a nedostatek relevantních dat.

Našim kritériím vyhovovalo celkem 26 článků obsahující data 6847 pacientů, kteří podstoupili MVD pro neuralgii *n.* V (Tabulka 4). Poměr mezi muži a ženami byl 1 : 1,14; levá versus pravá strana 1 : 1,6; průměrný věk pacientů činil 60,9 let (31–82 let).

Jako úspěšnou léčbu jsme hodnotili kompletní vymizení obtíží. V některých studiích, které byly zaměřeny pouze na kompresi žílou, je uvedeno ve sloupci (Atakující céva) pouze "V".

Údaje jsme seřadili ve sloupcích v pořadí příjmení prvního autora, období sledování, velikost souboru, a poměr mužů a žen, atakující céva, úspěšnost léčby.

Tabulka 4. *Přehled výsledků studií*

Studie	Rok	Období	Soubor		Atakující céva	Úspěšnost (%)
Broggi	2000	1990–1998	146	(75 : 71)	A 51,4 %,V 13,1 %, A+V 35,6%	85 %
Lee	2000	1988–1998	393	(64 : 329)	V	81,3 %
Chen	2000	1985–1996	89	(55 : 34)	A 75 %, V 25 %	88,8 %
Delitala	2001	1996–2001	34	(nesp.)	A + V	87,5 %
Sindou	2002	1979–2002	579	(273 : 306)	SCA, AICA, BA, V	76,1 %
Ishikawa	2002	1979–2000	53	(nesp.)	SCA 82 %, V 8,4 %, nesp. 9,6 %	84,9 %
Kalkanis	2003	1996–2000	1326	(nesp.)	nesp.	nesp.
Ashkan	2004	1991–2001	40	(20 : 20)	A + V	94,1 %
Li	2004	2000–2002	62	(19 : 43)	SCA, AICA, V	51,6 %
Pamir	2006	1986–2004	90	(48 : 42)	A 92 %, V 8 %	96,7 %
Sindou	2006	1983–1999	362	(nesp.)	SCA 74,3 %, AICA 6,1%, SCA +AICA 16,3 %	80 %
Revuelta	2006	1984–2004	668	(nesp.)	nesp.	nesp.
Zhong	2008	2000–2006	407	(109 : 208)	V	91,4 %
Sandell	2008	2008–2006	135	(64 : 71)	A 39,3 %, V 18,5 %, A+V 37,8 %, nesp. 4,4 %	77,3 %
Kabatas	2009	1993–2006	62	(30 : 32)	SCA 33,9 %, AICA 3,2 %	95,2 %
Sindou	2009	1983–1999	330	(165 : 165)	SCA 77 %, AICA 8 %, SCA + AICA 17 %	80 %
Bond	2010	1994–2009	119	(61 : 58)	SCA 61 %, AICA 8 %, SCA + AICA 8 %	90 %
Hong	2011	2008–2009	15	(1 : 14)	V	60 %
Chakravarthi	2011	2008–2010	40	(15 : 25)	A + V	92,5 %
Zhong	2011	2007–2009	9	(5 : 4)	AICA, PICA, VA	77,8 %
Sekula	2011	2007–2008	36	(11 : 25)	A 33,3 %, V 52,8 %	86,1 %
Koopman	2011	2002–2004	87	(nesp.)	nesp.	nesp.
Kondo	2012	2006–2011	54	(nesp.)	neps.	70 %
Zhong	2012	2002–2011	1274	(nesp.)	SCA 41 %, AICA 29 %, V 35 %, PICA 9 %, VA 6 %	88,3 %
Sandel	2013	1999–2009	243	(98 : 145)	nesp.	90,3 %
Zhang	2013	2001–2005	154	(nesp.)	A + V	84 %

Vysvětlení zkratek: *A – arteria, AICA – arteria cerebelli inferior anterior, nesp. – nebylo specifikováno, PICA – arteria cerebelli inferior posterior, SCA – arteria cerebelli superior, V – vena, VA – arteria vertebralis.*

Dílčí závěr

Námi zjištěná úspěšnost léčby (90 % pacientů se stupněm 1 a 2 dle hodnotící škály úspěšnosti léčby) technikou MVD přináší výsledky srovnatelné s dostupnou literaturou. Dále, jak plyne z peroperačních nálezů, vzniká neurovaskulární konflikt častěji na podkladě komprese tepnou, nejčastěji *arteria* (*a.*) *cerebelli superior*. Přítomnost *vv. emissariae*, které si vynutily pozornost operatéra, byly zaznamenány v 6 případech (z 50 operovaných pacientů, tedy ve 12 %), v jednom z těchto případů se jednalo o 3 krvácející emisária a v jednom se jednalo o značně krvácející spojku, jež byla na předoperačním CT mozku identifikována jako *v. emissaria mastoidea* širší než 7 mm.

5.3 Předoperační management

Předoperační vyšetření před plánovanou retrosigmoideální kraniotomií zahrnuje:

- standardní laboratorní vyšetření,
- EKG,
- RTG srdce a plic,
- zhodnocení celkového zdravotního stavu pacienta.

Zejména při operacích schwannomů *n.* VIII je důležité předoperační audiografické vyšetření sluchu.

Předoperační vyšetření MR s či bez přítomnosti gadolinia nám poskytuje informace o velikosti, směru růstu tumoru a vztahu k ostatních anatomickým strukturám. Především je nutné mít jasnou představu o lokalizaci *sinus sigmoideus*, *sinus transversus* a o poloze *bulbus superior venae jugualris internae*.

CT, zejména HRCT, spánkové kosti nám umožňuje získat dostatek informací o strukturách spánkové kosti, pneumatizaci *processus mastoideus* či přítomnosti *vv. emissariae*.

5.4 Specifika anestézie

Anestézie sehrává zcela zásadní roli při intrakraniálních operačních výkonech. Tyto obecné postupy jsou velmi podobné u však operací tumorů mozku:

- po úvodu do anestézie zajištění arteriální linky k monitoraci invazivního krevního tlaku;
- prevence hluboké žilní trombózy;
- podání ATB profylaxe a kortikosteroidů;
- v době kožního řezu aplikace 20% Manitolu;
- hyperventilace pacienta k $EtCO_2$ 28 mmHg;
- lumbální drainage – ve většině případů není nutná, adekvátní relaxace mozku bývá dosažena hyperventilací, podáním kortikosteroidů a otevřením likvorových cest (v našem případě *cisterna cerebellomedullaris posterior*);
- důležitou poznámkou je pak vynechání svalové relaxace kvůli monitoraci *n.* VII.

5.5 Polohování pacienta

Při retrosigmoideální kraniotomii využíváme několik základních poloh:

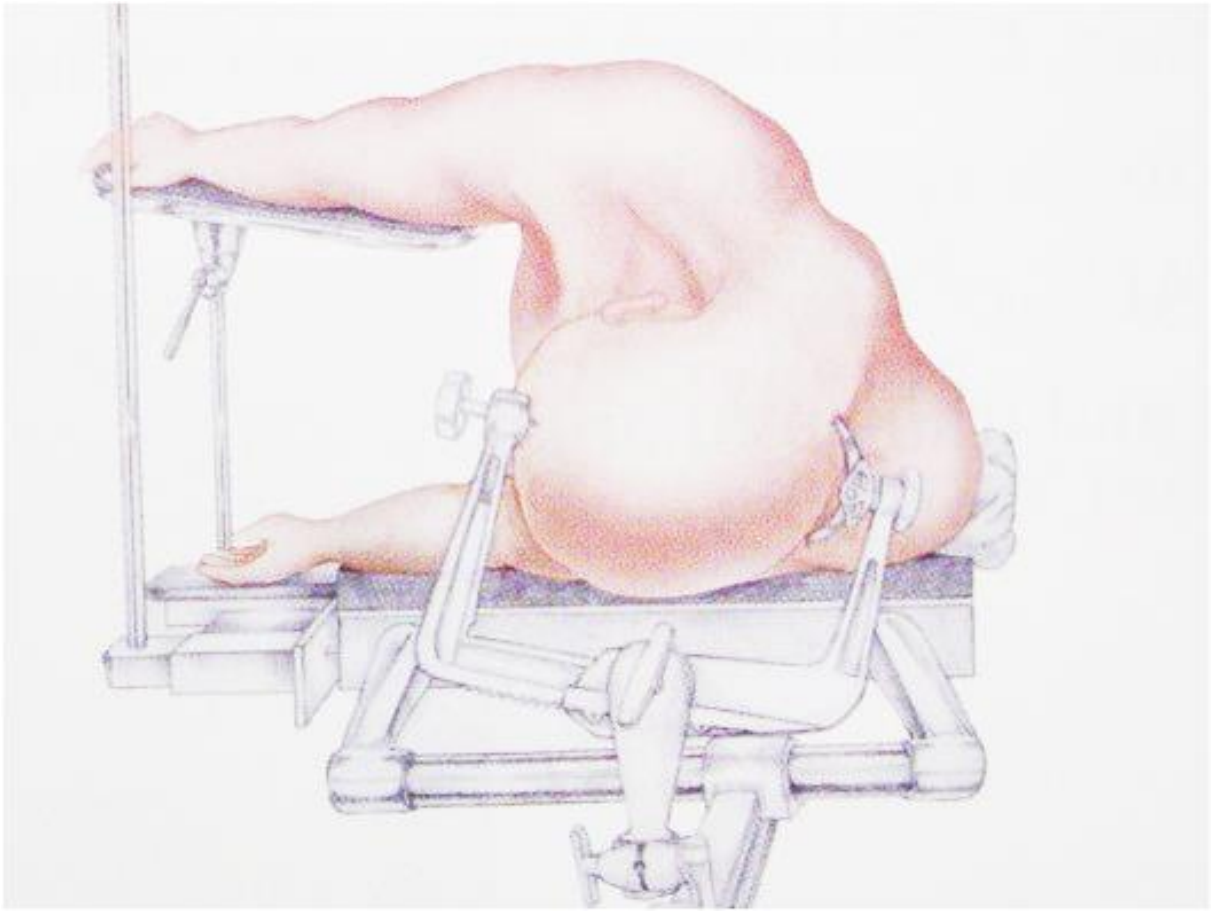
- supinační (Obrázek 14),
- poloha tzv. typu parkové lavičky („park bench“) (Obrázek 15),
- polohy vsedě a polosedě.

Na našem pracovišti je nejvíce využívaná supinační poloha s vytočenou hlavou, která je upnutá ve 3bodové Mayfieldově svorce a s podloženým ramenem ipsilaterálně ke straně patologické léze. Hlava musí být vytočena šetrně s ohledem na habitus pacienta a zároveň je nutné vyhnout se extenzivní rotaci krční páteře, která může být zvláště u starších pacientů nebezpečná.

Některá pracoviště hojně využívají polohu vsedě a polosedě a deklarují jejich bezpečnost (32, 33). Nevýhodou této polohy je riziko vzduchové embólie hrozící při poranění žil a splavů kvůli negativnímu podtlaku, který aktivně nasává vzduch.

Podmínkou této polohy je předoperační vyloučení *foramen ovale pattens*, které může být zdrojem tragické paradoxní embolizace. Nejdůležitějším předpokladem klinicky symptomatické vzduchové embólie je spolu s prevencí poranění žilních struktur především časný záchyt počínající embolizace (34). Optimalizace operační polohy zvýšením polohy dolních končetin a udržováním pozitivního centrálního žilního tlaku a pozitivního tlaku na konci expiria (PEEP) patří mezi doplňková opatření (35). Nezbytnou podmínkou této polohy je zavedení centrálního žilního katetru do pravé srdeční síně pro eventuální odsátí nahromaděného vzduchu. Nejjednodušší metodou detekce, která však odhalí již manifestní vzduchovou embólii, je fenomén mlýnského kola snímaný fonendoskopem z prekordia (36).

Obrázek 15. *Supinační poloha s hlavou upnutou ve 3bodové Mayfieldově svorce (zdroj: autor)*



Obrázek 16. *Poloha „park bench" (zdroj: Color atlas of microneurosurgery, Koos/Spetzler, 1993)*

5.6 Technické provedení

Po pečlivém oholení operačního pole na operačním sále následuje orientace podle několika referenčních bodů: *porus acusticus externus*, *inion*, *processus mastoideus*.

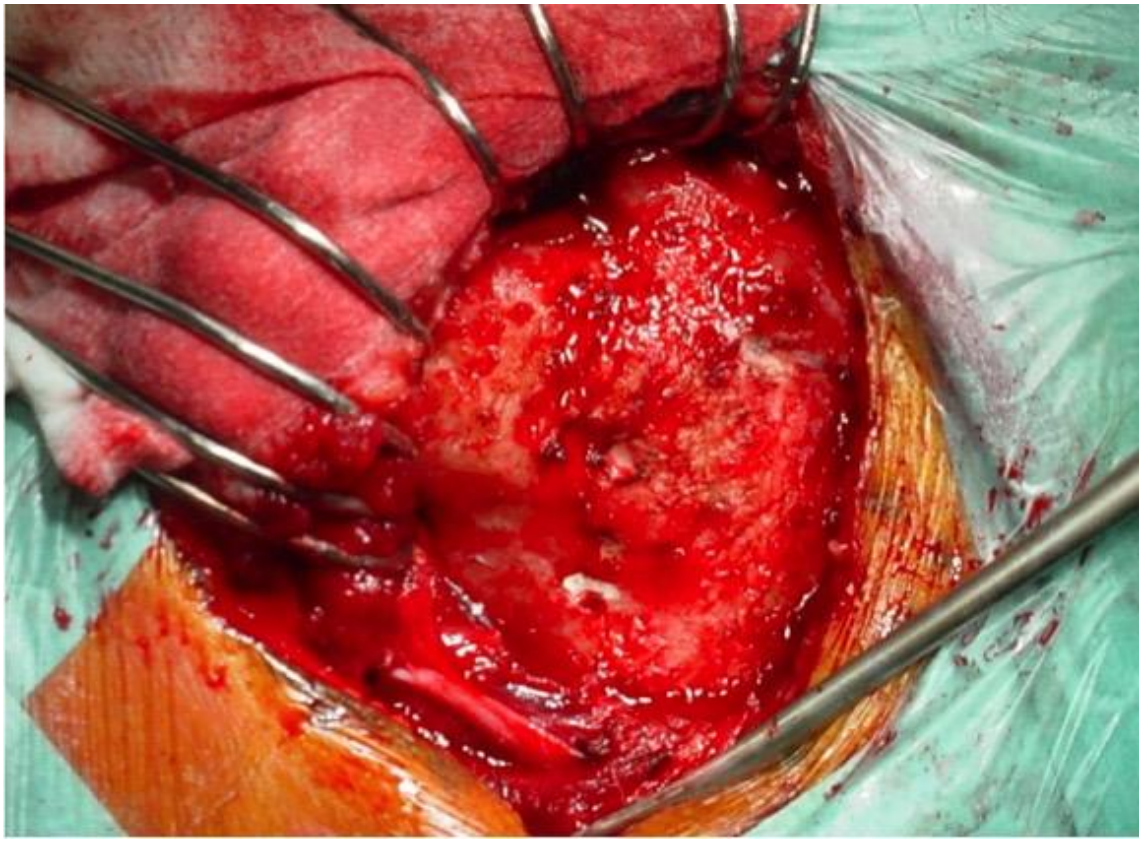
Průběh *sinus sigmoideus* je ohraničen zadním okrajem *processus mastoideus*.

Průběh *sinus transversus* je vymezen pomyslnou spojnicí *inion* s *porus acusticus externus. Asterion* je pomyslnou spojnicí *sinus transversus* a *sinus sigmoideus*, je však obtížné peroperačně tuto strukturu identifikovat.

Rozsah plánované kraniotomie je přibližně 3–3,5 cm. Řez je iniciálně veden ve tvaru písmene C přibližně 4,5 cm od *porus acusticus externus*. Lineární incise v tomto případě není vhodná z důvodu obtížné retrakce kůže dorzálním směrem. Je důležité rozsah incize realizovat až za mediální rozsah plánované kraniotomie z důvodu lepší expozice.

Po celou dobu preparace je nutné mít na paměti probíhající *n. occipitalis major* a *n. occipitalis minor* (Obrázek 17). Při poranění těchto struktur se u pacientů může v pooperačním období rozvinout cefalea a neuropatické bolesti. Při protětí *fascia nuchae* a svalů při expozici dolního okraje týlní kosti a oblasti C1 je nutné předejít poranění *a. vertebralis*, jež může být zdrojem významného krvácení.

Po obnažení kosti je důležité získat dostatečnou expozici pomocí háčků a dosáhnou dalších důležitých orientačních bodů, v našem případě *incisura digastrica*.

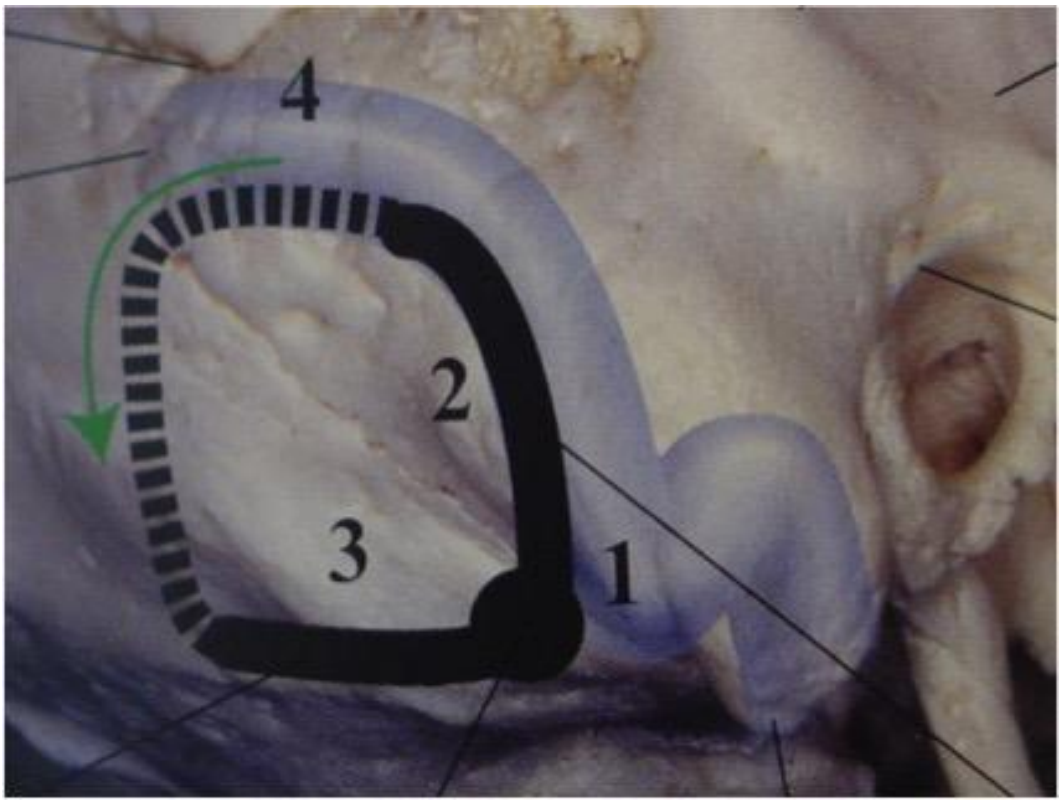


Obrázek 17. *Intaktní n. occipitalis major (zdroj: autor)*

Dalším krokem je obnažení *sinus sigmoideus* a *sinus transversus* pomocí vysokoobrátkové frézy či vrtačky s diamantovým vrtákem. Iniciální návrt je umístěn medio-kaudálně do předpokládaného spojení *sinus sigmoideus* a *sinus transversus*. Jakmile identifikujeme tvrdou plenu, pokračujeme laterokraniálně, dokud bezpečně nemáme spojení *sinus sigmoideus* a *sinus transversus*.

Poté pokračujeme v broušení kaudálním směrem, cílem je expozice okraje *sinus sigmoideus*.

Tato část kraniotomie může být nebezpečná pro pevnou adherenci tvrdé pleny (Obrázek 18).

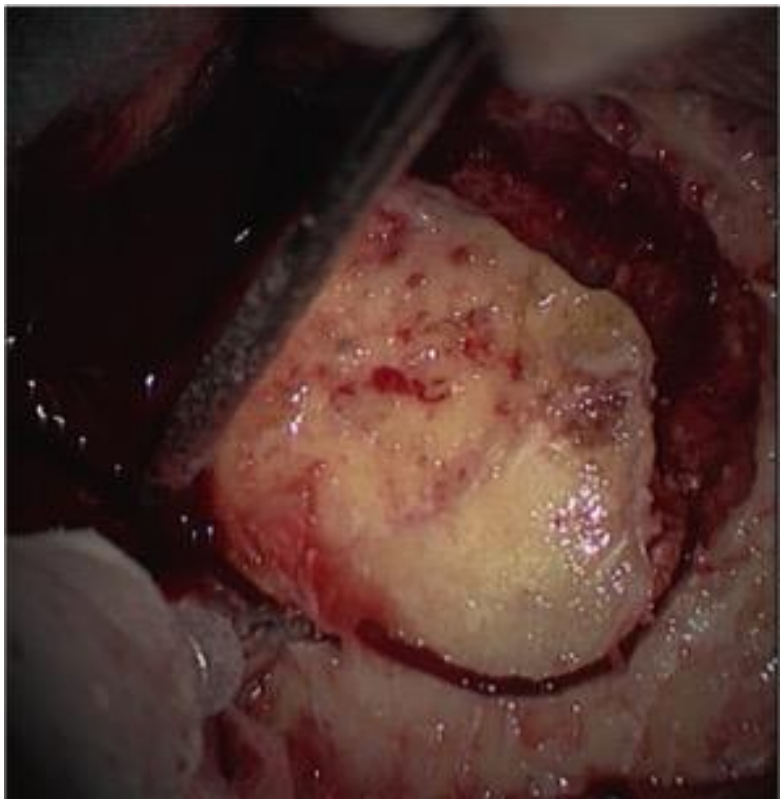


Obrázek 18. *Jednotlivé kroky při realizaci retrosigmoideální kraniotomie (zdroj: Color atlas of microneurosurgery, Koos/Spetzler, 1993)*

Vysvětlení zkratek: *1 – iniciální návrt, 2 – obnažení junkce mezi sinus sigmoideus a sinus tranversus, 3 – bezpečné obnažení tvrdé pleny pomocí diamantového vrtáku, 4 – dokončení kraniotomie kraniotomem.*

Jakmile máme okraje důležitých splavů pod kontrolou, můžeme opatrně odseparovat tvrdou plenu od kosti a dokončit kraniotomii kraniotomem (Obrázek 19). Velmi často bývá nezbytné rozšířit rozsah kraniotomie směrem kaudálním pro lepší přístup do zadní lebeční jámy a tím pádem snadnější dosažení *cisterny cerebellomedullaris posterior*. Všechny pneumatizované části *processus mastoideus*, které byly při kraniotomii otevřeny, by měly být ošetřeny kostním voskem.

Tvrdá plena je iniciálně otevřena drobnou horizontální incizí v kaudální části, abychom se vyhnuli případné herniaci mozečku. Nyní při sklopeném operačním mikroskopu, který míří kaudálně, pronikáme do laterálního výběžku *cisterna cerebellomedullaris posterior*. Protětím pavučnice pod přímou zrakovou kontrolou evakuujeme likvor a postupně relaxujeme mozeček a získáváme tak přístup k jednotlivým patologiím, které již byly popsány výše.



Obrázek 19. *Dokončení kraniotomie po odseparování tvrdé pleny (zdroj: autor)*

5.7 Pooperační péče

Po všech intrakraniálních výkonech by měl být pacient hospitalizován na jednotce intenzivní péče (JIP), na níž jsou kontinuálně monitorovány neurologické a vitální funkce.

Ideální je elevace hlavy o 30 stupňů. Elevace má význam jak při snižování intrakraniálního tlaku, tak při minimalizaci rizika poperační likvorey a vzniku pseudocysty.

U pacientů, u nichž při operačním výkonu došlo k rozvoji parézy *n.* VII (stupeň 4–6 dle Housea a Breckmanna) je nutná instilace umělých slz jako prevence poškození rohovky (keratopatie). Krajním řešením je pak tarzorafie. Ta je indikována zejména u pacientů, u nichž se regrese parézy *n.* VII neočekává.

Deteriorace klinického stavu může být po operacích v zadní lebeční jámě velmi rychlá a neočekávaná, tudíž je nezbytné na jakékoliv zakolísání klinického stavu reagovat promptním zásahem a urgentím zobrazovacím vyšetřením k verifikaci případného krvácení, ichémie či rozvoje hydrocefalu (55).

5.8 Komplikace

5.8.1 Pooperační likvorea

Tato komplikace související s retrosigmoideální kraniotomií patří mezi nejčastější a v literatuře její zastoupení kolísá v mezích od 2 % do 30 % (37, 38, 39).

Etiologie likvorey může souviset s nedokonalým uzávěrem tvrdé pleny, poraněním pneumatizované kostní části *pars petrosa ossis temporalis* či při rozvoji hydrocefalu.

S etiologií souvisí logicky i prezentace likvorey – při nedokonalém uzávěru rány či tvrdé pleny se projeví prosakováním mozkomíšního moku mezi stehy v místě operační rány a při poranění pneumatizované kostní části jako rinorea. Zlatým standardem při diagnostice je v této chvíli HRCT spánkové kosti, které může prokázat otevřené pneumatizované části *v pars petrosa ossis temporalis* či vyplnění pneumatizované části *processus mastoideus* tekutinou. Vyloučení hydrocefalu je v této chvíli samozřejmostí.

Iniciálním opatřením je elevace hlavy, nasazení kompresního obvazu (pokud je přítomna podkožní likvorová pseudocysta), odlehčující lumbální punkce, popřípadě zavedení lumbální drenáže. Pokud i přes tato opatření likvorea neustává či se na CT prokáže pneumocefalus, je indikována operační revize s ošetřením otevřených sklípků voskem, kouskem svalu a pojištění tkáňovým lepidlem. Přítomnost hydrocefalu si může vynutit, po vyloučení meningitidy, zavedení ventrikulo-peritoneálního shuntu.

5.8.1.1 Dílčí diskuze

V literatuře se můžeme setkat s pojmem tzv. mediální likvorea a laterální likvorea (40). Mediální likvoreu se rozumí únik likvoru skrze otevřené sklípky *pars petrosa ossis temporalis* či skrz labyrint vnitřního ucha. Laterální likvoreu popisují jako únik likvoru ránou či rozvoj likvorové pseudocysty.

<u>Mediální likvorea</u>

Slattery et al. popisují vztah mezi výskytem likvorey a přístupovou cestou. Uvádí, že retrosigmoideální kraniotomie má riziko nejvyšší (15%), naopak nejnižší riziko má přístup přes střední lebeční jámu (5,7%) (41).

Brennan et al. uvádějí, že velikost tumoru hraje zásadní roli v pravděpodobnosti likvorey. Větší tumory znamenají vyšší riziko této komplikace (42).

Senna et al. ve své práci nedemonstrují žádný vztah mezi mediální likvoreou a translabyrintovým přístupem (43).

<u>Laterální likvorea</u>

Práce Manguse et al. uvádí, že typ přístupu hraje roli při vzniku laterálního typu likvorey. Prezentují, že únik likvoru z rány se objevil u 54 % operovaných z translabyrintového přístupu, v 68 % u retrosigmoideálního přístupu a u 70 % pacientů operovaných přes střední lebeční jámu (44).

5.8.2 Meningitida

Pooperační meningitida je dobře známou a obávanou komplikací chirurgie lebeční báze a neurochirurgie vůbec.

Ačkoliv mortalita není vysoká, časná diagnóza a léčba jsou zcela zásadní (43, 45). Riziko meningitidy se rapidně zvyšuje při rozvoji pooperační likvorey, a to z 3 % na 14 % (46). Celá řada prací tento fakt potvrzuje (47, 48). Prevencí tak zůstává precizní operační technika, uzavírání operační rány, profylaktické podávání ATB a zodpovědný management pooperační likvorey.

5.8.3 Cefalea

Incidence chronické cefaley v pooperačním období se v literatuře pohybuje ve velmi širokém rozmezí od 0 % do 73 % v závislosti na chirurgickém přístupu (49, 50, 51).

Z repertoáru přístupů, které se využívají, je retrosigmoideální kraniotomie spojena s nejvyšším výskytem pooperačních bolestí hlavy (52). Původ těchto potíží není zcela jasný. Spekuluje se o několika možných příčinách. Mezi ně patří možný vznik adhezí mezi tvrdou plenou a svalovou či podkožní vrstvou, svalový spazmus či poškození *n. occipitalis minor* nebo *n. occipitalis major* (53).

5.8.4 Intrakraniální vaskulární komplikace

Cévní komplikace se při operacích vyskytující v oblasti zadní lebeční jámy nebo mohou mít po výkonech v této oblasti zcela fatální následky. Mezi tyto obávané komplikace patří zejména intracerebelární hematom, subdurální či epidurální hematom nebo ischémie mozečku či mozkového kmene. Hlavními příznaky nastupující intrakraniální hypertenze patří velmi rychlá deteriorace klinického stavu s následkem bezvědomí, rozvojem hemiparézy či hemiplegie, mydriázou, poruchou dýchání, bradykardií a systémovou hypertenzí. Rozpoznání kteréhokoliv z těchto příznaků by mělo vést k akutnímu provedení CT mozku a následné rychlé operační revizi.

Samii a Matthies prezentují vznik akutní hemorhagie ve 2,2 % a subakutní hemorhagie v 1,5 % (1). Sade et al. (54) uvádějí, že incidence vaskulárních komplikací je identická u translabyrintového i retrosigmoideálního přístupu a činí 2,7 %. Přístupy přes střední lebeční jámy mají vyšší riziko výskytu epidurálních hematomů.

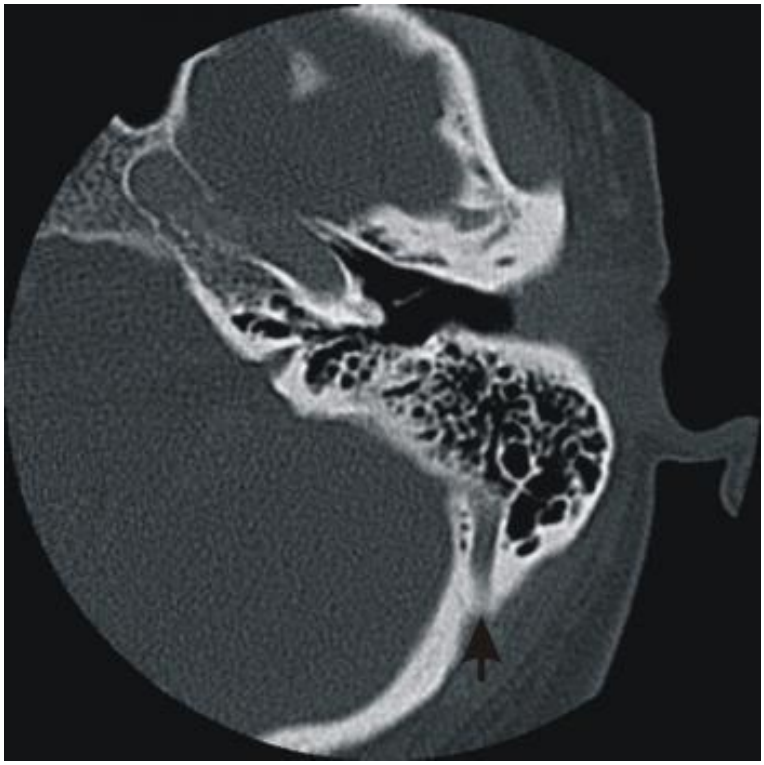
Poškození mozečku během operace může být způsobeno řadou faktorů, zejména nešetrnou retrakcí a manipulaci či porušením žilní drenáže. Těmto komplikacím se můžeme vyhnout opatřeními jako jsou šetrná chirurgická technika s otevřením cisteren a adekvátní relaxací mozečku či opatřeními ze strany anesteziologa, které byly uvedeny v předchozím textu.

V případě, že i přes všechna opatření dojde k mozečkové ischémii, kontuzi či intracerebelární hemorhagii, je nutná chirurgická intervece s evakuací hemorhagie, případně s resekcí malatické části mozečku. Neurodeficitu se je možné vyhnout při resekci až jedné třetiny mozečku (55).

Poškození mozkového kmene může být způsobeno poškozením cévních struktur.

Typická bývá například ztráta sluchu pro poranění *a. labyrinthi*, což je větev AICA, která leží v těsném kontaktu s komplexem VII. a VIII. hlavového nervu. Při poranění *a. cerebelli inferior posterior* (PICA) může vyústit ve Wallenbergův syndrom (55).

Vv. emissariae, zejména *v. emissaria mastoidea*, tvoří nenápadnou, ale potencionálně nebezpečnou strukturu (Obrázek 20). Blíže se této problematice budeme věnovat v kapitolách Anatomie (kapitola 6) a Neuroradiologie (kapitola 7) této práce. V literatuře jí není věnováno mnoho prostoru, přesto existuje několik publikací. Zajímavou kazuistiku uvádějí Hoshi et al., kteří zmiňující případ dvou pacientů, u kterých se vyskytla závažná komplikace v podobě mozečkové ischémie, z nichž jedna vedla ke smrti pacienta. Této raritní komplikaci předcházela koagulace *v. emissaria mastoidea*. Na základě tohoto sdělení je zřejmý význam zachování těchto žil během operace (57). Mezi další potencionální komplikace patří migrace kostního vosku, který je využíván ke kontrole krvácení během operace (56). Hadeshi et al. ve své práci prezentují skupinu 7 pacientů z celkového počtu 161 pacientů operovaných v letech 1983–1994 z retrosigmoideální kraniotomie. V těchto případech byla pooperačně prokázána při CT vyšetření přítomnost hypodenzní masy v ispilaterálním *sinus sigmoideus*. U dvou pacientů byla na magnetické rezonanční angiografii (MRA) prokázán kompletní uzávěr *sinus sigmoideus* a u zbývajících pěti pacientů pouze parciální obstrukce. Zajímavou skutečností je, že ani jeden z pacientů nejevil žádnou neurologickou deterioraci (56).



Obrázek 20. *HRCT spánkové kosti se zobrazením v. emissaria mastoidea ústící do sinus sigmoideus vlevo (zdroj: informační systém PACS FNOL)*

5.8.5 Poranění hlavových nervů

Hlavním cílem chirurgie lebeční báze je co nejvíce minimalizovat riziko pooperační morbidity pacientů. Nezbytná je dokonalá znalost anatomie příslušné oblasti, která navíc bývá často topograficky, díky patologiím, změněná. Mezi další aspekty uspokojivého pooperačního stavu patří zvládnutí mikrochirurgické techniky a precizní radiologické zobrazení.

Peroperační monitorovací elektromyografické techniky dnes již patří k základům neurochirurgie. Nejen že umožňují funkční zachování integrity hlavových nervů, ale také napomáhají orientaci v operačním terénu a urychlují vlastní operační výkon (36).

5.8.6 Metodika peroperační myografie hlavových nervů

Principem peroperační elektromyografické aktivity je snímání spontánní (SMA – spontaneous muscel acticity) a evokované elektrické odpovědi (CMAP – compound muscel action potential) svalu nebo skupiny svalů inervovaných příslušným nervem, její zesílení, eventuálně filtrace s následným zprostředkováním v grafické či zvukové podobě operatérovi nebo elektrofyziologovi. Snímání se provádí pomocí povrchových (subdermálních) či intramuskulárních elektrod. V praxi se nejvíce užívají jehlové nebo háčkové elektrody ve formě bipolární nebo unipolární. Odpověď získaná snímacími elektrodami se převádí do monitorovacího zařízení, v němž je zesílena, reprodukována a zprostředkována graficky nebo zvukovým výstupem (36).

Nejlépe a nejdéle známou je monitorace *n. facialis*. Je spojena s operacemi schwannomů *n.* VIII. Odpověď je v tomto případě snímána z *m. orbicularis oculi*, *m. orbicularis oris*, *m. mentalis* a *venter frontalis m. occipitofrontalis.*

5.8.6.1 Poranění *n. facialis*

I přes veškerou snahu a pokrok v mikrochirurgii existuje stále poměrně výrazné riziko pooperační parézy *n.* VII, a to zejména při chirurgii schwannomu *n.* VIII. Na tuto komplikaci má zásadní vliv velikost tumoru a zvolená přístupová cesta (58, 59). V literatuře se integrita funkce *n.* VII po operaci schwannomu *n.* VIII většího než 3 cm z retrosigmoideálního přístupu uvádí mezi 70–80 % (1, 60, 61).

V hodnocení poškození *n.* VII je celosvětově nejpoužívanější Houseova-Breckmannova klasifikace z roku 1985 rozdělující funkci do 6 stupňů (62):

- I. stupeň – norma.
- II. stupeň – mírná dysfunkce, slabost tváře evidentní jen při velmi dobré inspekci, lehké synkinézy, v klidu je obličej symetrický, oko se úplně dovírá s minimálním úsilím, mírná asymetrie úst, funkce čela je dobrá nebo jen lehce narušená.

- III. stupeň – střední dysfunkce, zjevná, ale nedoformující asymetrie obličeje, evidentní, ale ne těžké synkinézy, kontraktury a hemifaciální spazmus, v klidu normální symetrie a tonus, ztížený pohyb čela, úplné zavření oka s úsilím, ústa – slabost i při maximálním úsilí.
- IV. stupeň – nižší stupeň těžké dysfunkce, zjevná slabost a deformující asymetrie, v klidu normální symetrie a tonus, čelo se nepohybuje, neúplné zavření oka, zjevná asymetrie úst i při úsilí.
- V. stupeň – těžká dysfunkce, sotva postřehnutelný pohyb, v klidu asymetrie, žádný pohyb čela a jen velmi slabý pohyb úst, neúplné zavření oka.
- VI. stupeň – není žádný pohyb.

Ačkoliv se jedná o nejpoužívanější klasifikaci, bývá často napadána pro svou subjektivitu, pro nehodnocení funkce *n. intermedius* a pro nejednoznačné rozdíly mezi nižšími stupni. Je také nevhodná pro hodnocení reinervačních operací (36).

Chirurgická technika pro zachování intaktní funkce lícního nervu zahrnuje časnou identifikaci výstupu nervu z mozkového kmene a maximální šetrnost při odstranění intrameatální uložené části tumoru.

Při již vzniklé pooperační paréze lícního nervu může dojít k obnově funkční integrity pomocí anastomózy. Existuje řada typů anastomóz s využitím *n. accessorius* či *n. phrenicus* nebo *n. glossopharyngeus.*

Nejvíce výhod má však anastomóza s *n. hypoglossus* (*n.* XII–X), která má obecně lepší kosmetický efekt, poskytuje ochranu před rozvojem keratitidy. Nevýhodou však je možný rozvoj hemiatrofie jazyka a v některých případech hypertonus tváře (63).

Tato technika byla zdokonalena Mayem a Darrouzetem, kteří prosazovali tzv. end-to-side anastomózu, která eliminuje možný rozvoje hemiatrofie jazyka (64, 65).

5.8.6.2 Poranění ostatních hlavových nervů

Poškození ostatních hlavových nervů je spíše vzácné. Pooperační bolesti v oblasti tváře a ztráta korneálního reflexu mohou být důsledkem poškození *n. trigeminus*, v literatuře se uvádí, že tato komplikace se vyskytuje s četností 0–4,7 % (60, 66, 67, 68). Rovněž poškození *n. abducens* (VI) je poměrně vzácné.

Poškození nervů postranního smíšeného sytému – *n. glossopgaryngeus* (IX), *n. accessorius* (XI), *n. vagus* (X) – může být důsledkem odstranění rozsáhlého tumoru a rezultuje v možnou dysfagii a aspiraci. V některých případech je tak nezbytné dlouhodobě vyživovat pacienty nazogastrickou sondou, která působí preventivně proti možné aspiraci. Rehabilitace polykacího reflexu hraje v těchto případech velmi důležitou roli (40).

5.9 Literatura

(1) Samii M, Matthies C. Management of 1000 vestibular schwannomas (acoustic neuromas): surgical management and results with an emphasis on complications and how to avoid them. Neurosurgery 1997;40(1):11-21.

(2) Lang J Jr, Samii A. Retrosigmoidal approach to the posterior cranial fossa. An anatomical study. Acta Neurochir (Wien) 1991;111(3-4):147-53.

(3) Samii M, Tatagiba M. Neurosurgical aspects of tumors of the base of the skull. In:Youmans JR, editor. Neurological Surgery. 4rd ed. Philadelphia: WB Saunders; 1996. p. 3024-40.

(4) Samii M, Tatagiba M, Carvalho GA. Retrosigmoid intradural suprameatal approach to Meckel's cave and the middle fossa: surgical technique and outcome. J Neurosurg 2000;92(2):235-41.

(5) Seoane E, Rhoton AL Jr. Suprameatal extension of the retrosigmoid approach: microsurgical anatomy. Neurosurgery 1999;44(3):553-60.

(6) Tanriover N, Abe H, Rhoton AL Jr, Kawashima M, Sanus GZ, Akar Z. Microsurgical anatomy of the superior petrosal venous complex: new classifications and implications for subtemporal transtentorial and retrosigmoid suprameatal approaches. J Neurosurg 2007;106(6):1041-50.

(7) Samii M, Tatagiba M, Carvalho GA. Resection of large petroclival meningiomas by the simple retrosigmoid route. J Clin Neurosci 1999;6(1):27-30.

(8) Sameš M, Vachata P, Zolal A., Radovnicky T, Ceé J, Cihlář F. Chirurgie baze lební. Cesk Slov Neurol N 2013;76/109(4),402-424.

(9) Lanser MJ, Sussman SA, Frazer K. Epidemiology,pathogenesis, and genetics of acoustic tumors. Otolaryngologic Clinics of North America 1992;25(3):499-520.

(10) Myrseth E, Pedersen PH, Moller P, Lund-Johansen M. Treatment of vestibular schwannomas. Why, when and how? Acta Neurochirurgica 2007;149(7): 647-660.

(11) Zvěřina E. Neuronim akustiku – vestibulární schwannom – osobní pohled na nejmodernější postupy v jeho léčbě. Časopis Lékařů českých 2010;149:269-276.

(12) Somers T, Van Havenbergh T. Multidisciplinary management of vestibular schwannomas: state of the art, B-ENT 2012;8(4):235-240.

(13) Kondziolka D, Mousavi SH, Kano H, Flickinger JC, Lunsford LD. The newly diagnosed vestibular schwannoma: radiosurgery, resection, or observation? Neurosurgical Focus 2012;33(3):E8.

(14) de Freitas MR, Russo A, Sequino G, Piccirillo E, Sanna M. Analysis of hearing preservation and facial nerve function for patients undergoing vestibular schwannoma surgery: the middle cranial fossa approach versus the retrosigmoid approach-personal experience and literature review. Audiology and Neurotology 2012;17(2):71-81.

(15) Kutz JW Jr, Scoresby T, Isaacson B, Mickey BE, Madden CJ, Barnett SL, Coimbra C, Hynan LS, Roland PS. Hearing preservation using the middle fossa approach for the treatment of vestibular schwannoma. Neurosurgery 2012;70(2):334-341.

(16) Arriaga MA, Lin J. Translabyrinthine approach: indications, techniques, and results. Otolaryngologic Clinics of North America 2012;45(2):399-415.

(17) Brackmann DE, Green JD Jr. Translabyrinthine approach for acoustic tumor removal (Reprinted from Otolaryngologic Clinics of NA 1992;25:311-330) Otolaryngologic Clinics of North America 2008;19(2):251.

(18) Angeli S. Middle fossa approach: indications, technique, and results. Otolaryngologic Clinics of North America 2012;45(2):417-438.

(19) Olesen J, Steiner T. The International classification of headache disorders, 2nd edn (ICDH-II). J Neurol Neurosurg Psychiatry 2004;75:808-811.

(20) Singla S, Prabhakar V, Singla RK. Role of transcutaneous electric nerve stimulation in the management of trigeminal neuralgia. J Neurosci Rural Pract 2011;2:150.

(21) Cruccu G, Finnerup NB, Jensen TS, Scholz J, Sindou M, Svensson P, Treede RD, Zakrzewska JM, Nurmikko T. Trigeminal neuralgia: New classification and diagnostic grading for practice and research. Neurology 2016;87(2):220-8.

(22) Burchiel KJ. A new classification for facial pain. Neurosurgery 2003;53:1164-1167.

(23) Davidoff RA. Trigeminal neuralgia. In: Gilman S, editor. MedLink Neurology. San Diego: MedLink Corporation. Available ar www.medlink.com. Accessed January 2003.

(24) Goadsby PJ, Lipton RB. A review of paroxysmal hemicranias, SUNCT syndrome and other short-lasting headaches with autonomic feature, including new cases. Brain 1997;120: 193-209.

(25) Degn J, Brennum J. Surgical treatment of trigeminal neuralgia. Results from the use of glycerol injection, microvascular decompression, and rhizotomia. Acta Neurochir (Wien) 2010;152:2125-2132.

(26) Devor M, Amir R, Rappaport ZH. Pathophysiology of trigeminal neuralgia: the ignition hypothesis. Clin J Pain 2002;18:4-13.

(27) Lemos L, Alegria C, Oliveira J, Machado A, Oliveira P, Almeida A. Pharmacological versus microvascular decompression approaches for the treatment of trigeminal neuralgia: clinical outcomes and direct costs. J Pain Res 2011;4:233-44.

(28) Lee JK, Choi HJ, Ko HC, Choi SK, Lim YJ. Long term outcomes of gamma knife radiosurgery for typical trigeminal neuralgia-minimum 5-year follow-up. J Korean Neurosurg Soc 2012;51(5):276-280.

(29) Elaimy AL, Lamm AF, Demakas JJ, Mackay AR, Lamoreaux WT, Fairbanks RK, Pfeffer RD, Cooke BS, Peressini BJ, Lee CM. Gamma knife radiosurgery for typical trigeminal neuralgia: An institutional review of 108 patients. Surg Neurol Int 2013;4:92.

(30) Bozkurt M, Al-Beyati ES, Ozdemir M, Kahilogullari G, Elhan AH, Savas A, Kanpolat Y. Management of bilateral trigeminal neuralgia with trigeminal radiofrequency rhizotomy: a treatment strategy for the life-long disease. Acta Neurochir (Wien) 2012;154:785-792.

(31) Gorgulho A, De Salles AA, McArthur D, Agazaryan N, Medin P, Solberg T, Mattozo C, Ford J, Lee S, Selch MT. Brainstem and trigeminal nerve changes after radiosurgery for trigeminal pain. Surg Neurol 2006;66(2):127-135.

(32) Porter JM, Pidgeon C, Cunningham AJ. The sitting position in neurosurgery: a critical appraisal. Br J Anaesth 1999;82(1):117-28.

(33) Souders JE. Pulmonary air embolism. J Clin Monit Comput 2000;16(5-6):375-83.
Orebaugh SL. Venous air embolism: clinical and experimental considerations. Crit Care Med 1992;20(8):1169-77.

(34) Mirski MA, Lele AV, Fitzimmons L, Toung JK. Diagnosis and treatment of vascular air embolism. Anesthesiology 2007;106:164-77.

(35) Voorhies RM, Fraser RA, Van Poznak A. Prevention of air embolism with positive end expiratory pressure. Neurosurgery 1983;12:503-6.

(36) Vachata P. Mikrochirurgická topografická anatomie temporální kosti a transtemporálních přístupů k lební bazi. Disertační práce 2009.

(37) Fishman AJ, Hoffman RA, Roland JT, Lebowitz RA, Cohen NL. Cerebrospinal fluid drainage in the management of CSF leak following acoustic neuroma surgery. Laryngoscope 1996;106(8):1002-1004.

(38) Glasscock III ME, Kveton JF, Jackson CG. Asystematic approach to the surgical management of acoustic neuroma. Laryngoscope 1986;96(10):1088-1094.

(39) Becker SS, Jackler RK, Pitts LH. Cerebrospinal fluid leak after acoustic neuroma surgery: a comparison of the translabyrinthine, middle fossa, and retrosigmoid approaches. Otology and Neurotology 2003;24(1):107-112.

(40) Betka J, Zverina E, Balogova Z, Profant O, Skrivan J, Kraus J, Lisy J, Syka J, Chovanec M. Complications of microsurgery of vestibular schwannoma. Biomed Res Int 2014; 2014(3):315952.

(41) Slattery III WH, Francis S, House KC. Perioperative morbidity of acoustic neuroma surgery. Otology and Neurotology 2001;22(6):895-902.

(42) Brennan JW, Rowed DW, Nedzelski JM, Chen JM. Cerebrospinal fluid leak after acoustic neuroma surgery: influence of tumor size and surgical approach on incidence and response to treatment. Journal of Neurosurgery 2001;94(2):217-223.

(43) Sanna M, Taibah A, Russo A, Falcioni M, Agarwal M. Perioperative complications in acoustic neuroma (vestibular schwannoma) surgery. Otology and Neurotology 2004;25(3):379-386.

(44) Mangus BD, Rivas A, Yoo MJ et al. Management of cerebrospinal fluid leaks after vestibular schwannoma surgery. Otology and Neurotology 2011;32(9):1525-1529.

(45) Dubey A, Sung W, Shaya M et al. Complications of posterior cranial fossa surgery-an institutional experience of 500 patients. Surgical Neurology 2009;72(4):369-375.

(46) Selesnick SH, Liu JC, Jen A, Newman J. The incidence of cerebrospinal fluid leak after vestibular schwannoma surgery. Otology and Neurotology 2004;25(3):387-393.

(47) Allen KP, Isaacson B, Kutz JW, Purcell PL, Roland PS. The association of meningitis with postoperative cerebrospinal fluid fistula. Journal of Neurological Surgery Part B-Skull Base 2012;73(6):401-404.

(48) Kourbeti IS, Jacobs AV, Koslow M, Karabetsos D, Holzman RS. Risk factors associated with postcraniotomy meningitis. Neurosurgery 2007;60(2):317-325.

(49) Ryzenman JM, Pensak ML, Tew JM Jr. Headache: a quality of life analysis in a cohort of 1,657 patients undergoing acoustic neuroma surgery, results from the Acoustic Neuroma Association. Laryngoscope 2005;115(4):703-711.

(50) Pedrosa CA, Ahern DK, McKenna MJ, Ojemann RG, Acquadro MA. Determinants and impact of headache after acoustic neuroma surgery. American Journal of Otology 1994;15(6): 793-797.

(51) Cohen NL, Lewis WS, Ransohoff J. Hearing preservation in cerebellopontine angle tumor surgery: the NYU experience 1974–1991. American Journal of Otology 1993;14(5):423-433.

(52) Harner SG, Beatty CW, Ebersold MJ. Headache after acoustic neuroma excision. American Journal of Otology 1993;14(6):552-555.

(53) Ruckenstein MJ, Harris JP, Cueva RA, Prioleau G, Alksne J. Pain subsequent to resection of acoustic neuromas via suboccipital and translabyrinthine approaches. American Journal of Otology 1996;17(4):620-624.

(54) Sade B, Mohr G, Dufour J. Vascular complications of vestibular schwannoma surgery: a comparison of the suboccipital retrosigmoid and translabyrinthine approaches. Journal of Neurosurgery 2006;105(2):200-204.

(55) Elhammady MS, Telischi FF, Morcos JJ. Retrosigmoid approach: indications, techniques, and results. Otolaryngologic Clinics of North America 2012;45(2):375-397.

(56) Hadeishi H, Yasui N, Suzuki A. Mastoid canal and migrated bone wax in the sigmoid sinus: technical report. Neurosurgery 1995;36(6):1220-1223.

(57) Hoshi M, Yoshida K, Ogawa K, Kawase T. Hypoglossal neurinoma--two case reports. Neurol Med Chir 2000;40(9):489-493.

(58) Arriaga MA, Chen DA. Facial function in hearing preservation acoustic neuroma surgery. Archives of Otolaryngology-Head and Neck Surgery 2001;127(5):543-546.

(59) Jacob A, Robinson LL Jr, Bortman JS, Yu L, Dodson EE, Welling DB. Nerve of origin, tumor size, hearing preservation, and facial nerve outcomes in 359 vestibular schwannoma resections at a tertiary care academic center. Laryngoscope 2007;117(12):2087-92.

(60) Ebersold MJ, Harner SG, Beatty CW, Harper CM Jr, Quast LM. Current results of the retrosigmoid approach to acoustic neurinoma. Journal of Neurosurgery 1992;76(6):901-909.

(61) Jung S, Kang SS, Kim TS, Kim HJ, Jeong SK, Kim SC, Lee JK, Kim JH, Kim SH, Lee JH. Current surgical results of retrosigmoid approach in extralarge vestibular schwannomas. Surgical Neurology 2000;53(4):370-378.

(62) House JW, Brackmann DE. Facial nerve grading system. Otolaryngol Head Neck Surg 1985;93(2):146-147.

(63) Linnet J, Madsen FF. Hypoglosso-facial nerve anastomosis. Acta Neurochirurgica 1995;133(3-4):112-115.

(64) Darrouzet V, Martel J, Enée V, Bébéar J, Guérin J. Vestibular schwannoma surgery outcomes: our multidisciplinary experience in 400 cases over 17 years. Laryngoscope 2004;114(4):681-688.

(65) May M, Sobol SM, Mester SJ. Hypoglossal-facial nerve interpositional-jump graft for facial reanimation without tongue atrophy. Otolaryngology-Head and Neck Surgery 1991;104(6):818-825.

(66) Lanman TH, Brackmann DE, Hitselberger WE, Subi B. Report of 190 consecutive cases of large acoustic tumors (vestibular schwannoma) removed via the translabyrinthine approach. Journal of Neurosurgery 1999;90(4):617-623.

(67) Wiet RJ, Raslan W, Kazan RP, Herzon GD. Complications in the approach to acoustic tumor surgery. Annals of Otology, Rhinology and Laryngology 1986;95(1):28-31.

(68) Harner SG, Beatty CW, Ebersold MJ. Retrosigmoid removal of acoustic neuroma: experience 1978–1988. Otolaryngology-Head and Neck Surgery 1990;103(1):40-45.

(69) Headache Classification Committee of the International Headache Society (IHS). The international classification of headache disorders, 3rd edition (beta version). Cephalalgia. 2013;33(9):629-808.

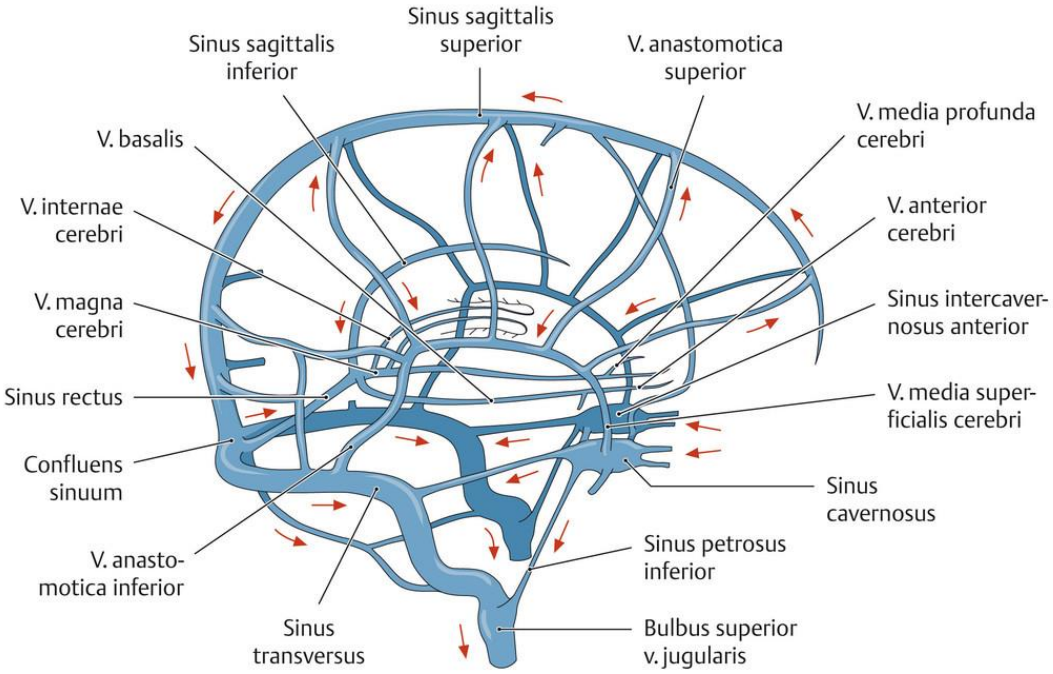
6 Anatomie

6.1 Anatomie žilního systému mozku

Hlavní žílou, která odvádí krev z mozku, je *v. jugularis interna* (Obrázek 21). Sbírá krev z lebeční dutiny, lebečních stěn, z vnitřního ucha, z očnice a podspánkové jámy, z obličeje, z měkkých lebečních pokrývek spánkové a čelní krajiny, z jazyka, ze štítné žlázy a z hrtanu. Žíly, které se přímo nebo prostřednictvím jiného žilního systému vlévají do *v. jugularis interna*, vytvářejí charakteristické skupiny podle oblastí, z nichž odvádějí krev (1).

V kraniokaudálním směru to jsou:

- *vv. cerebri* – mozkové žíly;
- *vv. meningeae* – plenové žíly z tvrdé mozkové pleny;
- *sinus durae matris* – nitrolebeční žilní splavy probíhající v tvrdé mozkové pleně;
- *vv. diploicae* – žíly v diploe kostí lebeční klenby;
- *vv. labyrinthi* – žíly z vnitřního ucha;
- *vv. emissariae* – spojky intrakraniálních a extrakraniálních žil, kterým se budeme věnovat podrobně v další kapitole (6. 2);
- *v. retromandibularis* – žíla sbírající krev z *plexus pterygoideus* cestou *vv. maxillares* a z měkkých lebečních pokrývek cestou *vv. temporales superficiales*;
- *vv. ophthalmicae* – žíly z oční koule a očnice;
- *vv. pharyngeae* – žíly z hltanu, sluchové trubice a krčních mandlí;
- *v. facialis;*
- *v. lingualis*;
- *v. thyroidea superior*;
- *v. thyroidea media;*
- *v. jugularis externa.*



Obrázek 21. *Schematické znázornění důležitých žilních struktur mozku*
(zdroj: neurology.needs.com*)*

6.1.1 *Venae cerebri*

Tyto žíly sbírají krev z povrchu i hloubi mozku a z cévních pletení mozkových komor. Probíhají nezávisle na mozkových tepnách a ústí do *sinus durae matris*. Žíly mozku lze dělit z praktického hlediska na žíly mozkového kmene a mozkových hemisfér.

Žíly mozkového kmene

- Žíly prodloužené míchy – odtékají do žil míchy, do *sinus occipitalis*, zepředu do *plexus basilaris*, jakož i do *sinus petrosus inferior* a do *plexus venosus canalis nervi hypoglossi*.
- Žíly pontu – vedou do *v. basalis*, do žil mozečku, do *plexus basilaris*, do *sinus petrosus inferior* a do *plexus venosus foraminis ovalis.*
- Žíly středního mozku – z přelehlé části mezimozku a z části dolní plochy čelního laloku se sbírají do *v. basalis* (Rosenthali), která vzniká na dolní ploše čelního laloku a v oblasti *substantia perforata anterior*, soutokem *v. cerebri anterior* a *v. cerebri media profunda*, obemyká *pedunculi cerebri*, přijímá větve z hypotalamu a z *fossa interpeduncularis* a vstupuje do začátku *v. cerebri magna*.
- Žíly mozečku – *vv. cerebelli superiores* sbírají krev z horní poloviny mozečku a ústí mediálně do *v. cerebri magna*, laterálně do *sinus transversus* a do *sinus petrosus superior. Vv. cerebelli inferiores* sbírají krev z dolní plochy mozečku. Ústí laterálně do *sinus petrosus superior*, *sinus transversus* a do *sinus sigmoideus*.

Žíly hemisfér koncového mozku spolu s částí žil mezimozku

- Povrchové žíly – jsou patrné na povrchu hemisféry a jsou to:
  - *Vv. cerebri superiores* na horní i boční ploše hemisféry. Jdou dorzokraniálně a ústí do *sinus sagittalis superior*.
  - *Vv. cerebri inferiores* na *facies inferior* hemisféry a na dolní laterální straně hemisféry. Ústí do *sinus petrosus inferior*, *sinus petrosus superior* a do *sinus transversus*.
  - *V. cerebri media superficialis* – leží na *ramus posterior sulci lateralis cerebri*, sbírá krev z vnější plochy hemisféry a ústí dopředu dolů do *sinus sphenoparietalis* nebo do *sinus cavernosus*. Kmen, který často spojuje tuto žílu s *vv. cerebri superiores*, se nazývá *v. anastomotica superior* (Trolardova žíla). Žilní kmen, kterým bývá *v. cerebri media superficialis* spojena po vnější ploše hemisféry dolů a dozadu se nazývá *v. anastomotica inferior* (Labbéova žíla), která ústí do *sinus transversus*.
  - *V. cerebri media profunda* – leží v hloubce *fossa cerebri lateralis*. Provází *a. cerebri media*. Odvádí krev z inzuly a z operkul. Má spojky s *v. cerebri media superficialis* a ústí do začátku *v. basalis*.
- Hluboké žíly – jsou uložené při horní ploše talamu a dále *fisura transversa cerebri* pod *splenius corporis callosi*.
  - *V. cerebri interna* – párová žíla, která je uložená na stropu III. mozkové komory (*tela choroidea ventriculi tertii*). Začíná vpředu na talamu soutokem tří žil *v. septi pellucidi anterior*, *v. choroidea superior* a *v. thalamostriata superior*, která je v úhlu mezi talamem a *nucleus caudatus*. *Vv. cerebri* pravé a levé strany se pod *splenium corporis callosi* spojují ve *v. cerebri magna* (*Galeni*), která je nepárová, dlouhá asi 1 cm, a směrem dozadu ústí do *sinus rectus*.

6.1.2 *Sinus durae matris*

Jedná se o široké žilní splavy probíhající v tvrdé mozkové pleně, mezi jejími původními dvěma listy, které v místě splavů, nesplynuly. List přivrácený k mozku představuje vlastní tvrdou plenu a list přiložený ke kosti odpovídá nitrolebečnímu periostu. Listy tvrdé pleny vystužují stěny splavů, které jsou tvořeny jen endotelem, kolem něhož je fibrilární vazivo. Ve splavech nejsou chlopně, v některých jsou rozepjaty vazivové, endotelem kryté trámce (*chordae* Willisi). Některé splavy vytvářejí otisk na kosti, po níž probíhají. *Sinus durae matris* tvoří dva systémy, oba vtékají do *foramen jugulare*, pod nímž ze strany ústí do *v. jugularis interna* (1).

Jeden systém jde po lebeční klenbě zepředu dozadu ve střední čáře a ve volném okraji *falx cerebri* k *protuberantia occipitalis interna* a odtud pokračuje na obě strany příčným obloukem po *os occipitale* a dále se esovitě stáčí až v *foramen jugulare*, v němž začíná *v. jugularis interna*.

Druhý systém začíná při zadním okraji malých křídel klínové kosti a po obou stranách *sella turcica* postupuje dozadu. Pokračuje jednak po dolním okraji skalní části spánkové kosti do *foramen jugulare* a do *v. jugularis interna*, jednak po horním okraji skalní části spánkové kosti a ústí do začátku *sinus sigmideus*, tedy do prvního systému (1).

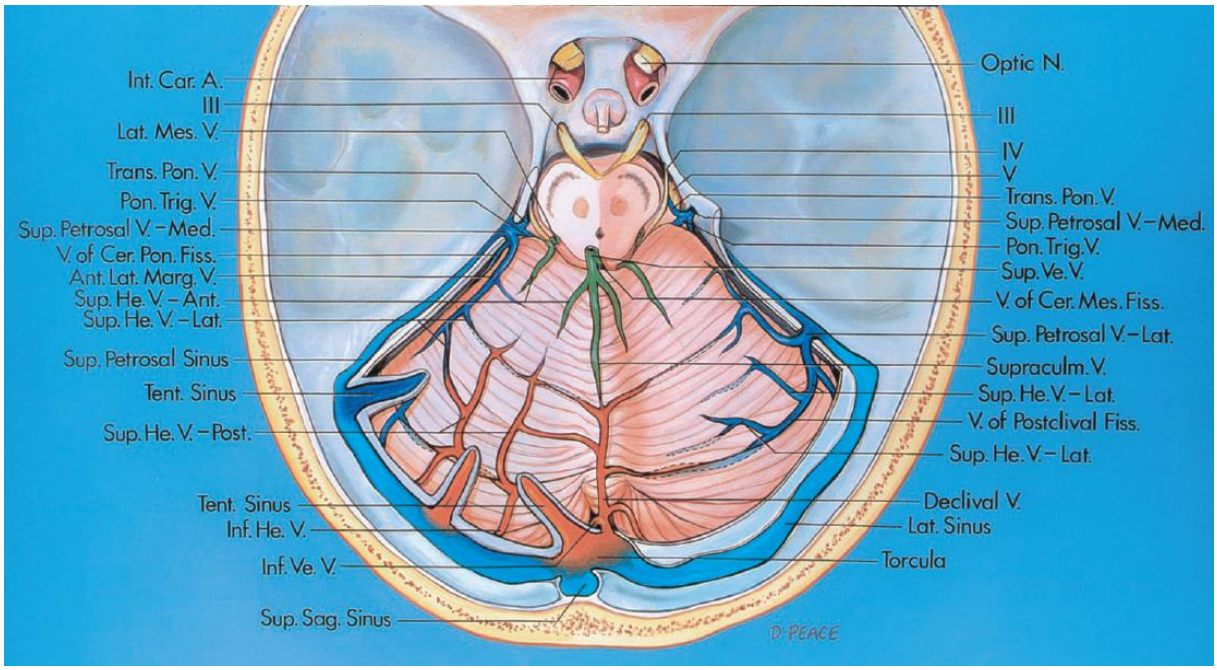
Sinus sagittalis superior – nepárový splav, který začíná od *foramen caecum* před *crista galli*, pokračuje ve střední čáře po vnitřní ploše lebeční klenby dozadu až k *protuberantia occipitalis interna*, u níž se zpravidla rozbíhá v pravý a levý *sinus transversus*. Na průřezu je trojhranný. Může být zdvojen. Ze *sinus sagittalis superior* vybíhají místy na obě strany i do kosti malé zýhyby zvané *lacunae laterales*. Do dutiny splavu a jeho lakun pronikají drobné klkaté výběžky pavoučnice a místy splavem pronikají až do kosti, v níž jsou zakotveny v drobných jamkách. Tyto výběžky se nazývají *granulationes arachnoideae* (Pacchioniho granulace).

Sinus sagittalis inferior – probíhá jako nepárový splav zpředu dozadu ve volném okraji *falx cerebri* až k místu, v němž se *falx cerebri* spojuje s transverzální řasou tvrdé pleny, zvanou *tentorium cerebelli.*

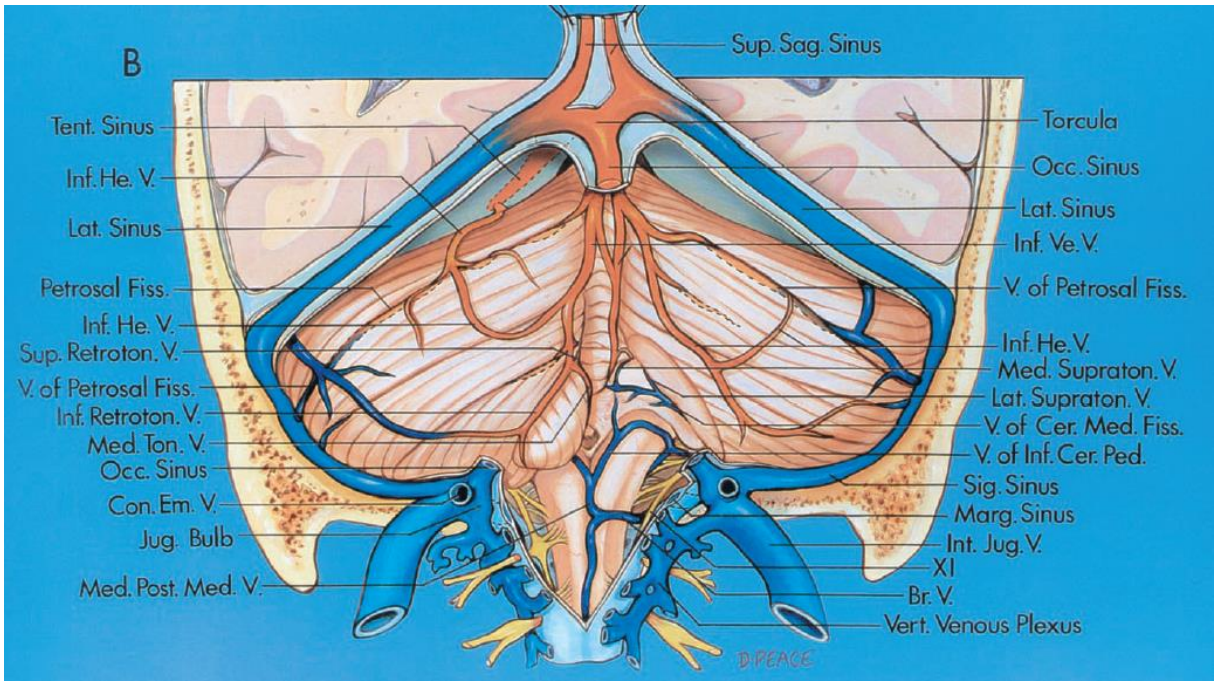
Sinus rectus – navazuje nepárově na *sinus sagittalis inferior* a jde v místě styku *falx cerebri* s *tentorium cerebelli* šikmo dozadu dolů k *protuberantia occipitalis interna*, u níž v místě *confluens sinuum* ústí do *sinus transversus* pravé či levé strany. Do *sinus rectus* vedle *sinus sagittalis inferior* ústí *v. cerebri magna.*

Sinus occipitalis – začíná kolem *foramen magnum* a jako nepárový splav stoupá po *crista occipitalis interna* od *foramen magnum* k *protuberantia occipitalis interna* a ústí do *confluens sinuum.*

Sinus transversus – jde jako párový splav od *protuberantia occipitalis interna* z *confluens sinuum* po *crista transversa* šupiny týlní kosti, na níž zanechává otisk – *sulcus sinus transversi* a pak přechází v *sinus sigmoideus* (Obrázek 22, 23). Pravý a levý *sinus transversus* bývají nestejně široké.



Obrázek 22. *Zobrazení důležitých žil v oblasti fossa cranii posterior (zdroj: Cranial anatomy and surgical approaches, A. Rhoton, 2003)*



Obrázek 23. *Žilní splavy v těsné souvislosti s retrosigmoideální kraniotomií (zdroj: Cranial anatomy and surgical approaches, A. Rhoton, 2003)*

Místo při *protuberantia occipitalis interna*, kam přitéká *sinus sagittalis superior*, *sinus rectus*, *sinus occipitalis* a odtud laterálně odtékají oba *sinus transversi*, se označuje jako *confluens sinuum* (soutok splavů). Tento termín vznikl podle původní představy, že se jedná o dutinu, do níž krev přitéká, a odtud se splavy příčně rozbíhají. Tento stav se však najde jen v 7 % případů. Norma

tedy představuje vzájemné propojení splavů, v němž *sinus sagittalis superior* přechází do *sinus transversi*, a podle toku krve se připojují *sinus occipitalis* a *sinus rectus.* Úprava je variabilní, většinou asymetrická, s převahou odtoku do *sinus transversus* pravé strany.

Sinus sigmoideus – pokračuje ze *sinus transversus* esovitým záhybem za přechodu ze šupiny týlní kosti na zadní plochu skalní části spánkové kosti a sestupuje do *foramen jugulare*, v němž vstupuje do *v. jugularis interna*. Z topografického hlediska je důležitá jeho poloha v těsném sousedství *cellulae mastoideae* středního ucha.

Sinus sphenoparietalis – je drobný variabilní párový splav po okrajích malých křídel klínové kosti. Probíhá k mediální straně a před vnitřním okrajem *fissura orbitalis superior* ústí dozadu do *sinus cavernosus.*

Sinus cavernosus – je párový splav probíhající dozadu po boku těla klínové kosti, od *fissura orbitalis superior* až ke hrotu skalní části spánkové kosti. Četnými trámci je rozdělen v dutinky vystlané endotelem. Splavem probíhá *a. carotis interna* (ihned po vstupu do lebeční dutiny) a v jeho boční stěně *n. oculomotorius*, *n. trochlearis*, *n. ophthalmicus*, a *n. maxillaris*; splavem mediálně rovněž probíhá *n. abducens*.

Sinus intercavernosi – jsou příčné spojky kavernózních splavů, před *fossa hypophysialis* a za ní.

Sinus petrosus inferior – pokračuje ze *sinus cavernosus* po dolním okraji skalní části spánkové kosti, do *foramen jugulare*, v němž vstupuje do *bulbus superior venae jugularis internae*.

Sinus petrosus superior – probíhá po horním okraji skalní části spánkové kosti, v místě úponu *tentorium cerebelli* a na skalní části spánkové kosti zanechává otisk. Spojuje *sinus cavernosus* dozadu se *sinus sigmoideus.*

Plexus basilaris – je žilní pleteň menších rozměrů na těle klínové a týlní kosti (na klivu). Spojuje *sinus cavernosi* obou stran a začátky obou *sinus petrosi inferiores* se *sinus marginales* (1).

6.1.3 *Venae diploicae*

Jsou žíly probíhající kraniokaudálně v *canales diploici* kostí lebeční klenby. Po vymizení švů přecházejí přes rozhraní jednotlivých kostí. Vyúsťují jednak do *sinus durae matris*, jednak do žil měkkých lebečních pokrývek.

- *V. diploica frontalis* – mediálně vpředu v šupině čelní kosti – ústí do *sinus sagittalis superior* a do *v. supraorbitalis*.
- *V. diploica temporalis anterior* – vpředu v šupině čelní kosti a ve spánkové krajině – ústí do *sinus sphenoparietalis* a do *v. temporalis profunda*.
- *V. diploica temporalis posterior* – v temenní kosti a vzadu ve spánkové krajině – ústí do *sinus transversus* a do *v. auricularis posterior*.
- *V. diploica occipitalis* – v šupině týlní kosti – ústí do *sinus transversus* a do *v. occipitalis*.

6.2 Venae emissariae

Sir Frederick Treves (1853–1923) (2):
„Kdyby neexistovaly emisární spojky, poranění a onemocnění skalpu, by byla pouze z poloviny tak vážná.“ (*If there were no emisary veins, injuriesand diseases of the scalp would lose half their seriousness.*)

Vv. emissariae jsou žilní spojky intrakraniálních a extrakraniálních žil, probíhající nezávisle na tepnách. Existují buď jako samostatné žíly nebo ve formě pletení (pouze na lebeční spodině), některé jsou napojené na systém *vv. diploicae* uvnitř plochých kostí lebeční klenby. Jako ostatní žíly jsou poměrně variabilní, přesto v jejich uspořádání a průběhu můžeme nalézt pravidla a definovat základní typy. Klinicky se jedná o často opomíjené a podceňované anatomické struktury.

Mezi *vv. emissariae* řadíme:

- *V. emissaria parietalis* – spojka ve *foramen parietale*, mezi *sinus sagittalis superior* a *vv. temporales superficiales*.
- *V. emissaria mastoidea* – spojka mezi *sinus sagittalis* a žilami drénujícími oblast *processus mastoideus.*
- *V. emissaria condylaris* – spojka v *canalis condylaris*, mezi *sinus sigmoideus* a žilní pletení na povrchu *plexus suboccipitalis*.
- *V. emissaria occipitalis* – nekonstantní spojka při *protuberantia occipitalis interna* mezi soutokem splavů (*confluens sinuum*) a *v. occipitalis*.
- *Plexus venosus canalis nervi hypoglossi* – žilní síť kolem *n. hypoglossus* v kanálu pro tento nerv. Spojuje *plexus marginalis* při *foramen magnum* s *v. jugularis interna*.
- *Plexus venosus foraminis ovalis* – žilní síť kolem 3. větve *n. trigeminus* skrze *foramen ovale* – spojuje *sinus cavernosus* s *plexus pterygoideus*.
- *Plexus venosus caroticus internus* – žilní síť v *canalis caroticus*, kolem *a. carotis interna* – spojuje *sinus cavernosus* s *plexus pterygoideus*.

Mezi další spojky, které jsou již podstatně méně často vytvořeny, patří *emissarium* procházející skrze tělo klínové kosti do *plexus pharyngeus* a další skrze *foramen venosum* (Vesalii) ve velkém křídlu klínové kosti ze *sinus cavernosus* do *plexus pterygoideus* (1, 3).

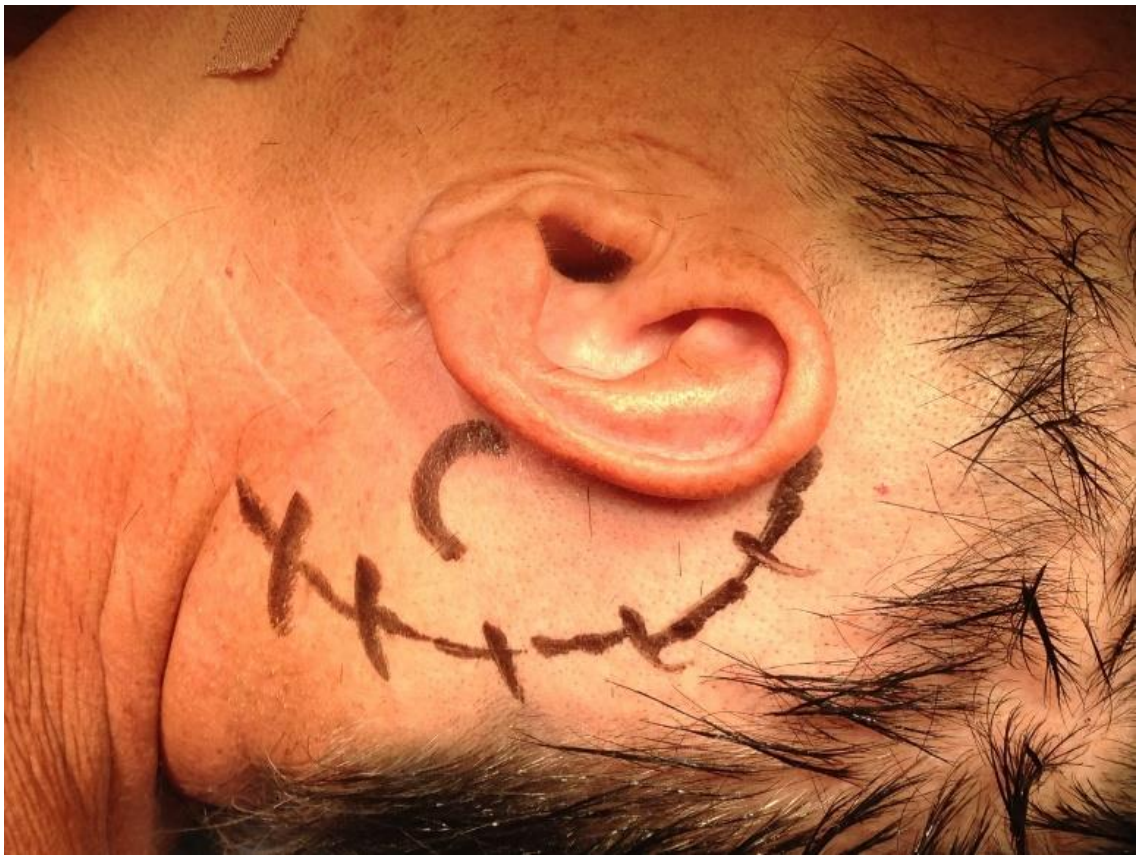
V případě *v. emissaria mastoidea* se jedná o spojku *sinus sigmoideus* a *plexus venosus suboccipitalis* procházející skrz *foramen mastoideum*, velmi variabilně umístěný otvor při zadním okraji *pars squamosa ossis temporalis*, a to její zadní části (*pars mastoidea*), nebo v *sutura occipitomastoidea*. Otvorem prochází společně s žilní spojkou také drobná tepna zásobující tvrdou plenu ve *fossa cerebri posterior*, *ramus meningeus arteriae occipitalis* (4).

Základní anatomické práce uvádějí umístění otvoru parasuturálně ve 40–50 % případů a zmiňují, že může chybět. Rovněž počet otvorů kolísá mezi 0–4 a není pravidlem, že každý otvor obsahuje cévu (5, 6, 7).

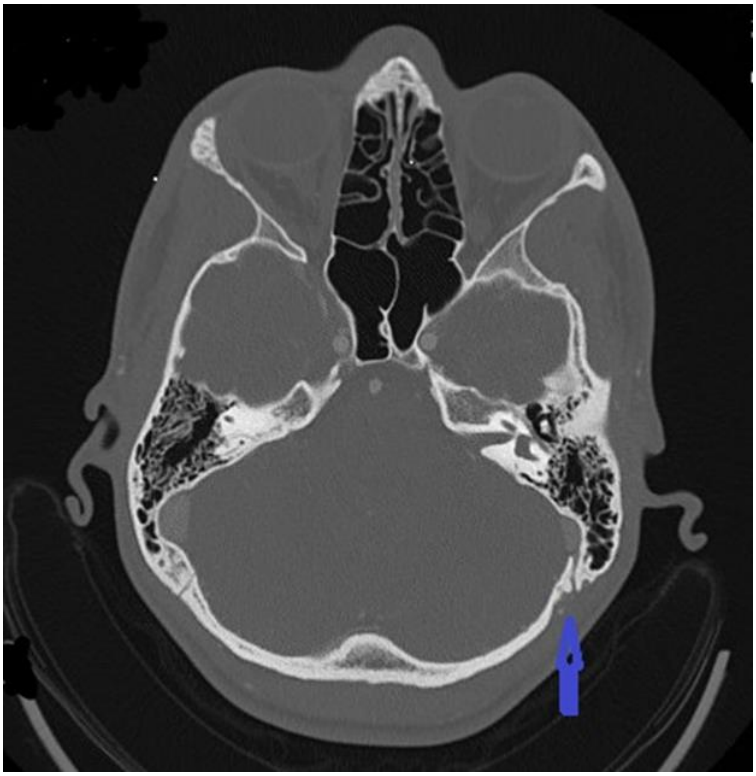
Za normálních okolností krevní průtok těmito žilami, které neobsahují chlopně, je pomalý a jeho směr je v drtivé většině případů z intrakraniálního do extrakraniálního řečiště (8). V případě intrakraniální hypertenze, hypoplázie či aplázie *vv. jugulares internae* se však tyto žilní spojky mohou stát vysokoprůtokovými cévními malformacemi, a být tak případným zdrojem obtížně kontrolovatelného krvácení (9).

V neurochirurgii se problematika *foramen mastoideum* a jeho *v. emissaria* dotýká zejména přístupů k lézím v oblasti zadní lebeční jámy a do *angulus pontocerebellaris*, tedy retrosigmoideálního přístup (Obrázek 24), transkondylárního přístupu a tzv. „far lateral" přístupu. Jedinou a nezbytnou možností k přesnému určení anatomických poměrů je dnes již naprosto standardní použití MR, jež je však pro problematiku zobrazení *vv. emissariae* nevhodná. Dále pak zobrazení CT v tenkých řezech, nejlépe v kostním okně, které nám umožní lépe vidět poměry pro „bezpečný" přístup (10) (Obrázek 25).

Při poranění *vv. emissariae* mohou nastat významné a potenciálně život ohrožující komplikace. Krvácení je poměrně běžné a v rukou neurochirurga je hemostázy dosaženo koagulací zdroje či aplikací kostního vosku. Obě metody však mohou paradoxně vést i k závažným komplikacím, např. migrací vosku s rizikem trombózy *sinus sigmoideus*, nebo vzácně s rizikem mozečkového infarktu (11, 12), vzduchovou embólií či šířením infekce do intrakraniálního prostoru jako komplikace akutní otomastoiditity projevující se otokem v oblasti *processus mastoideus* (Grisingerovo znamení) (11).



Obrázek 24. *Naznačení kožního řezu před plánovanou retrosigmoideální kraniotomií vlevo (zdroj: autor)*



Obrázek 25. *HRCT mozku v kostním okně, modrá šipka označuje v. emissaria mastoidea vlevo (zdroj: informační systém PACS FNOL)*

6.2.1 Materiál a metodika

Výskyt a uspořádání *foramen mastoideum* jsme studovali na lebkách, které pocházely ze sbírek anatomických ústavů Lékařské fakulty UP, všech tří lékařských fakult UK v Praze, Přírodovědecké fakulty UK a Národního muzea v Praze.

Všechny lebky byly bez přesného určení věku a byly rozděleny podle pohlavních znaků. Lebky, u kterých nebylo jisté určení pohlaví nebo u nichž byla zkoumaná lokalita zničená či obtížně hodnotitelná, byly ze souboru vyřazeny. Konečný počet lebek zahrnutých do studie byl 295. Hodnoceno bylo celkové množství 295 pravých stran a 294 levých stran, tedy dohromady 489 otvorů, z toho 197 lebek mužských, 98 lebek ženských.

Pro měření jsme použili několik typů tenkých sond s přesně stanovenou tloušťkou a elektronického posuvného měřidla se stupnicí na desetinu milimetru.

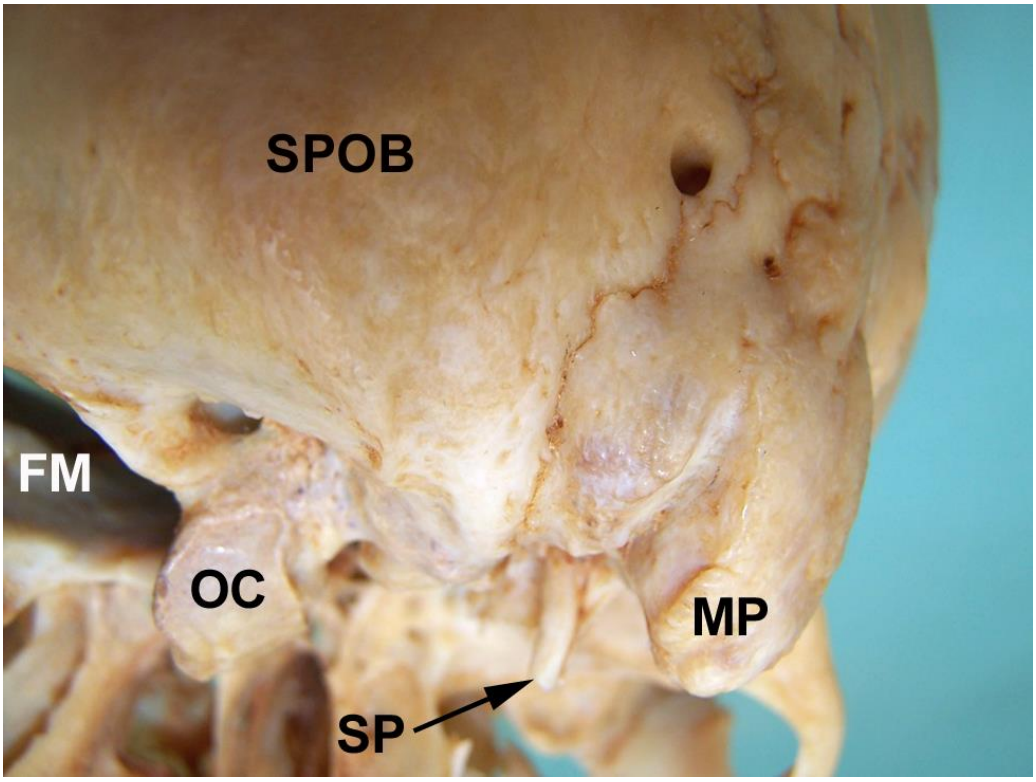
Předmětem našeho zájmu bylo několik parametrů:

- Zaprvé zjistit, zda existují rozdíly v zastoupení *foramen mastoideum* mezi muži a ženami.
- Zadruhé stanovit rozdíl mezi pravou a levou stranou obecně i u jednotlivých pohlaví zvlášť.
- Zatřetí ověřit celkový počet otvorů, tedy počet vnějších ústí na pravé i levé straně. Podle počtu ústí byla přítomnost *foramen mastoideum* klasifikována do 5 typů dle Louise (13):
  - typ I s jedním vnějším ústím (Obrázek 26),
  - typ II se dvěma vnějšími ústími,
  - typ III se třemi vnějšími ústími (Obrázek 27),
  - typ IV se čtyřmi vnějšími ústími,
  - typ V bez znatelného vnějšího ústí.
- Začtvrté provést metrickou studii, která zahrnovala následující parametry:
  - průměr vnějšího ústí,
  - počet a průměr vnitřního ústí,
  - délka kanálu (mezi vnějším a vnitřním ústím, měřená pomocí flexibilního tenkého drátku),
  - dále vzdálenosti obou ústí od anatomicky přesně definovaných struktur či jejich spojnic.

Mezi jasně definované struktury jsme zahrnuli *foramen magnum*, vrchol *processus mastoideus* a *asterion* a jejich vzdálenosti k *foramen mastoideum*. (Obrázek 28).

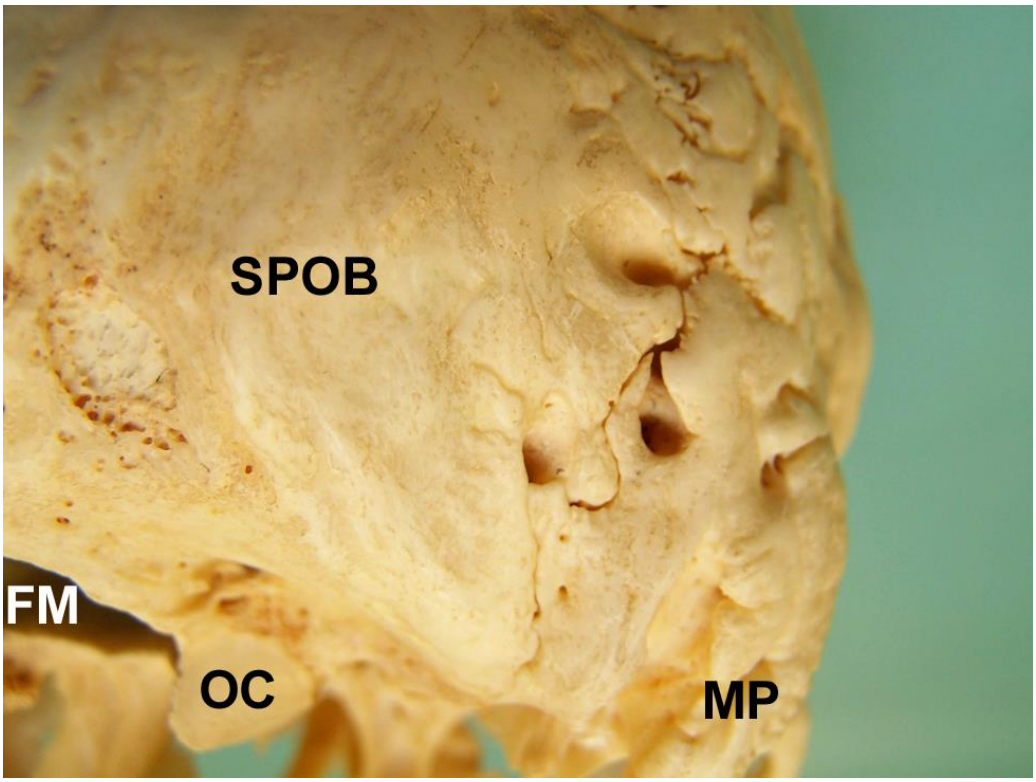
Všechny parametry byly statisticky zpracovány na Ústavu biofyziky Lékařské fakulty UP. V případě rozdílů mezi muži a ženami v zastoupení *foramen mastoideum* na pravé a levé straně bylo statistické porovnání vyhodnoceno Mann-Whitney U-testem. Při kvantitativním hodnocení

rozdílu mezi pravou a levou stranou byly jednotlivé výsledky vyhodnoceny Wilcoxonovým testem. V případě kvalitativních znaků (tzn. zastoupení již jednotlivých typů otvorů, počet vnitřních ústí) byl použit Fisherův přesný test a v případě zastoupení vnitřních ústí Mann-Whitney U-test. U kvantitativních znaků (tzn. hodnocení vzdáleností podle předem definovaných bodů v závislosti na pohlaví) byly použity dvojvýběrové t-testy. U kvantitativních znaků na pravé či levé straně bylo provedeno vyhodnocení dvojvýběrovými t-testy. Při porovnávání pravé a levé strany v kvantitativních znacích pravé a levé strany u mužů a žen zvlášť byly rovněž využity dvojvýběrové t-testy. A konečně u kvalitativních znaků pak Fisherův přesný test a Mann-Whitney test.



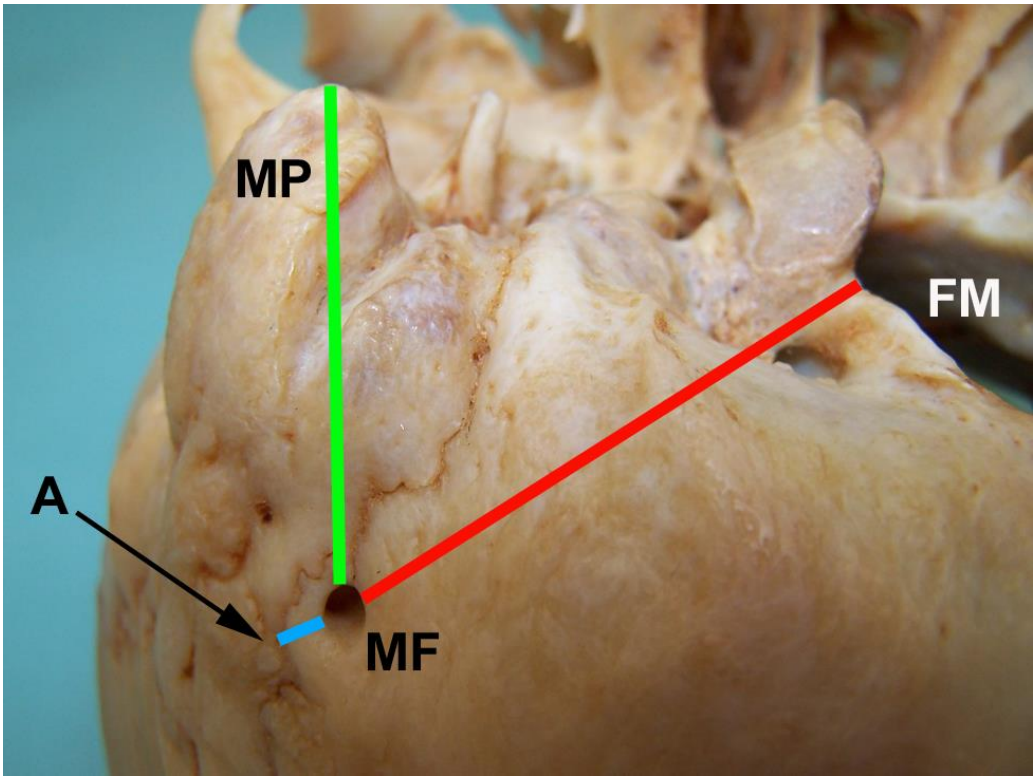
Obrázek 26. *Foramen mastoideum dle Louise – typ I (zdroj: autor)*

Vysvětlení zkratek: *FM – foramen magnum, MP – processus mastoideus, OC – condylus occipitalis, SP – processus styloideus, SPOB – pars squamosa ossis occipitalis.*



Obrázek 27. *Foramen mastoideum dle Louise – typ III (zdroj: autor)*

Vysvětlení zkratek: *FM – foramen magnum, MP – processus mastoideus, OC – condylus occipitalis, SP – processus styloideus, SPOB – pars squamosa ossis occipitalis.*



Obrázek 28. *Přesně definované body a jejich vzdálenosti od foramen mastoideum (zdroj: autor)*

Vysvětlení zkratek: *zelená – vzdálenost od vrcholu processus mastoideus (MP) k foramen mastoideum (MF), červená – vzdálenost od foramen magnum (FM) k foramen mastoideum (MF), modrá – vzdálenost asterion (A) k foramen mastoideum (FM).*

6.2.2 Výsledky

Z hodnocení výsledků vyplývá, že nejčastějším typem *foramen mastoideum* byl dle Louise typ II (dva vnější otvory) se zastoupením 41,2 %, druhým nejčastějším byl typ I (26,9%) a třetím typ III (21,7 %). Typ IV pak již byl zastoupen výrazně méně (8 %), typ V a ostatní typy, které obsahovaly 5–9 otvorů byly spíše vzácností s četností méně než 0,5 % a jejich zastoupení je zanedbatelné.

Nejvíce zastoupeným počtem vnitřních ústí bylo ústí jedno (76 %) (Obrázek 29, 30), dvě vnitřní ústí se vyskytovala téměř ve 20 % případů. Naopak tři vnitřní ústí byla nalezena pouze ve 3,5 % a jen v jediném případě byla nalezena čtyři vnitřní ústí (0,4 %).

Při porovnávání pravé a levé strany u mužů a žen bylo statisticky prokázáno, že muži mají významně více otvorů vpravo než ženy, s hodnotou $p = 0{,}036$ (Tabulka 5). V počtu otvorů vlevo se muži a ženy významně neliší, s hodnotou $p = 0{,}164$.

Při hodnocení kvalitativních znaků byl prokázán významný rozdíl v typu otvoru ($p < 0{,}0001$). Ženy mají častěji typ I a II než muži (znázorněno červeně), muži mají častěji typ III a IV (znázorněno modře). Muži mají častěji vyšší počet vnitřních ústí ($p < 0{,}0001$) (Tabulka 6).

Statisticky významný rozdíl mezi počtem otvorů vpravo a počtem otvorů vlevo nebyl zjištěn, s hodnotou $p = 0{,}101$. Stejný počet otvorů vpravo i vlevo mělo 114 lebek (38 %).

V kvalitativních znacích nebyly nalezeny statisticky významné rozdíly mezi pravou a levou stranou, stejně tak mezi kvalitativními znaky mezi muži a ženami zvlášť.

Tabulka 5. *Kvantitativní zastoupení otvorů u mužů a žen na pravé straně*

Počet otvorů	Pohlaví				Celkem	
	muži		ženy			
	n	%	n	%	n	%
0	13	6,6 %	4	4,1 %	17	5,8 %
1	72	36,5 %	49	50,0 %	121	41,0 %
2	64	32,5 %	34	34,7 %	98	33,2 %
3	31	15,7 %	8	8,2 %	39	13,2 %
4	11	5,6 %	2	2,0 %	13	4,4 %
5	2	1,0 %	0	0,0 %	2	0,7 %
6	3	1,5 %	0	0,0 %	3	1,0 %
7	1	0,5 %	0	0,0 %	1	0,3 %
8	0	0,0 %	0	0,0 %	0	0,0 %
9	0	0,0 %	1	1,0 %	1	0,3 %
Celkem	197	100,0 %	98	100,0 %	295	100,0 %

Tabulka 6. *Kvalitativní zastoupení počtu otvorů a vnitřních ústí u mužů a žen*

Parametr		Pohlaví			
		muži		ženy	
		počet	%	počet	n
strana	dex	377	52,9 %	164	51,7 %
	sin	336	47,1 %	153	48,3 %
počet otvorů	1	148	23,7 %	90	35,0 %
	2	233	37,3 %	130	50,6 %
	3	163	26,1 %	27	10,5 %
	4	64	10,2 %	7	2,7 %
	5	2	0,3 %	1	0,4 %
	6	14	2,2 %	0	0,0 %
	7	1	0,2 %	1	0,4 %
	9	0	0,0 %	1	0,4 %
počet vnitřních ústí	0	3	0,7 %	0	0,0 %
	1	297	70,5 %	167	87,0 %
	2	101	24,0 %	22	11,5 %
	3	20	4,8 %	2	1,0 %
	4	0	0,0 %	1	0,5 %

Vysvětlení zkratek: *dex – dexter (pravý), sin – sinister (levý).*

V tabulce 7 jsou uvedeny hodnoty naměřené v milimetrech a znázorňují vzdálenosti od sebe jasně definovaných struktur (Obrázek 28). Průměrná vzdálenost mezi *foramen mastoideum* a *asterionem* činila 18,2 mm (0–40 mm), vzdálenost mezi *foramen mastoideum* a *foramen magnum* 41,4 mm (0–85 mm) a vzdálenost *foramen mastoideum* od *processus mastoideus* byla 32,2 mm (3–56 mm). Rozměr vnějšího ústí byl v průměru 1,3 mm.

V tabulce 8 je uveden průměrný rozměr vnitřního ústí, který činil 1,7 (0,2–9,0 mm), dále vzdálenost vnitřního ústí od *porus acusticus externus* 34,2 mm (0–65 mm) a vnitřního ústí od zadního okraje *sulcus sinus sigmoidei* 7,3 mm (0–27,6 mm). Šířka žlábku v místě vnitřního ústí byla průměrně 9,5 mm (0–21,0 mm).

Při porovnání těchto kvantitativních údajů je zřejmé, že muži mají významně vyšší průměrné hodnoty následujících parametrů: vzdálenost *foramen mastoideum – foramen magnum*, *foramen mastoideum* – vrchol *processus mastoideus*, vnitřní ústí – *porus acusticus internus* a šířku *sulcus sinus sigmoidei* v místě vnitřního ústí. Při hodnocení kvantitativních parametrů byla rovněž prokázaná stranová asymetrie ve dvou hodnotách: vnitřní ústí – *porus acusticus internus* a šířka *sulcus sinus sigmoidei*. Obě tyto hodnoty byly vyšší na pravé straně. U žen se v těchto znacích vyskytovala vyšší průměrná hodnota vpravo u vzdálenosti mezi *foramen mastoideum – asterion*.

Tabulka 7. *Vzdálenosti foramen mastoideum od přesně definovaných anatomických struktur a metrické určení rozměru vnějšího ústí foramen mastoideum a délky jeho kanálu*

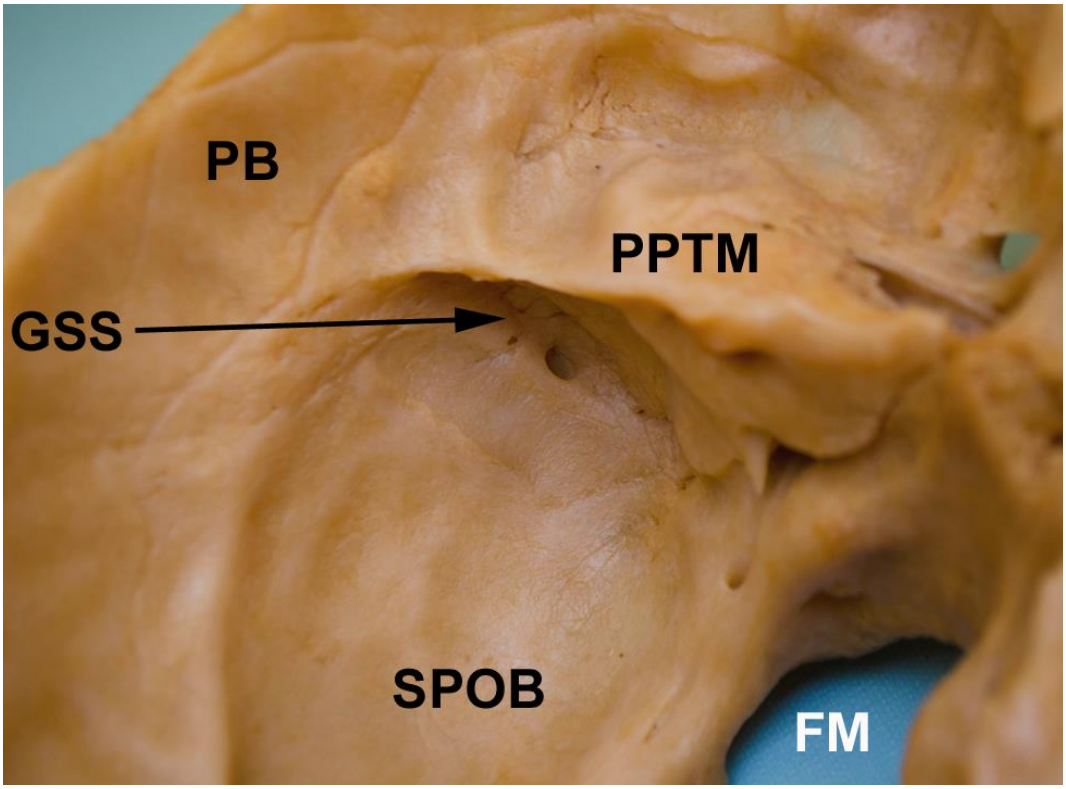
	n	M	SD	Mdn	Min	Max
FM–asterion	1005	18,2	6,3	18,0	0,0	40,0
FM–foramen magnum	1034	41,4	9,0	41,5	0,0	85,0
FM–vrchol processus mastoideus	261	32,2	6,4	32,0	3,0	56,0
rozměr vnějšího ústí	1039	1,3	1,3	1,0	0,0	7,0
délka kanálu	215	10,1	6,6	9,3	3,0	96,0

Vysvětlení zkratek: *FM – foramen mastoideum, n – četnost, M – mean (průměr), Mdn – median, Max – maximum (maximální hodnota), Min – minimum (minimální hodnota), SD – standard deviation (směrodatná odchylka).*

Tabulka 8. *Metrické hodnocení vnitřního ústí foramen mastoideum a přilehlých anatomických struktur*

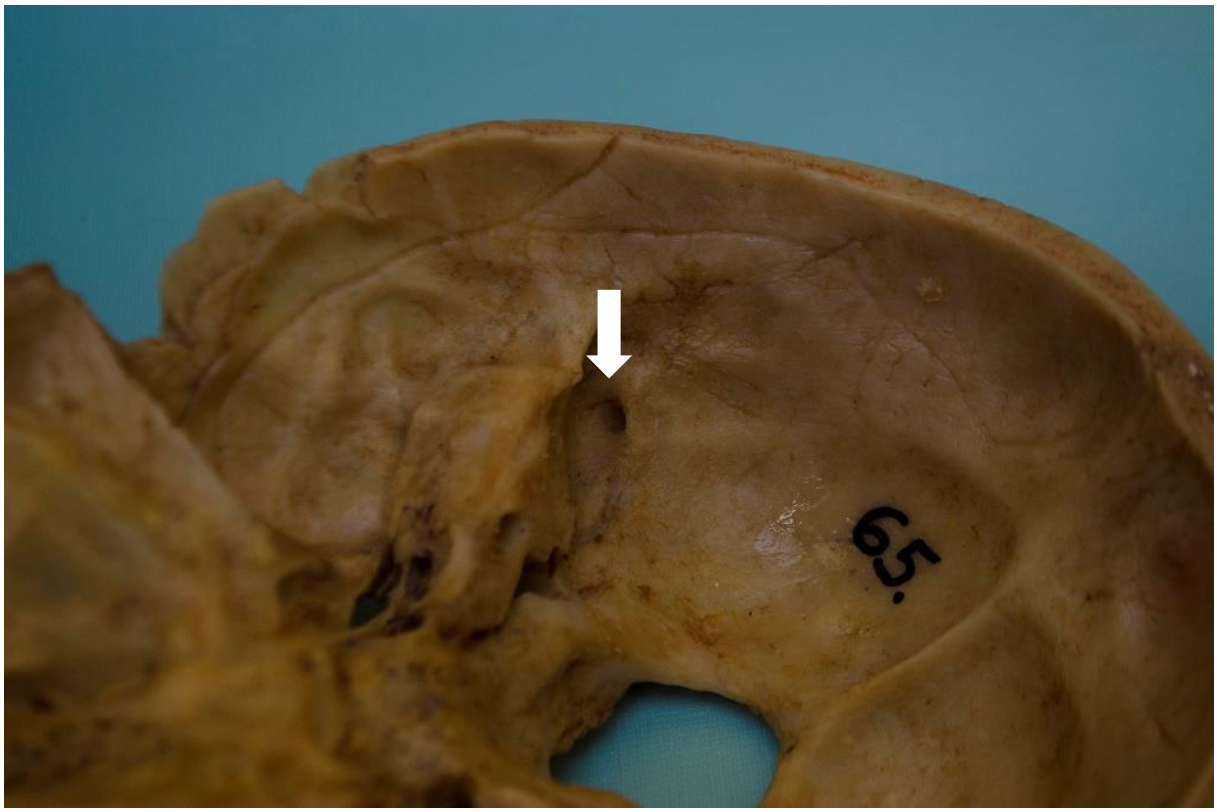
	n	M	SD	Mdn	Min	Max
rozměr vnitřního ústí	594	1,7	1,2	1,4	0,2	9,0
vnitřní ústí – *porus acusticus internus*	605	34,2	4,7	34,1	0,0	65,0
vnitřní ústí – zadní okraj žlábku	606	7,3	4,9	8,4	0,0	27,6
šířka žlábku	605	9,5	2,2	9,4	0,0	21,0

Vysvětlení zkratek: *n – četnost, M – mean (průměr), Mdn – median, Max – maximum (maximální hodnota), Min – minimum (minimální hodnota), SD – standard deviation (směrodatná odchylka).*



Obrázek 29. *Vnitřní ústí foramen mastoideum v oblasti sinus sigmoideus (zdroj: autor)*

Vysvětlení zkratek: *FM – foramen magnum, GSS – sulcus sinus sigmoidei (groove for the sigmoid sinus), PB – os parietale (parietal bone), PPTB – pars petrosa ossis temporalis (petrosal part of temporal bone), SPOB – pars squamosa ossis occipitalis (squamous part of occipital bone).*



Obrázek 30. *Vnitřní ústí s vyústěním do sinus sigmoideus vpravo (zdroj: autor)*

6.2.3 Dílčí diskuze

Literatura věnující se této přehlížené problematice, jež stojí na pomezí mezi anatomií, neurochirurgií a otorinolaryngologií, je poměrně chudá. Klasické Bergmanovo encyklopedické dílo variační anatomie neposkytuje o kostěném průchodu žádné informace, přináší pouze odkazy na články věnující se přítomnosti *v. emissaria mastoidea* (14).

Námi vyhodnocený soubor jen podporuje variabilitu výsledků anatomických studií, které jsou k dispozici v literatuře. Z pohledu neurochirurga považujeme za podstatné, že lze s velkou jistotou očekávat variabilní počet emissárií (dle naší anatomické studie nejčastěji dvě – dle Louise typ II), což potvrzují naše časté peroperační nálezy. Důležitou informací však je, že mají zpravidla jedno vnitřní ústí (v našem souboru 76 %), které umožňuje neurochirurgovi bezpečně verifikovat ústí emisária do žilního splavu a získat tak pod kontrolu tuto velmi důležitou cévní strukturu a vyhnout se tak potencionálnímu zdroji profuzního žilního krvácení.

Za podstatné rovněž považujeme fakt, že řada vnějších ústí měřila až 7 mm. Těmto už poměrně širokým spojkám doporučujeme věnovat prioritu při ošetření a jako vhodné struktury pro následování k junkci mezi *sinus sigmoideus* a *sinus transversus*.

Za naprosto esenciální však považujeme důslednou předoperační přípravu a detailní seznámení se se zobrazovacími vyšetřeními (zejména HRCT lebeční báze), které pomohou operatérovi verifikovat abnormality a případně předvídat a rychle reagovat na možné komplikace.

Jak již bylo řečeno v kapitole Historie (kapitola 3), jednou z prvních prací zabývajících se tímto tématem byla práce Boyda z roku 1930, která hodnotila celkem 1500 lebek pocházející z anatomického muzea v Edinburghu. Mezi těmito lebkami byly však zahrnuty nejen dospělé lebky, ale také 124 lebek antropoidních opic a 160 ostatních savců. Na základě pozorování bylo uvedeno, že *foramen mastoideum* se vyskytovalo v identickém zastoupení na pravé a levé straně, přičemž na pravé straně bylo větší a byl zde rovněž zaznamenán větší počet vnějších ústí. Průměr *foramen mastoideum* byl obvykle 1 mm, v 10 % kolem 2 mm a vzácně více než 5 mm (15).

Velkou studii o *v. emissaria mastoidea* publikoval Cheatle v roce 1925. Zahrnul do ní 1500 lebek ze sbírek Královské chirurgické společnosti. Autor zde neuvádí přesná statistická data týkající se výskytu a dalších charakteristik kanálu, jde spíše o popisnou práci. Přesto upozorňuje na fakt, že anatomové věnují problematice malou pozornost a ušní chirurgové ještě menší, a to i přesto, že právě při zánětlivých onemocněních, úrazech a chirurgických výkonech v oblasti *processus mastoideus* význam *v. emissaria mastoidea* narůstá. Konstatuje, že u velké části operovaných se žíla vyskytovala. Popisuje začátek emisária uvnitř lebky, na vnější hraně „*sinus lateralis*“ (autor neuvádí, jakou nomenklaturu používá, ale ze souvislostí vyplývá, že „*sinus lateralis*“ je společné označení pro *sinus transversus* a *sinus sigmoideus*). Začíná právě pod ohybem splavu, vykazuje krátký průběh v kosti směrem nahoru a dozadu a otevření (vnější konec) na povrchu kosti těsně za horní, zadní hranou báze *processus mastoideus* v úrovni stropu kostěného vnějšího zvukovodu. Žíla ústí do *v. occipitalis* nebo *v. auricularis posterior*, které jsou obvykle přítokem *v. jugularis externa*. Upozorňuje na skutečnost, že při sledování preparovaných lebek není možné s jistotou ověřit, co v otvoru opravdu procházelo, zda žilní emisárium nebo tepenné větve z *a. occipitalis*. Autor si všímá výskytu, šířky a počtu kanálů, jeho průběhu a umístění vnějšího ústí. Konstatuje, že není neobvyklé chybění kanálu na jedné straně nebo na obou, že šířka může odpovídat šířce nitě nebo knotu svíčky nebo širší, a to v rozmezí 1/8–3/8 palce (3,3–9,7 mm). V případě, že kanál byl širší než 1/8 palce, shledává užší „*sulcus sinus lateralis*“ pod odstupem kanálu. Co se týče počtu vnějších a vnitřních ústí kanálu, popisuje jednoduchý průběh, jednoduché vnitřní ústí a dvojité vnější ústí, dvojité vnitřní i vnější ústí, popř. dvojité vnitřní a trojité vnější ústí. Vnitřní ústí umísťuje nad ohybem „*sulcus sinus lateralis*“, pod ním nebo ve žlábku samém, také může být vytvořený drobný žlábek podmíněný otiskem emisária předtím, než vstoupí do kosti. Průběh kanálu je vždy ve hmotě kosti, a přestože *cellulae mastoideae* mohou lemovat průběh kanálu ze všech stran, nikdy nezasahují do kanálu přímo. Délku kanálu vymezuje autor od 1/8 palce do ¾ palce (3,3–19,8 mm). Směr průběhu z lebky popisuje dozadu a vzhůru, v menším počtu případů i dozadu dolů nebo jen přímo dolu, ne vzácně jako zatočený. Také vnější ústí kanálu není na lebce uloženo pravidelně, může dosahovat *sutura occipitomastoidea*, dokonce až za ní, může se nacházet až dole v *incisura mastoidea* nebo nad a za ní, popř. jen za ní, při dvojitém vnějším ústí se variabilita ještě zvyšuje. Autor zmiňuje na studovaných lebkách velkou asymetrii při porovnání pravé a levé strany (16).

Inumara popisuje na 60 lebkách, že emisárium se vyskytuje téměř vždy, ale ne na obou stranách, a že jeho velikost je velmi variabilní (17).

Jak již bylo zmíněno v kapitole Historie (kapitola 3), v této době již byly zaznamenány první souvislosti těchto struktur s komplikacemi při operacích v oblasti *processus mastoideus*. V roce 1913 popsal McKenzie případ malého chlapce s tromboflebitidou *v. emissaria mastoidea* při operaci akutního zánětu *processus mastoideus*. V době bez možnosti použití ATB či jiné léčby bylo jediným řešením jak zachránit pacienta vyjmutí trombu ze žíly (18).

V počátcích neurochirurgie bylo cílem operatérů využívat při přístupech do zadní lebeční jámy rozsáhlé výkony v podobě bilaterální kraniektomie. Tyto mutilující výkony byly realizovány z důvodu nedokonalé zobrazovací techniky a se snahou provést dostatečnou dekompresi v případech, které byly v tuto dobu inoperabilní. Rozvoj CT, MR a operačních mikroskopů však přinesl zásadní změnu chirurgické strategie s cílem minimalizovat veškeré přístupy do lebeční dutiny. Námi zmíněný retrosigmoideální přístup byl zdokonalován zejména v období sedmdesátých a osmdesátých letech 20. století (19, 20, 21, 22).

Reis et al. (2007) prezentovali čistě antropometrické měření, které však bylo realizováno pouze na malém souboru 14 lebek. Dle jejich výsledků je průměr *foramen mastoideum* 2,15 mm a vnější ústí se nachází průměrně 21,14 mm od *asterionu* a 33,65 mm od vrcholku *processus mastoideus* (23).

Louis et al. (2009) na souboru 400 spánkových kostí prokázali, že zastoupení *foramen mastoideum* se liší na pravé a levé straně. Dle jejich výsledků bylo *foramen mastoideum* přítomné na pravé straně v 98 %, zatímco na levé straně pouze v 72 % případů (13), což je v kontrastu v námi zjištěných údajů, které neprokázaly stranovou prevalenci na pravé či levé straně.

Lang a Samii (1991) pozorovali výskyt *foramen mastoideum* na souboru 37 lebek se zastoupením 16 ženských a 21 mužských lebek v 78 % případů. Zvláštností tohoto souboru je skutečnost, že *foramen mastoideum* se vyskytovalo v nižším počtu u ženských lebek, avšak s větším průsvitem (24). V našem souboru nebylo prokázáno, že by u žen byla tato struktura zastoupena v nižším počtu. Pouze u mužů na pravé straně byl zaznamenán statisticky významný rozdíl. Rozměr vnějšího ústí byl u mužů i žen identicky 1,3 mm. V morfologické studii autorů Kim et al. z roku 2014 vedené na 106 preparovaných lebkách (80 celých a 26 dělených částech lebky pravých nebo levých) autoři uvedli, že z 80 lebek našli u 83,4 % minimálně jedno *foramen mastoideum*, oboustranně bylo přítomné u 62,5 %, pouze na pravé straně v 13,8 %, a na levé straně v 7,5 %, oboustranně chybějící otvor mělo 16,6 % lebek. Rozměr otvoru určili na průměrně 1,64 mm (vpravo 1,47 mm a vlevo 1,73 mm), střední vzdálenost otvoru od vrcholu *processus mastoideus* byla 28 mm. Největší otvor měl rozměr 7 mm. Pro neurochirurga může být důležitý údaj, že 15 % otvorů mělo rozměr větší než 2,5 mm a 4,3 % více než 4 mm (5).

V průběhu evoluce člověka došlo v průběhu vývoje vzpřímeného postoje k řadě adaptací. Na základě fyziologických studií krevního oběhu člověka v různých polohách, studií vymřelých

i recentních hominidů a zástupců rodu *Homo*, jsou emisária považována za jednu z epigenetických adaptací na vzpřímený postoj. V průběhu vertikalizace dochází v evoluci hominidů nejprve k rozšíření a zvětšení počtu žil v oblasti *foramen magnum* (*sinus occipitomarginalis*) a *canalis nervi hypoglossi*, ale následně k akcentaci žil probíhajících ve *foramina mastoidea et parietalia* (25). Tyto struktury již můžeme pozorovat okolo 3. měsíce nitroděložního života a jasně rozeznatelné bývají okolo 7. měsíce stáří prenatálně (26). Irmak et al. popisují význam těchto žil jako chladicí systém, který má za úkol chránit mozkovou tkáň před termickým poškozením (27). Jistý význam spočívá i v ochraně před intrakraniální hypertenzí, zejména u pacientů s obstrukcí *vv. jugulares internae* (28). Nepoměrně častěji bývají sdruženy s kraniofaciálními syndromy a s pacienty, kteří mají anomálie v oblasti vnitřního ucha (29).

Reis et al. na základě své práce uvádějí, že ideální linie řezu při retrosigmoideálním přístupu by měla být vedena 4–5 cm mediálně od *processus mastoideus*, jako prevence poranění cévních struktur v oblasti *processus mastoideus* se všemi jeho důsledky (23). Zajímavou kazuistiku publikovali Hoshi et al., zmiňující případ dvou pacientů, u kterých se vyskytla závažná komplikace v podobě mozečkové ischémie, z nichž jedna vedla ke smrti pacienta. Této raritní komplikaci předcházela koagulace *v. emissaria mastoidea* (30). Na základě tohoto sdělení je zřejmý význam zachování těchto žil během operace. Další neméně závažnou komplikací je vzduchová embólie, jejíž pravděpodobnost se zvyšuje při operování pacienta v poloze vsedě, při níž se mění tlakové poměry ve vertebrobazilárním řečišti a v žilních pleteních v oblasti krční páteře (31). Jako nejčastější zdroje vzduchové embólie se uvádějí tumory a kostěné sklípky v oblasti *processus mastoideus* při jejich otevření během chirurgického přístupu (32). Pro snížení rizika vzduchové embólie je nutné v předoperačním období vyloučit přítomnost *foramen ovale patens*, které může být případným zdrojem paradoxní embolizace (33). Při vlastím výkonu je pak nezbytné zavedení centrálního žilního katetru do pravé srdeční síně pro případné odsátí nahromaděného vzduchu (34). Opět uvádíme další komplikace, které již byly zmíněny v předcházející kapitole (Intrakraniální vaskulární komplikace), mezi které patří migrace kostního vosku, který je využíván ke kontrole krvácení během operace (12). Hadeshi et al. ve své práci prezentovali skupinu 7 pacientů z celkového počtu 161 pacientů operovaných v letech 1983–1994 z retromastoideální kraniotomie. V těchto případech byla pooperačně prokázána při CT vyšetření přítomnost hypodenzní masy v ispilaterálním *sinus sigmoideus.* U dvou pacientů byl na MRA prokázán kompletní uzávěr *sinus sigmoideus* a u zbývajících pěti pacientů pouze parciální obstrukce. Překvapivě ani jeden z pacientů nejevil žádnou neurologickou deterioraci (12). Lee et al. popsali v roce 2013 zajímavý a extrémně vzácný případ jednostranného tinitu způsobeného abnormálně širokou *v. emissaria mastoidea*. Jednalo se o 44letou pacientku, která se dostavila k vyšetření pro půl roce trvající vysoce laděný zvuk, který byl synchronní se srdečním rytmem a stupňoval se při fyzické námaze, vyčerpání nebo při emocionální zátěži. CT odhalilo *v. emissaria*

mastoidea sinistra o průměru 4,5 mm, probíhající skrz *processus mastoideus* do měkkých tkání. *V. emissaria mastoidea dextra* byla jen cca 1,5 mm široká (35).

Tabulka 9. *Shrnutí anatomických studií*

Autoři	Rok	Soubor (n)	Výsledky
Boyd	1930	1500	výskyt kanálu na obou stranách ve 34 %, chybějící oboustranně v 31,9 %, 10,3 % lebek vícečetné FM, častější výskyt vpravo, průměr otvoru 1 mm, v 10 % více než 2 mm, vzácně 4–5 mm, vpravo častěji větší a vícenásobný
Cheatle	1925	1500	přesná statistická data neuvedena, průměr FM 3,3–9,7 mm
Inumara	1925	60	popisuje variabilní umístění FM, statistická data neuvedena
Kim et al.	2014	106	v 83,4 % minimálně 1 FM, bilaterálně v 62,5 %, pouze vpravo v 13,8 %, vlevo v 7,5 %, bilaterálně chybějící v 16,6 %, průměr FM 1,64 mm, největší FM 7 mm, 15 % otvorů větší než 2,5 mm, 4,3 % více než 4 mm
Lang J Jr, Samii A.	1991	37	výskyt FM v 78 % případů, u žen v nižším počtu, větší průměr u ženských lebek
Louise et al.	2009	200	zastoupení FM vpravo v 98 %, vlevo v 72 %, průměr FM 3,5 mm (1,1–5,6 mm)
Reise et al.	2004	15	průměr FM 2,15 mm, průměrná vzdálenost od asterionu 21,14 mm, zastoupení FM v 89 %

Vysvětlení zkratek: *FM – foramen mastoideum.*

6.3 Literatura

(1) Čihák R. Anatomie 3. 2. vyd. Praha: Grada Publishing; 2004.

(2) Treves F. Surgical Applied Anatomy. Philadelphia, PA: Lead Brothers; 1885.

(3) Freire AR., Rossi AC, de Oliveira VCS, Prado FB, Caria PHF, Botacin PR. Emissary Foramens of the Human Skull: Anatomical Characteristics and its Relations with Clinical Neurosurgery. International Journal of Morphology 2013;31(1):287-292.

(4) Murlimanju BV, Chettiar GK, Prameela MD, Tonse M, Kumar N, Saralaya VV, Prabhu LV. Mastoid emissary foramina: an anatomical morphological study with discussion on their evolutionary and clinical implications. Anat Cell Biol 2014;47(3):202-206.

(5) Kim LK, Ahn CS, Fernandes AE. Mastoid emissary vein: anatomy and clinical relevance in plastic & reconstructive surgery. J Plast Reconstr Aesthet Surg 2014;67(6):775-780.

(6) Marsot-Dupuch K, Gayet-Delacroix M, Elmaleh-Bergès M, Bonneville F, Lasjaunias P. The petrosquamosal sinus: CT and MR findings of a rare emissary vein. Am J Neuroradiol 2001;22(6):1186-1193.

(7) Murlimanju BV, Prabhu LV, Pai MM, Jaffar M, Saralaya VV, Tonse M, M D P. Occipital emissary foramina in human skulls: an anatomical investigation with reference to surgical anatomy of emissary veins. Turk Neurosurg 2011;21(1):36–38.

(8) Braun JP, Tournade A. Venous drainage in the craniocervical region. Neuroradiology 1977;13(3):155–158.

(9) Reis CV, Deshmukh V, Zabramski JM, Crusius M, Desmukh P, Spetzler RF, Preul MC. Anatomy of the mastoid emissary vein and venous system of the posterior neck region: neurosurgical implications. Neurosurgery 2007;61(5 Suppl 2):193-201.

(10) Lang J Jr, Samii A. Retrosigmoidal approach to the posterior cranial fossa. An anatomical study. Acta Neurochir (Wien) 1991;111(3-4):147-153.

(11) Pekçevik Y, Pekçevik R. Why should we report posterior fossa emissary veins? Diagn Interv Radiol 2014;20(1):78-81.

(12) Hadeishi H, Yasui N, Suzuki A. Mastoid canal and migrated bone wax in the sigmoid sinus: technical report. Neurosurgery 1995;36(6):1220-1223.

(13) Louis RG Jr, Loukas M, Wartmann CT, Tubbs RS, Apaydin N, Gupta AA, Spentzouris G, Ysique JR. Clinical anatomy of the mastoid and occipital emissary veins in a large series. Surg Radiol Anat 2009;31(2):139–144.

(14) Tubbs RS, Shoja MM, Loukas M. Bergman's Comprehensive Encyclopedia of Human Anatomic Variation. Hoboken: John Wiley & Sons; 2016.

(15) Boyd GI. The emissary foramina of the cranium in man and the anthropoids. J Anat 1930;65:108-121.

(16) Cheatle A. The mastoid emissary vein and its surgical importance. Proceedings of the Royal Society of Medicine 1925;18(Otol_Sect):29-34.

(17) Inumaru H. Über das Foramen mastoideum. Folia Anatomica Japonica 1925;3(4-5): 229-238.

(18) McKenzie D. Thrombo-phlebitis of the Mastoid Emissary Vein. Proceedings of the Royal Society of Medicine 1913;6(Otol Sect):95.

(19) Rand RW, Kurze T. Microneurosurgical resection of acoustic tumours by a transmeatal posterior fossa approach. Bull Los Angeles Neurol Soc 1965;30:17-20.

(20) Malis LI. Microsurgical treatment of acoustic neurinomas. In: Handa H, editor. Microsurgery. Tokyo: Igaku Shoin; 1975

(21) Yasargil MG. Microchirurgie der Kleinhirnbruckenwinkeltumoren. In: Plester D, Wende S, Nakayama N, editors. Kleinhirnbruckenwinkeltumoren. Berlin Heidelberg New York: Springer; 1978. p. 215–257.

(22) Samii M. Neurochirurgische Gesichtspunkte der Behandlung der Acusticusneurinome mit besonders Berucksichtigung des N. facialis. 2 Laryngol Rhinol Otol 1979;58:97-106.

(23) Reis CV, Deshmukh V, Zabramski JM, Crusius M, Desmukh P, Spetzler RF, Preul MC. Anatomy of the mastoid emissary vein and venous system of the posterior neck region: neurosurgical implications. Neurosurgery 2007;61(5 Suppl 2):193-201.

(24) Lang J Jr, Samii A. Retrosigmoidal approach to the posterior cranial fossa. An anatomical study. Acta Neurochir (Wien) 1991;111(3-4):147-153.

(25) Falk D. Evolution of cranial blood drainage in hominids: enlarged occipital/marginal sinuses and emissary foramina. American Journal of Physical Anthropology 1986;70(3):311-324.

(26) Okudera T, Huang YP, Ohta T, Yokota A, Nakamura Y, Maehar F, Utsunomiya H, Uemura K, Fukasawa H. Development of posterior fossa dural sinuses, emissary veins and jugular bulb: morphological and radiologic study. Am J Neuroradiol 1994;15(10):1871-1883.

(27) Irmak MK, Korkmaz A, Erogul O. Selective brain cooling seems to be a mechanism leading to human craniofacial diversity observed in diVerent geographical regions. Med Hypotheses 2004;63(6):974-979.

(28) Braun JP, Tournade A. Venous drainage in the craniocervical region. Neuroradiology 1977;13(3):155-158.

(29) Anderson PJ, Harkness WJ, Taylor W, Jones BM, Hayward RD. Anomalous venous drainage in a case of non-syndromic craniosynostosis. Childs Nerv Syst 1997;13(2):97-100.

(30) Hoshi M, Yoshida K, Ogawa K, Kawase T. Hypoglossal neurinoma--two case reports. Neurol Med Chir 2000;40(9):489-493.

(31) El Kettani C, Badaoui R, Fikri M, Jeanjean P, Montpellier D, Tchaoussoff J. Pulmonary edema after venous air embolism during craniotomy. Eur J Anaesthesiol 2002;191(11):846-848.

(32) Standefer M, Bay JW, Truso R. The sitting position in neurosurgery a retrospective analysis of 488 cases. Neurosurgery 1984;14(6):649–658.

(33) Portet JM, Pidgeon C, Cunningham AJ. The sitting position in neurosurgery: a critical appraisal. Br J Anesth 1999;82(1):117-128.

(34) Souders JR. Pulmonary air embolism. J Clin Monit Comput 2000;16(5-6):375-383.

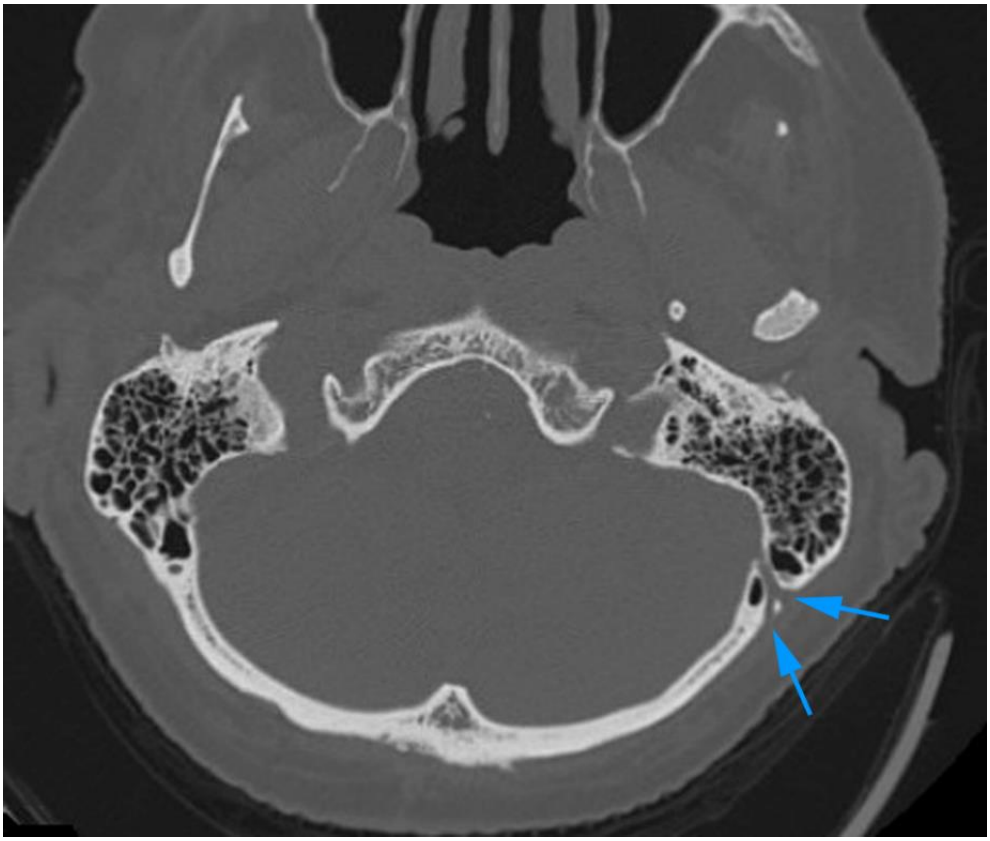
(35) Lee SH, Kim SS, Sung KY, Nam EC. Pulsatile tinnitus caused by a dilated mastoid emissary vein. Journal of Korean medical science 2013;28(4):628-630.

7 Neuroradiologie

Technický pokrok v oblasti neuroradiologie byl jedním z hlavních katalyzátorů rozvoje v oblasti neurochirurgie. Včasná diagnostika onemocnění hraje zcela zásadní roli, zejména v oblasti neuroonkologie. Dávno minuly doby, v nichž byli pacienti diagnostikováni často až v terminálním stádiu nemoci, tedy v době, v níž již chirurgické řešení nebylo možné.

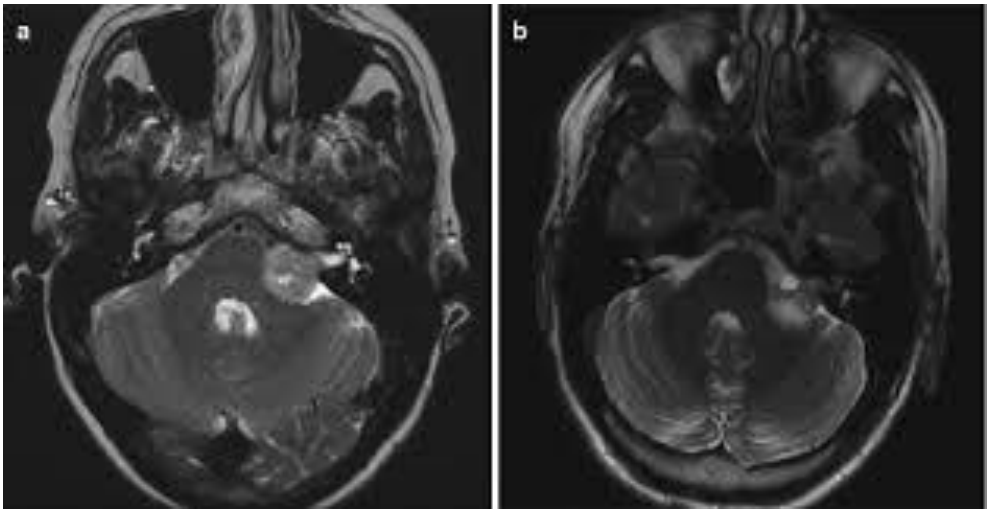
Zcela základním vyšetřením v neurochirurgii je CT. Poskytuje rychlou informaci o patologii, zejména v traumatologii je její role nenahraditelná. V neurochirurgii lebeční spodiny je CT nezbytná při plánování přístupů k patologiím nacházejícím se v této oblasti. Chybou bývá spoléhání se na MR, která je v diagnostice patologie zcela esenciální, nicméně její význam je při hodnocení pneumatizace *pars petrosa ossis temporalis* či lokalizaci *vv. emissariae* omezený.

Velmi vhodné při plánování operačních přístupů je nabírání dat v režimu HRCT s velmi tenkými řezy (0,75–1 mm) (Obrázek 31). Data nabíraná v režimu DICOM bez deviace gantry lze s výhodou použít při peroperační navigaci či při fúzi s MR. Výhodou je rovněž možnost 3D rekonstrukce (1).



Obrázek 31. *HRCT lebeční báze s patrným širokým emisáriem typu Y vlevo (zdroj: informační systém PACS FNOL)*

Jak již bylo zmíněno výše, MR je v dnešní době naprostou samozřejmostí v diferenciální diagnostice intrakraniálních lézí (Obrázek 32). Umožňuje detailně zobrazit vztah patologie k mozkovému parenchymu a cévním strukturám. U intraparenchymově lokalizovaných lézí lze také využít traktografi k lokalizaci funkčních drah, zejména u lézí v elokventních oblastech mozku. Traktografie také hraje významnou roli v pooperačním období při hodnocení případného pooperačního rezidua a k peroperační navigaci. V poslední době se začíná prosazovat i jako peroperační, popř. intraoperační vyšetření, které je však velmi náročné na přístrojové a technické vybavení operačního sálu. MR venografie a MRA jsou další vyšetření s vysokou výtěžností, umožňují předoperačně verifikovat vaskularizaci tumorů a odhalit případné cévní anomálie (Obrázek 33).

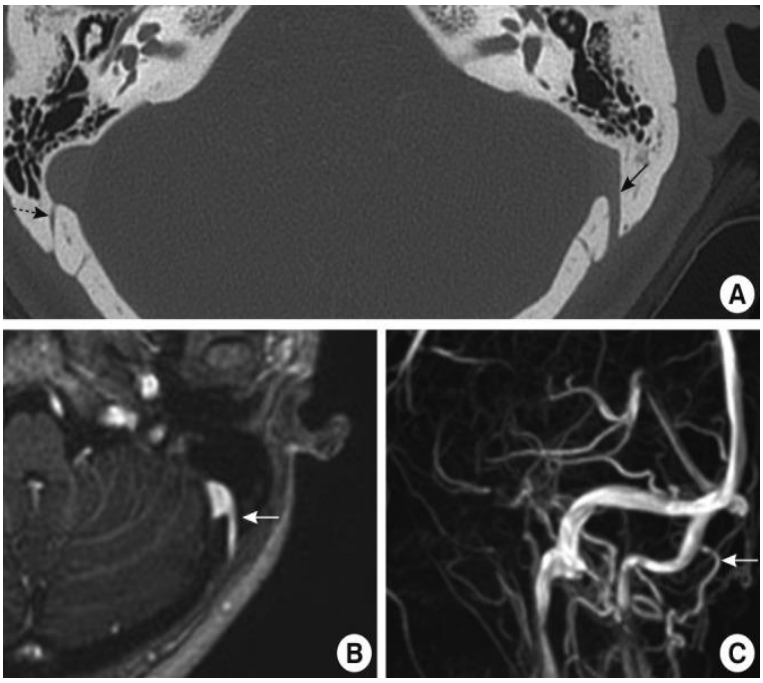


Obrázek 32. *Magnetická rezonance mozku v T2 vážených sekvencích ukazuje schwannom n. VIII vlevo s propagací do meatus acusticus internus (zdroj: informační systém PACS FNOL)*

Digitální subtrakční angiografie je v posledních letech na ústupu. Bývá nahrazována MRA či CT angiografií. Přesto zůstává v diagnostice cévních lézí zlatým standardem.

Endovaskulární techniky, zejména coiling, patří rovněž k progresivně se rozvíjejícím technikám. V některých případech již zcela vytlačil chirurgickou techniku, zejména při řešení aneuryzmat ve vertebrobazilárním řečišti či některé jiné cévní malformace.

Významným pomocníkem chirurgické terapie může být předoperační embolizace některých hypervaskularizovaných tumorů (2, 3). U některých starších pacientů, u kterých je vysoké operační riziko může být embolizace jedinou léčebnou modalitou (4).



Obrázek 33. *CT a MR mozku se znázorněním emisária (zdroj: informační systém PACS FNOL)*

Vysvětlení zkratek: *A – CT mozku v kostním okně znázorňující široké emisárium vlevo, B, C – MRA mozku se znázorněním emisária ústícího do sinus sigmoideus.*

7.1 Radiologická studie

Bylo vyhodnoceno celkem 100 nativních CT (4,5 mm silné řezy) a 100 CT v tenkých řezech – HRCT (1 mm silné řezy). Snímky byly získány z informačního systému PACS FNOL. Vyšetření byla realizována na CT přístrojích (GE Medical Systém, CT LightSpeed VCT a CT LightSpeed RT16) FNOL a byla provedena standardně v kostním okně se sklonem gantry paralelně s orbitofrontální linií. Snímky byly hodnoceny neurochirurgem a byly zaznamenávány do tabulky a následně statisticky vyhodnoceny.

Diagnóza nehrála při hodnocení zobrazovacích vyšetření roli. Nejčastěji se jednalo o pacienty vyšetřované pro nespecifické potíže, cefaleu, kraniotrauma nebo intrakraniální hemorhagii, o předoperační vyšetření před plánovanou mikrovaskulární dekompresí či operacemi tumorů mozku.

Věkový průměr hodnocených pacientů byl 41,2 let se zastoupením mužů a žen v poměru 1 : 1. Hodnotili a srovnávali jsme jednotlivé zastoupení *v. emissaria mastoidea* při zobrazení standardním CT a HRCT na pravé i levé straně a zajímala nás senzitivita vyšetření v závislosti na rozměru kostěného kanálu pro žílu, tedy *foramen mastoideum*.

7.2 Výsledky

Při vyšetření nativním CT nebylo ani jedno emisárium zobrazeno v 71 případech na pravé a v 62 případech na levé straně. Jedno emisárium bylo zobrazeno ve 28 případech na pravé a v 36 případech na levé straně. Více než jedno pak bylo poměrně vzácné a tvořily jej významné spojky širší než 3,5 mm (Tabulka 10).

Tabulka 10. *Nativní CT (4,5 mm silné řezy) – kvalitativní zastupení foramen mastoideum na pravé a levé straně*

Lokalizace	0	1	2	3	4
dx	71	28	1	–	–
six	62	36	2	–	–

Vysvětlení zkratek: *dex – dexter (pravý), sin – sinister (levý).*

Tabulka 11 dokumentuje větší senzitivitu detekce drobných emisárií, která nebyla ve velké většině na standardním CT patrná, v tomto případě bylo možné detekovat i poměrně vzácně zastoupená *foramina mastoidea* v počtu 3–4.

Tabulka 11. *HRCT (1 mm silné řezy) – kvalitativní zastoupení foramen mastoideum na pravé a levé straně*

Lokalizace	0	1	2	3	4	SD	M
dx	18	52	29	5	–	1,0 ± 0,5	0,5–5,0 mm
six	9	48	34	8	1	1,0 ± 0,9	0,5–7,0 mm

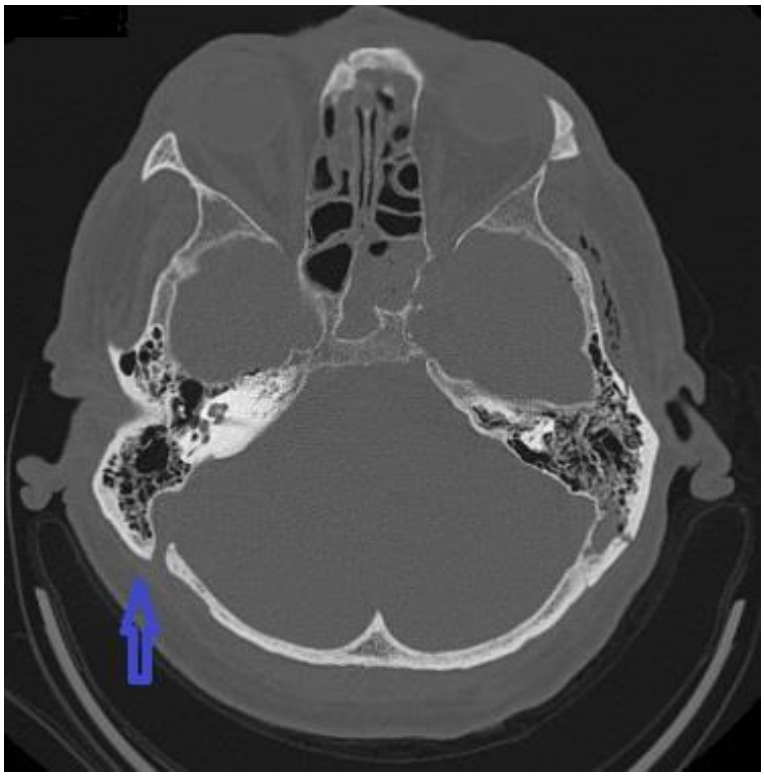
Vysvětlení zkratek: *dex – dexter (pravý), sin – sinister (levý).*

Následující tabulka (Tabulka 12), v jejímž prvním sloupci je uvedeno jednotlivé zastoupení, jasně znázorňuje rozdíl při detekci drobných spojek. Zatímco při zobrazení emisárií širších než 3 mm (Obrázek 34) není rozdíl statisticky významný, u emisárií se šířkou kanálu menší než 2 mm je již rozdíl statisticky významný, což dokumentuje i obrázek 35.

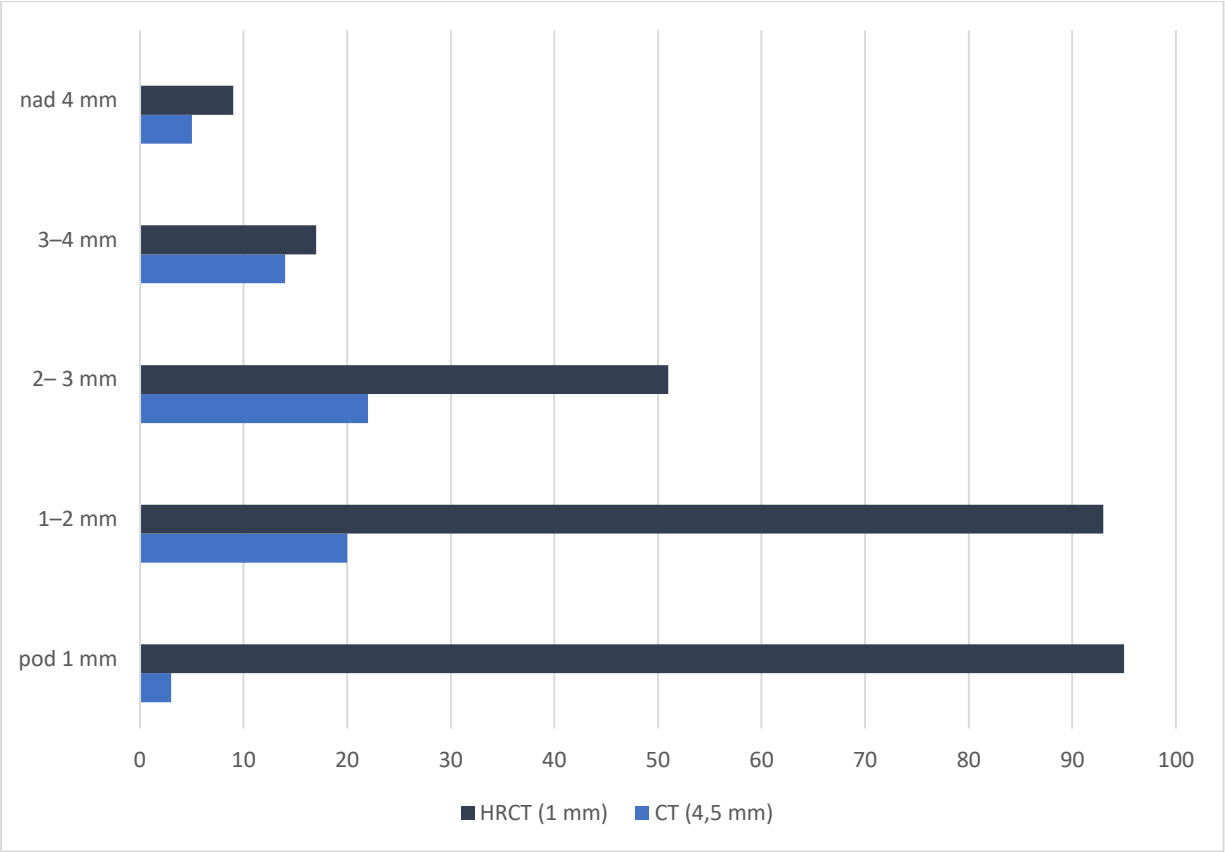
Tabulka 12. *Kvalitativní zastoupení jednotlivých průměrů foramen mastoideum v závislosti na HRCT (1 mm) a CT v silných řezech (4,5 mm)*

Rozměry	Počet FM (1 mm)	Počet FM (4,5 mm)
nad 4 mm	9	5
3–4mm	17	14
2–3mm	51	22
1–2mm	93	20
pod 1 mm	95	3
Celkem	275	66

Vysvětlení zkratek: *FM – foramen mastoideum.*



Obrázek 34. *HRCT mozku v kostním okně se znázorněním v. emissaria mastoidea (širší než 3 mm) modrou šipkou (zdroj: informační systém PACS FNOL)*



Obrázek 35. *Grafické znázornění senzitivity detekce foramen mastoideum při hodnocení HRCT (1 mm) a CT (4,5 mm)*

Vysvětlení zkratek: *Sloupce v grafu označují kvalitativní zastoupení stanovených průměrů foramen mastoideum v závislosti na HRTC (1 mm) a CT v silných řezech (4,5 mm).*

7.3 Dílčí diskuze

Na základě výše uvedených komplikací je zřejmé, že precizní znalost těchto struktur je při plánování neurochirurgického přístupu velmi vhodná. Většina pacientů přichází k plánovanému operačnímu výkonu s provedenou MR, jež je v případě mikrovaskulární dekomprese či řešení schwannomu *n.* VIII nezbytná, a s iniciálním standardním CT vyšetřením.

Na základě radiologické studie je zřejmé, že některé důležité struktury mající nižší senzitivitu detekce, mohou být při těchto vyšetřeních opomenuty. Nejedná se však pouze o námi zkoumanou problematiku. Mezi další významné údaje při realizaci přístupu patří rovněž znalost pneumatizace *pars petrosa ossis temporalis*, anatomie *saccus endolymphaticus, meatus acusticus internus*, poloha *bulbus superior venae jugularis internae* a kostních změn, způsobené růstem tumoru.

Jasnou výhodou CT v tenkých řezech je detailní zobrazení anatomie, která umožňuje neurochirurgovi předvídat a reagovat na případně vzniklé komplikace. Pro hovoří i identická míra radiace, jíž je pacient vystaven jako při standartním CT vyšetření.

Při srovnání radiologické studie s anatomickou studií je patrné, že výsledky CT vyšetření neodpovídají našim nálezům na kostěných lebkách. Zejména úplná absence *foramen mastoideum* byla v anatomické studii poměrně vzácná (5,8 %), naproti tomu při CT vyšetření byla absence *foramen mastoideum* v drtivé většině (62 % vlevo, 71 % vpravo). Oproti tomu HRCT již koreluje s výsledky anatomické studie podstatně lépe. Diskrepance je však v případě kvantitativního zastoupení *foramen mastoideum* – v anatomické studii byl nejvíce zastoupený dle Louise typ II (41,2 %), druhým nejčastějším byl typ I (26,9 %), dle radiologické studie byl nevíce zastoupený typ I (52 % vpravo, 48 % vlevo), typ II (29 % vpravo, 34 % vlevo).

Roser at al. v roce 2016 publikovali čistě radiologickou studii, ve které se zaměřují na rozdílnou efektivitu při záchytu *v. emissaria mastoidea* s využitím standardní CT (4,5 mm) a CT v tenkých řezech (1 mm) (5). Vyhodnotili 100 pacientů (50 žen a 50 mužů, věk 20–76 let), kteří měli podstoupit plánovanou operaci schwannomu *n.* VIII. Při využití standardního CT bylo zjištěno, že emisárium chybělo na straně pravé v 70 případech a na straně levé v 55 případech. Jedno emisárium bylo pozorováno vpravo ve 26 a vlevo ve 39 případech a dvě emisária pak vpravo ve 2 a vlevo ve 4 případech. U tenkých řezů nebylo emisárium vpravo nalezeno pouze u 24 případů vpravo a v 5 případech vlevo, 1 emisárium ve 32 a 43 případů, 2 emisária u 35 a 32 případů, 3 emisária v 9 a 14 případech a 4 emisária ve 3 případech na obou stranách. Z tohoto závěru plyne, že rozdíl mezi oběma metodami statisticky významný a autoři článků zdůrazňují při plánovaní přístupů doplnit předoperačně CT v tenkých řezech, jež nám podá informace nejen o těchto cévních strukturách, ale také o okolních anatomických strukturách, která již byly zmíněné výše v textu (6).

Demirpolat at al. v roce 2016 uveřejnili retrospektivní studii snímků CT v tenkých řezech s cílem vyhodnotit prevalenci a morfometrii *v. emissaria mastoidea* s ohledem na chirurgické přístupy. Soubor čítal 248 pacientů – tedy celkem 496 snímků pravé a levé strany. Celková prevalence *foramen mastoideum* byla v 91,5 % u žen a u mužů v 93,3 %. Kanál byl přítomen na pravé straně v 84,7 % a vlevo v 82,3 %, u 7,7 % zcela chyběl.

Střední průměr *foramen mastoideum* byl 1,92 mm vpravo a 1,84 mm vlevo, přičemž rozměr kanálu byla signifikantně vyšší u mužů. Nebyla zjištěna významná korelace mezi věkem a rozměrem kanálu. Vzhledem k výskytu a nepravidelnosti uložení považují autoři jako nezbytné rutinní předoperační detekci *foramen mastoideum* pomocí CT při přístupech v oblasti *processus mastoideus* a v subokcipitální krajině (7).

Jinou přesnost v detekci této struktury nám poskytuje MR. Tsutsumi et al. (2017) retrospektivně vyhodnotili 96 pacientů, kteří podstoupili vyšetření konvenční MR v tenkých řezech. *V. emissaria mastoidea* byla identifikována bilaterálně u 59,3 %, unilaterálně pak ve 29,2 % případů. Místo začátku kanálu a jeho velikost byly velmi variabilní. Překvapivě je zde prezentována poměrně značná stranová asymetrie, žíla byla dominantní na pravé straně v 51,8 %, na levé pak ve 24,7 % případů (8).

Naprosto rozdílné výsledky výskytu *foramen mastoideum* přinášejí studie provedené na běžných rentgenogramech, je však nutno poznamenat, že výsledky založené na rentgenologických snímcích lebky mají nižší senzitivitu detekce těchto drobných struktur. Jak je patrné v retrospektivní studii Gudima a Levkoviche (1973) na RTG snímcích 1976 pacientů sledovaných pro kraniotrauma, *foramen mastoideum* bylo přítomné jen ve 29,6 % případů. Vnitřní ústí bylo nalezeno v 95,4 % v oblasti *sulcus sinus sigmoidei* a ve 4,6 % v *sulcus sinus transversi*. Příčný rozměr (průsvit) kanálu byl 1–5 mm a délka 10–40 mm (9).

Koesling et al. (2005) uvedli, že jsou schopni predikovat na základě tenkých CT řezů v 82 % případů přítomnost *v. emissaria mastoidea*, nicméně zdůraznili, že pouze v 6 % se jedná o významnou spojku širší než 1 mm (10).

Okudera et al. (1994) uvádí jako dominantní stranu výskytu levou. Jejich výzkum však pochází z omezeného souboru 33 lebek (11).

Pekçevik a Pekçevik (2014) publikovali retrospektivní studii 166 pacientů, jež podstoupili CT angiografii k průkazu klinicky významných emisárií v oblasti zadní lebeční jámy. Autoři uvedli, že u 22,3 % nebylo *foramen mastoideum* vůbec identifikováno, bilaterálně bylo nalezeno u 49,4 % a unilaterálně u 28,3 % pacientů. Pouze u 5 pacientů bylo identifikováno *foramen mastoideum* širší než 5 mm (12).

Podobně jako u anatomických studií i v přehledu radiologických studií existuje nevelké množství literatury zabývající se tímto tématem. Jednotlivé studie jsou shrnuty do tabulky níže (Tabulka 13).

Tabulka 13. *Přehled výsledků radiologických studií*

Autor	Rok	Soubor	Typ studie
Demirpolat et al.	2016	248	CT
Gudima a Levkovich	1972	1976	RTG
Hadeishi et al.	1995	161	CT
Koesling et al.	2004	223	CT
Marsot-Dupuch et al.	2001	6	CT, MR
Pekcevik et al.	2014	166	CT
Roser et al.	2014	100	CT
Tsutsumi et al.	2017	96	MR

Vysvětlení zkratek: *CT – výpočetní tomografie, MR – magnetická rezonance, RTG – rentgen.*

7.4 Literatura

(1) Fatterpekar GM, Doshi AH, Dugar M, Delman BN ,Naidich TP, Som PM. Role of 3D CT in the evaluation of the temporal bone. Radiographics 2006;26(Suppl 1):S117-32.

(2) Gruber A, Bavinzski G, Killer M, Richling B. Preoperative embolization of hypervascular skull base tumors. Minim Invasive Neurosurg 2000;43:62-71.

(3) Rosen CL, Ammerman JM, Sekhar LN, Bank WO. Outcome analysis of preoperative embolization in cranial base surgery. Acta Neurochir (Wien) 2002;144(11):1157-64.

(4) Charvát F. Předoperační a paliativní embolizace tumorů hlavy, krku a páteře. In: Charvát F, Markalous B, editors. Zobrazení hlavy Praha: Triton; 2006. p. 590-598.

(5) Roser F, Ebner FH, Ernemann U, Tatagiba M, Ramina K. Improved CT Imaging for Mastoid Emissary Vein Visualization Prior to Posterior Fossa Approaches. Surg Radiol Anat 2011;33(9):827-31.

(6) Ebner FH, Kleiter M, Danz S, Ernemann U, Hir B, Löwenheim H, Roser F, Tatagiba M. Topographic Changes in Petrous Bone Anatomy in the Presence of a Vestibular Schwannoma and Implications for the Retrosigmoid Transmeatal Approach. Neurosurgery 2014;10,481-486.

(7) Demirpolat G, Bulbul E, Yanik B. The prevalence and morphometric features of mastoid emissary vein on multidetector computed tomography. Folia morphologica 2016;75(4),448-453.

(8) Tsutsumi S, Ono H, Yasumoto Y. The mastoid emissary vein: an anatomic study with magnetic resonance imaging. Surgical and Radiologic Anatomy 2017;39(4),351-356.

(9) Gudim-Levkovich VV. Roentgenologic image of the canal of the cranial mastoid emissary vein. Zh Ushn Nos Gorl Bolezn 1973;33(4),61-64.

(10) Koesling S, Kunkel P, Schul T. Vascular anomalies, sutures and small canals of the temporal bone on axial CT. Eur J Radiol 2005; 54:335-343.

(11) Okudera T, Huang YP, Ohta T, Yokota A, Nakamura Y, Maehar F, Utsunomiya H, Uemura K, Fukasawa H. Development of posterior fossa dural sinuses, emissary veins and jugular bulb: morphological and radiologic study. Am J Neuroradiol 1994;15:1871-1883.

(12) Pekçevik Y, Pekçevik R. Why should we report posterior fossa emissary veins? Diagnostic and Interventional Radiology 2014;20(1),78-81.

8 Závěr

Založení a další rozvoj disekční laboratoře, stejně jako navázání spolupráce s paraklinickými obory, považujeme za důležitou součást při rozvoji a edukaci mladých neurochirurgů.

Za neocenitelné považujeme zejména možnost nácviku mikrochirurgické techniky a prohlubování anatomických a topograficko-anatomických vztahů.

Retrosigmoideální kraniotomie je standardní neurochirurgický přístup, který však klade na operatéra vysoké nároky vzhledem k lokalizaci důležitých anatomických struktur. Kvalitní zobrazovací vyšetření a precizní mikrochirurgická technika je bezpodmínečná. HRCT nám poskytuje ve srovnání se standartním CT mnoho cenných informací, které jsou pro neurochirurga užitečné při snaze se vyhnout potencionálním komplikacím.

V případě *vv. emissariae* námi vyhodnocený soubor nálezů podporuje rozmanitost a nejednotnost výsledků, které jsou dostupné v literatuře. I přes snahu najít jisté podobnosti či pravidlo v oblasti emisárií probíhajících skrz *foramen mastoideum* zůstává tato problematika nejasná. I přes dokonalou moderní zobrazovací techniku je však zásadní zevrubná anatomická znalost, intuice a pečlivá mikrochirurgická technika, která minimalizuje peroperační i pooperační komplikace nejen při prevenci poranění *vv. emissariae*.

9 Souhrn

Tato práce se zabývá komplexním pohledem na retrosigmoideální kraniotomii, která je konvenčním neurochirurgickým přístupem využívaným k dosažení patologií v oblasti *angulus ponotocerebellaris*. Umožňuje excelentní expozici lézí v oblasti mozkového kmene a některých hlavových nervů. Umožňuje taktéž kompletní resekci malých a středně velkých tumorů s cílem zachovat sluch a bezpečně odstranit velké tumory, jež komprimují mozkový kmen a přilehlé neurovaskulární struktury. Tento přístup klade na neurochirurga vysoké nároky a bývá zatížen celou řadou potencionálně hrozících komplikací. Mezi nejčastější indikace tohoto přístupu patří operační léčba schwannomu *n.* VIII a neuralgie *n.* V.

Neuralgie *n. trigeminus* je paroxyzmální obličejová bolest, jež je vymezena přesně definovanými kritériemi. Ve většině případů je příčinou neuralgie trigeminu vaskulární komprese vláken *n. trigeminus* bezprostředně po výstupu z mozkového kmene. Jedná se zpravidla o *a. cerebelli superior* (SCA) nebo její větve, méně často se na kompresi podílí *a. cerebelli inferior anterior* (AICA) v rámci megadolichovertebrobazilární anomálie či *v. petrosa*. Za zlatý standard při léčbě neuralgie *n.* V je považována mikrovaskulární dekomprese (MVD).

Jedním z cílů práce bylo retrospektivní vyhodnocení souboru 50 pacientů, 31 žen (62 %) a 19 mužů (38 %) operovaných v období 2006–2015 technikou mikrovaskulární dekomprese na Neurochirurgické klinice FNOL.

Námi zjištěná úspěšnost léčby (90 % pacientů se stupněm 1 a 2 dle hodnotící škály úspěšnosti léčby) technikou MVD přináší výsledky srovnatelné s dostupnou literaturou. Jak dále plyne z peroperačních nálezů, je neurovaskulární konflikt častěji na podkladě komprese tepnou, nejčastěji *a. cerebelli superior* (SCA).

Vv. emissariae vytvářejí spojky intrakraniálního a extrakraniálního řečiště. Z hlediska neurochirurgie je významná zejména *v. emissaria mastoidea*, jež bývá ve variabilním počtu umístěna v oblasti *sutura occipitomastoidea*, a jež se může stát zdrojem významného krvácení při operačních přístupech v oblasti *processus mastoideus*, především u retrosigmoideální kraniotomie, využívané k přístupům k patologiím lokalizovaným v mostomozečkovém koutu. Ideálním zobrazovacím vyšetřením v diagnostice těchto opomíjených struktur při plánování operačního přístupu je HRCT.

Cílem této práce bylo podat detailní informace o této problematice a vyhodnotit soubor 295 lebek pocházejících ze sbírek anatomických ústavů v České republice. Hodnoceny byly jak kvantitativní, tak kvalitativní parametry emisárií v závislosti na straně a pohlaví. Byly hodnoceny jednotlivé vzdálenosti *foramen mastoideum* k jasně definovaným strukturám (*asterion*, vrchol *processus mastoideus*, *foramen magnum*) a další anatomické struktury úzce spjaté s touto

problematikou (šířka žlábku *sinus sigmoideus*, průměr vnějšího a vnitřního ústí *v. emissaria mastoidea*). Údaje byly statisticky zpracovány a vyhodnoceny.

Nejčastěji zastoupeným typem *foramen mastoideum* je typ II dle Louise (41,2 %). Rozdíl při hodnocení pravé a levé strany nebyl statisticky významný. U mužů se vyskytoval vyšší počet otvorů na pravé straně a v kvalitativních znacích převažoval typ III a IV, zatímco u žen se častěji vyskytoval typ I a II. U mužů se vykytovaly větší vzdálenosti při hodnocení kvalitativních parametrů u definovaných anatomických struktur od *foramen mastoideum*. Rozměr vnějšího ústí činil v průměru 1,3 mm, ale některá ústí měřila až 7 mm.

Dalším cílem práce byla předoperační detekce *vv. emissaria mastoidea* pomocí HRCT a CT při plánování retrosigmoideální kraniotomie, jež je využívaná k přístupům do oblasti *angulus pontocerebellaris*.

Bylo vyhodnoceno celkem 100 nativních CT (4,5 mm silné řezy) a 100 CT v tenkých řezech – HRCT (1 mm silné řezy). Snímky byly získány z informačního systému PACS FNOL. Hodnotili a srovnávali jsme jednotlivé zastoupení *v. emissaria mastoidea* při zobrazení CT a HRCT na pravé i levé straně a zajímala nás senzitivita vyšetření v závislosti na rozměru kostěného kanálu pro žílu, tedy *foramen mastoideum*.

Při vyšetření nativním CT nebylo ani jedno emisárium zobrazeno v 71 případech na pravé a v 62 případech na levé straně. Jedno emisárium bylo zobrazeno ve 28 případech na pravé a v 36 případech na levé straně. Více než jedno pak bylo poměrně vzácné a tvořily jej významné spojky širší než 3,5 mm. HRCT poskytuje vyšší senzitivitu detekce drobných emisárií, která nebyla ve velké většině na CT patrná, v tomto případě bylo možné detekovat i poměrně vzácně zastoupená *foramina mastoidea* v počtu 3–4. Zatímco při zobrazení emisárií širších než 3 mm není rozdíl statisticky významný, u emisárií se šířkou kanálu menší než 2 mm je již rozdíl statisticky významný.

Statisticky vyhodnocený soubor našich nálezů podporuje rozmanitost a nejednotnost výsledků, které jsou v literatuře dostupné. I přes snahu najít jisté podobnosti či pravidlo v oblasti emisárních žil probíhajících skrz *foramen mastoideum* zůstává tato problematika nejasná. Při plánování operačních výkonů v této lokalitě je při identifikaci drobných anatomických struktur velmi důležité doplnění HRCT. I přes dokonalou zobrazovací techniku je však zásadní zevrubná anatomická znalost, intuice a pečlivá mikrochirurgická technika, která minimalizuje peroperační i pooperační komplikace nejen při prevenci poranění *vv. emissariae*.

10 Summary

This work deals with a comprehensive view of retrosigmoid craniotomy, which is a conventional neurosurgical approach used to access pathological structures in the area of pontocerebellar angle. It allows excellent lesion exposure in the brain stem and several cranial nerves. It also allows a complete resection of small and medium-sized tumors in order to preserve the hearing function and to safely remove large tumors that compress the brain stem and adjacent neurovascular structures. This approach puts high demands on the neurosurgeon and it tends to be burdened by a number of potentially imminent complications. The most common indications of this approach are surgical treatment of schwannoma of the vestibulocochlear nerve (VIII) and neuralgy of the trigeminal nerve (V).

Neuralgy of the trigeminal nerve is a paroxysmal facial pain that is defined by well-defined criteria. In most cases, the cause of trigeminal neuralgy is a vascular compression of trigeminal fibers immediately after leaving the brain stem. It is usually the superior cerebellar artery (SCA) or its branches, less often is the compression caused by the anterior inferior cerebellar artery (AICA) as a part of megadolichovertebrobasilar anomaly or by the petrosal vein. Microvascular decompression (MVD) is considered to be a golden standard in the treatment of trigeminal neuralgy.

One of the objectives of this work was to retrospectively evaluate a set of 50 patients, 31 women (62%) and 19 men (38%) operated during 2006–2015 by microvascular decompression technique at the Department of Neurosurgery of the Faculty Hospital in Olomouc.

Our treatment success rate (90% of patients with grade 1 and 2 based on the treatment success rate) by MVD provides results comparable to available literature. Furthermore, as a result of peroperative findings, the neurovascular conflict is more often caused by arterial compression, most commonly by the superior cerebellar artery (SCA).

Emissary veins create connections between intracranial and extracranial venous systems. Mastoid emissary vein is especially important from the neurosurgical point of view, because it is located in variable number in the area of the occipitomastoid suture and it can become a source of significant bleeding in surgical approaches through the mastoid process, especially in retrosigmoid craniotomy, which is used for approaches to pathologies localized in the cerebellopontine angle. Ideal imaging method for diagnosis of these neglected structures when planning a surgical approach is high-resolution computed tomography.

The aim of this work was to provide detailed information about this issue and evaluate a group of 295 skulls obtained from collections of anatomy departments all over the Czech Republic. Both quantitative and qualitative parameters of the mastoid foramen were evaluated depending on side of appearance and gender. Individual distances of the mastoid foramen from

clearly defined surface landmarks (asterion, the apex of the mastoid process, foramen magnum) and other anatomical structures closely related to this issue (the width of groove for the sigmoid sinus, diameters of internal and external openings of the mastoid foramen) were evaluated. All collected data were statistically processed and evaluated.

The most frequently represented type of the mastoid foramen is type II by Louis (41.2%). The differences between right and left sides were not statistically significant. In men there was a higher number of openings on the right side and in qualitative parameters the type III and IV predominated, whereas in women the types I and II were more frequent. In men, larger distances from the mastoid foramen were observed when evaluating qualitative parameters for defined surface landmarks. Mean size of the external opening diameter was 1.3 mm, however several openings measured up to 7 mm.

Next aim of this work was pre-operative detection of mastoid emissary veins using HRCT and standard CT in retrosigmoid craniotomy planning, which is used to access the cerebellopontine angle area.

A total of 100 native CT scans (4.5 mm thick slices) and 100 CT scans in thin slices – HRCT (1 mm thick slices) were evaluated. Images were obtained from the PACS Information System of the Faculty Hospital in Olomouc. We evaluated and compared individual occurence of the mastoid emissary vein in standard CT and HRCT scans on both sides, left and right, and we were interested in the sensitivity of the examination depending on the size of bone canal for the vein, i.e. mastoid foramen.

In the native CT scan, there was no emisary veins visible in 71 cases on the right and 62 cases on the left. One emisary veins was visible in 28 cases on the right and 36 cases on the left. More than one was a relatively rare case and it was formed by significant connections wider than 3.5 mm. HRCT provides a higher detection sensitivity for small emisary veins, which were mostly invisible in a standard CT scan, in this case it was also possible to detect a relatively rare case of 3–4 mastoid foramina. While the difference is not statistically significant when the emisary veins are larger than 3 mm, in emisary veins with the diameter less than 2 mm it already becomes statistically significant.

Statistical evaluation of our findings supports diversity and inconsistency of the results available in literature. In spite of trying to find some similarities or rules in the area of the emissary veins running through mastoid foramen, the issue remains unclear. When planning surgical procedures in this area, it is very important to perform HRCT scan to identify small anatomical structures. Despite perfect imaging methods, it is fundamental to use detailed anatomical knowledge, intuition and careful microsurgical technique, which minimizes perioperative and postoperative complications not only for prevention of injuries of emissary veins.

Přehled tabulek

Tabulka 1. *Přehled expanzí v mostomozečkovém koutu*

Tabulka 2. *Znázornění četnosti výskytu jednotlivých stupňů bolesti v pooperačním období*

Tabulka 3. *Typ neurovaskulárního konfliktu*

Tabulka 4. *Přehled výsledků studií*

Tabulka 5. *Kvantitativní zastoupení otvorů u mužů a žen na pravé straně*

Tabulka 6. *Kvalitativní zastoupení počtu otvorů a vnitřních ústí u mužů a žen*

Tabulka 7. *Vzdálenosti foramen mastoideum od přesně definovaných anatomických struktur a metrické určení rozměru vnějšího ústí foramen mastoideum a délky jeho kanálu*

Tabulka 8. *Metrické hodnocení vnitřního ústí foramen mastoideum a přilehlých anatomických struktur*

Tabulka 9. *Shrnutí anatomických studií*

Tabulka 10. *Nativní CT (4,5 mm silné řezy) – kvalitativní zastupení foramen mastoideum na pravé a levé straně*

Tabulka 11. *HRCT (1 mm silné řezy) – kvalitativní zastoupení foramen mastoideum na pravé a levé straně*

Tabulka 12. *Kvalitativní zastoupení jednotlivých průměrů foramen mastoideum v závislosti na HRCT (1 mm) a CT v silných řezech (4,5 mm)*

Tabulka 13. *Přehled výsledků radiologických studií*

Přehled obrázků

Obrázek 1. *Operační mikroskop Carl Zeiss NC4, odsávací systém, vysokoobrátková fréza Aesculap, fixátor spánkové kosti s preparátem*

Obrázek 2. *Prostory laboratoře*

Obrázek 3. *Vysokoobrátkové frézy Aeasulap s několika vyměnitelnými nástavci*

Obrázek 4. *Fixátor s uchyceným modelem spánkové kosti od firmy Kezlex*

Obrázek 5. *Fixátor s uchycenou spánkovou kostí při práci s frézou*

Obrázek 6. *Znázornění retrosigmoideálního přístupu*

Obrázek 7. *Schematické znázornění jednotlivých přístupů k patologiím lokalizovaným na lebeční bázi*

Obrázek 8. *Znázornění pomyslné přístupové cesty při dosažení patologie v oblasti angulus pontocerebellaris*

Obrázek 9. *MR mozku v axiální rovině s kontrastní látkou v T1 – vážených sekvencích ukazuje schwannom n. VIII vlevo s intra-extrameatální lokalizací*

Obrázek 10. *MR mozku v koronární rovině s kontrastní látkou v T1 – vážených sekvencích ukazuje schwannom n. VIII vlevo s intra-extrameatální lokalizací*

Obrázek 11. *MR mozku T1 – vážených sekvencích ukazuje schwannom n. VIII vlevo s kompresí mozkového kmene*

Obrázek 12. *Klasická neuralgie n. V – znázornění neurovaskulárního konfliktu vlevo s probíhající a. cerebelli superior*

Obrázek 13. *Znázornění intimního kontaktu cévy v. petrosa s nervem, která je adhezemi pevně fixována k periferní části n. V*

Obrázek 14. *Vyřazení neurovaskulárního konfliktu teflonovou vatou*

Obrázek 15. *Supinační poloha s hlavou upnutou ve 3bodové Mayfieldově svorce*

Obrázek 16. *Poloha „park bench“*

Obrázek 17. *Intaktní n. occipitalis major*

Obrázek 18. *Jednotlivé kroky při realizaci retrosigmoideální kraniotomie*

Obrázek 19. *Dokončení kraniotomie po odseparování tvrdé pleny*

Obrázek 20. *HRCT spánkové kosti se zobrazením v. emissaria mastoidea ústící do sinus sigmoideus vlevo*

Obrázek 21. *Schematické znázornění důležitých žilních struktur mozku*

Obrázek 22. *Zobrazení důležitých žil v oblasti fossa cranii posterior*

Obrázek 23. *Žilní splavy v těsné souvislosti s retrosigmoideální kraniotomií*

Obrázek 24. *Naznačení kožního řezu před plánovanou retrosigmoideální kraniotomií vlevo*

Obrázek 25. *HRCT mozku v kostním okně, modrá šipka označuje v. emissaria mastoidea vlevo*

Obrázek 26. *Foramen mastoideum dle Louise – typ I*

Obrázek 27. *Foramen mastoideum dle Louise – typ III*

Obrázek 28. *Přesně definované body a jejich vzdálenosti od foramen mastoideum*

Obrázek 29. *Vnitřní ústí foramen mastoideum v oblasti sinus sigmoideus*

Obrázek 30. *Vnitřní ústí s vyústěním do sinus sigmoideus vpravo*

Obrázek 31. *HRCT lebeční báze s patrným širokým emisáriem typu Y vlevo*

Obrázek 32. *Magnetická rezonance mozku v T2 vážených sekvencích ukazuje schwannom n. VIII vlevo s propagací do meatus acusticus internus*

Obrázek 33. *CT a MR mozku se znázorněním emisária*

Obrázek 34. *HRCT mozku v kostním okně se znázorněním v. emissaria mastoidea (širší než 3 mm) modrou šipkou*

Obrázek 35. *Grafické znázornění senzitivity detekce foramen mastoideum při hodnocení HRCT (1 mm) a CT (4,5 mm)*