

PŮVODNÍ PRÁCE • PŘEHLEDOVÉ STUDIE

VENA EMISSARIA MASTOIDEA A JEJÍ KLINICKÝ VÝZNAM V NEUROCHIRURGII

Mastoid emissary vein and its clinical implications in neurosurgery

Martin Hampl¹, Kateřina Kikalová²,
Matej Halaj¹, Vlastimil Novák¹,
Lumír Hrabálek¹, Miroslav Vaverka¹

¹Neurochirurgická klinika, Fakultní nemocnice Olomouc;
Lékařská fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci,
Olomouc, Česká republika

²Ústav normální anatomie, Lékařská fakulta
Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, Česká republika

Abstract

Emissary veins create connections between intracranial and extracranial venous systems. The most commonly mentioned structures include parietal emissary vein, condylar emissary vein, occipital emissary vein, and clinically probably the most significant one – mastoid emissary vein. These are anatomically overlooked structures with relatively low physiological significance in a healthy human. However, they may be of importance in intracranial hypertension, during inflammatory processes and may be a potential source of a number of complications associated with neurosurgical procedures. Awareness of the incidence, size and possible course of the mastoid emissary vein is important for the neurosurgeon, especially concerning the access to posterior cranial fossa through mastoid process.

The aim of this work was to collect published findings regarding mastoid foramen, mastoid emissary vein with regard to retromastoid surgical approach and to acquaint with the clinical significance of these venous structures. It is clear from the literature that the reported frequency of venous junctions in mastoid foramen is influenced by the chosen method of investigation, there is high variability in its size and frequency of appearance, however the incidence is so high that precise preoperative location of emissary veins is necessary before neurosurgery.

Keywords: mastoid emissary vein, mastoid foramen, mastoid canal, craniovertebral venous system, skull base surgery

Úvod

Venae (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:

- *vena* (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 páteře;
- v. *emissaria occipitalis* – nekonstantní spojka při *protuberantia occipitalis interna* mezi soutokem splavů (*conflens sinum*) a v. *occipitalis*;
- *plexus venosus canalis 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 kosti klínové do *plexus pharyngeus* skrze *canaliculus innominatus Arnoldi* ve velkém křídle kosti klínové ze *sinus cavernosus* do *plexus pterygoideus* (Čihák, 2004; Freire et al., 2013).

Za normálních okolností je krevní průtok těmito žilními spojkami, které neobsahují chlopně, pomalý a jeho směr je ve většině případů z intrakraniálního do extrakraniálního řečiště (Braun, & Tournade, 1977). V případě intrakraniální hypertenze, hypoplázie či aplázie vv. *jugulares* se však tyto žilní spojky mohou stát vysokoprůtokovými cévami a být tak případným zdrojem obtížně kontrolovatelného krvácení (Reis et al., 2007), vzduchové embolie či šířením infekce do intrakraniálního prostoru při akutních zánětech středního ucha a sklípku v *processus mastoideus*, projevující se otokem v oblasti *processus mastoideus* (Griesingerovo znamení) (Hadeishi, Yasui & Suzuki, 1995; Pekčevik & Pekčevik, 2014). Irmak, Korkmaz a Erogul (2004) připisují těmto spojkám úlohu chladicího systému, který má za úkol chránit mozkovou tkáň před termickým poškozením. Jistý význam spočívá i v ochraně před intrakraniální hypertenzí, zejména u pacientů s obstrukcí vv. *jugulares* (Reis et al., 2007).

V případě v. *emissaria mastoidea*, kterou považujeme z pohledu chirurgických přístupů do zadní jámy lebeční za nejvýznamnější, se jedná o spojku *sinus sigmoideus* a *plexus venosus suboccipitalis*, v. *auricularis posterior*, nebo v. *occipitalis* procházející skrz *foramen mastoideum*. Tento otvor je poměrně variabilně umístěný při zadním okraji *pars mastoidea ossis temporalis* nebo v *sutura occipitomastoidea*, vzácněji v *os occipitale*. Otvorem prochází společně s žilní spojkou také drobná tepna zásobující tvrdou plenu ve *fossa cerebri posterior* – *ramus meningeus arteriae occipitalis* (Murlimanju et al., 2014). Základní anatomické práce uvádějí umístění otvoru parasuturnálně ve 40–50 % případů a zmiňují, že může chybět. Rovněž počet otvorů kolísá mezi 0–4 a není pravidlem, že každý otvor obsahuje cévu (Kim, Ahn, & Fernandes, 2014; Marsot-Dupuch, Gayet-Delacroix, Elmalen-Berges, Bonneville, & Lasjaunias, 2001; Murlimanju et al., 2011).

Ve článku se věnujeme problematice *foramen mastoideum* a v. *emissaria mastoidea*, z důvodu možné kolize při neurochirurgických přístupech do oblasti zadní lebeční jámy. Tento tzv. retrosigmoideální přístup je používán, například při řešení lézí, nejčastěji nádorů v oblasti *angulus pontocerebellaris*. Situaci

na lebce vzhledem k retrosigmoideálnímu resp. retromastoideálnímu (jde o synonyma) přístupu demonstruje obrázek 1. Neurochirurg musí výskyt *emissarium mastoideum* předvídat, protože porušení žilní spojky v průběhu výkonu může být zdrojem závažného krvácení. Mírné krvácení je poměrně běžné a v rukou neurochirurga je hemostázy dosaženo koagulací zdroje či aplikací kostního vosku. Obě metody však mohou paradoxně vést k závažným komplikacím, např. migraci vosku s rizikem trombózy *sinus sigmoideus* nebo vzácně s rizikem mozečkového infarktu (Hadeishi et al., 1995). Dalším klinickým významem emisárních žil je možný přestup infekce z extrakraniálních na intrakraniální žíly a rozvoj tromboflebitidy žilních splavů, což je závažná, život ohrožující, komplikace.

Literatura věnující se této problematice, jež stojí na pomezí mezi anatomií, neurochirurgií a otorinolaryngologií, je poměrně chudá, jedná se převážně o studie anatomické, které byly realizovány zejména na preparovaných lebkách a v menším množství na kadaverech, obvykle s cílem kvantifikace kanálů od vv. *emissariae*, v posledních dvou desetiletích se objevují i práce založené na moderních zobrazovacích metodách – počítačové tomografii (CT) a magnetické rezonanci (MR), včetně kontrastních metod.

Cíl

Cílem práce bylo shromáždit publikované poznatky týkající se *foramen mastoideum*, *canalis mastoideus*, v. *emissaria mastoidea*, pokud jde o jejich charakteristiky velikosti, počtu a umístění, pohlavních rozdílů a klinického významu s ohledem na retrosigmoideální resp. retromastoideální chirurgický přístup.

Metodika

S ohledem na cíl práce byla provedena rešerše tištěných i elektronických zdrojů. K vyhledání elektronických zdrojů byly použity Portál elektronických informačních zdrojů Univerzity Palackého v Olomouci a databáze Pubmed.

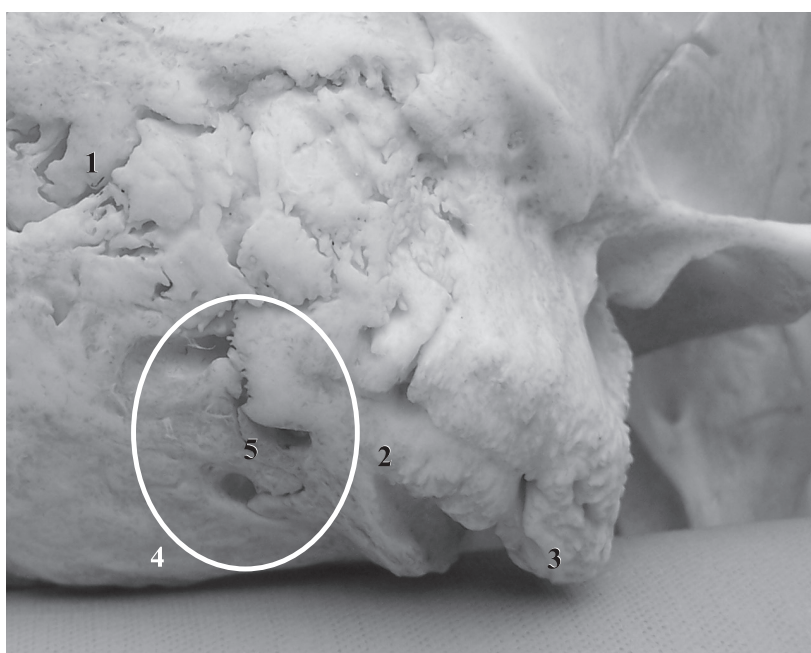
Byla použita klíčová slova vv. *emissariae*, v. *emissaria mastoidea*, *emissarium mastoideum*, *foramen mastoideum*, *mastoid foramen*, *mastoid emissary vein*, s omezením doby publikace od roku 1910.

Výsledek

V průběhu evoluce člověka došlo v průběhu vývoje vzprámeného postoj k řadě adaptací. Na základě fyziologických studií krevního oběhu člověka v různých polohách, studií vymřelých i recentních hominidů a zástupců rodu *Homo*, jsou *emissaria* považována za jednu z epigenetických adaptací na vzprámený postoj. V průběhu vertikalizace dochází v evoluci hominidů nejprve k rozšíření a zvětšení počtu žil v oblasti *foramen magnum* (*sinus occipitomarginalis*) a *canalis hypoglossus*, ale následně k akcentaci žil probíhajících ve *foramina mastoidea et parietalia* (Falk, 1986). V průběhu ontogenetického vývoje se vv. *emissariae* objevují okolo 3. měsíce nitroděložního života a dobře zřetelné bývají v 7. měsíci stáří prenatálně (Okudera et al., 1994).

Už v roce 1913 popsal McKenzie (1913) tromboflebitidu nezvykle velké v. *emissaria mastoidea* rozvinutou jako komplikaci po operaci akutního zánětu *processus mastoideus* u 8letého chlapce. V době bez možnosti použít antibiotika nebo trombolytickou léčbu bylo jedinou možností jak zachránit pacienta vyjmutí trombu ze žíly.

Velkou studii o *emissarium mastoideum* publikoval Cheatle (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 emisaria uvnitř lebky, na vnější hraně *sinus lateralis* (autor neuvádí, jakou nomenklaturu používá, ale ze souvislosti vyplývá, že *sinus lateralis* je společné označení pro *sinus transversus* a *sinus sigmoideus*), právě pod ohybem, krátký průběh v kosti směrem nahoru a dozadu a otevření (konec) na povrchu kosti těsně za horní, zadní hranou báze *processus mastoideus* v úrovni stropu kostěného zvukovodu, vstupuje do v. *occipitalis* nebo v. *auricularis posterior*, které jsou přítokem v. *jugularis externa*. Cheatle (1925) upozorňuje na skutečnost, že při sledování preparovaných lebek není možné s jistotou ověřit,



Obrázek 1. Anatomie retromastoideálního přístupu. 1 = asterion, 2 = *incisura mastoidea*, 3 = vrchol *processus mastoideus*, 4 = oblast trepanace při retromastoideálním přístupu se třemi *foramina mastoidea* (5).

co v otvoru opravdu procházelo, zda *emissarium* nebo větve *arteria occipitalis*. Autor si všímá výskytu, šířky a počtu kanálků, jeho průběhu a umístění výstupu. Konstatuje, že není neobvyklé chybění kanálku na jedné straně nebo na obou, že šířka může odpovídat šířce nitě nebo knotu svíčky nebo být širší, a to v rozmezí 1/8–3/8 inch (3,3–9,7 mm). V případě že kanál byl širší než 1/8 coulu, shledává užší *sulcus sinus lateralis* pod odstupem kanálku. Co se počtu týče vstupních a výstupních otvorů kanálků týče, popisuje Cheatle (1925) jednoduchý průběh, jednoduchý vstup a dvojitý výstup, dvojitý vstup i výstup, ev. dvojitý vstup a trojitý výstup. Začátek umísťuje nad zahnutím *sulcus sinus lateralis*, pod ním nebo ve žlábků samém, také může být vytvořený drobný žlábek podmíněný otiskem *emissaria* před tím, než vstoupí do kosti. Průběh kanálku je vždy ve hmotě kosti, a přestože *cellulae mastoideae* mohou lemovat průběh kanálu ze všech stran, nikdy nezasahují do kanálku přímo. Délku kanálku vymezuje autor od 1/8 inch do 3/4 inch. Směr průběhu z lebky popisuje dozadu a vzhůru, v menším počtu případů i dozadu dolů nebo jen přímo dolů, ne vzácně jako zatočený. Také výstup z kanálu není na lebce uložen pravidelně, může dosahovat *sutura occipitomastoidea*, dokonce až za ní, také až dole v *incisura digastrica*, nebo nad a za ní, nebo za ní, při zdvojení výstupu se variabilita ještě zvyšuje. Autor zmiňuje na studovaných lebkách velkou asymetrii při porovnání pravé a levé strany.

Jednou z prvních studií kvantitativních je práce japonského autora Inumary (1925). Statisticky hodnotí 60 preparovaných lebek s konstatováním, že *foramen mastoideus* se vždy vyskytoval, ale ne nutně na obou stranách lebky, ve většině případů byl jeden, ojediněle zdvojený. Velikost hodnotil tak, že v 57 % odpovídala makovému zrnku, ve 26 % špendlíkové hlavičce a v 17 % špičce špendlíku. Tvar definuje jako okrouhlý nebo oválný otvor ležící v 58 % v *os temporale*, v 37 % přímo v *sutura occipitomastoidea* a v 5 % v *os occipitale*. Zajímavě uvádí lokalizaci – v průměru byl *foramen mastoideum* uložen 3,2 cm (šířka 2 prstů) za *porus acusticus externus* na prodloužení linie spojující střed *orbita* a *porus akusticus externus* nebo v blízkosti této čáry.

Boyd (1930) ve své absolventské práci na Edinburské univerzitě shrnul pozorování 1500 preparovaných lebek z anatomického muzea, pitevniho materiálu dospělých jedinců a lebek plodů s použitím nástřiku modré želatiny, 124 lebek antropoidních opic a 160 lebek ostatních savců. Hlavní důraz v této práci byl kladen na zastoupení jednotlivých žilních spojek a na jejich metrickém hodnocení. Pro měření průměru a délky používal dráty o kalibrovaném průměru 1; 1,5; 2; 2,5; 3 a 4 mm, menší kanálky byly určeny jako 0,5 mm. Používal dráty ohebné, ale přesto nebylo možné vždy určit přesně průběh a délku kanálu vzhledem k jeho zakřivení a nepravidelnosti průměru lumen. Boyd (1930) shledává kanál vedoucí od *foramen mastoideum* nepravidelně dlouhý, hodně zakřivený, v blízkém vztahu k zadní *v. diploica temporalis*, tak že je nemožné projít sondou a vzniká pochybnost, zda kanálem probíhalo kompletní *emissarium* nebo ne. V některých případech byl otvor pouhá dírka nebo slepý kanál, s chybějícím výstupem ve *fossa cranii posterior*. Boyd (1930) statisticky charakterizoval výskyt kanálu na obou stranách ve 34,4 % chybějící na obou stranách ve 31,9 % a přítomný jen na jedné straně podobně v 16,1 % na pravé a 17,6 na levé straně. V 10,3 % lebek byly otvory vícečetné na jedné nebo druhé straně, četnější na pravé straně v poměru 76/56. Průměr otvoru byl okolo 1 mm. V 10 % případů přes 2 mm a vzácně 4–5 mm. Pravidelně byl pravý otvor větší než levý a častěji také vícenásobný. Vzhledem k době vzniku studie se Boyd (1930) zabývá i porovnáním s ohledem na původ lebek a nachází *foramen mastoideum* menší a méně častěji přítomný (u 57 % lebek) u lebek australského původu.

Již novější je práce Louise et al. (2009). Autoři prezentují své pozorování na 100 kadaverech a 100 preparovaných lebkách. Uvádějí výskyt *foramen mastoideum* v 98 % na straně pravé a v 72 % na straně levé. Používají klasifikaci pro *foramen mastoideum* „I–V“, podle počtu otvorů na jedné sledované straně lebky. Typ I znamená jeden otvor, II – dva otvory, III – tři otvory, IV – čtyři otvory a V – chybějící otvor. Při hodnocení četnosti jednotlivých typů byly výsledky následující. Pravá strana: typ I – 55 %, typ II – 13 %, typ III – 21 %, typ IV – 8 %, a typ V – 2 %. Levá strana: typ I – 46 %, typ II – 7 %, typ III – 14 %, typ IV – 5 %, typ V – 28 %. Průměrná délka v *emissaria mastoidea* byla od začátku do ústí 7,2 cm (v rozpětí 3,8–11,8 cm. Střední průměr v *emissaria mastoidea* při *foramen mastoideum* byl 3,5 mm (1,1–5,6 mm). Autoři v této práci použili spojnice vrcholu *processus mastoideus* a *asterionu*, k určení polohy *foramen mastoideum*. 65 % otvorů bylo uloženo za touto linií, 15 % na spojnici, a 20 % před linií. Průměrná vzdálenost otvoru byla 19,9 mm od *asterionu* a 35,4 mm od vrcholu *processus mastoideus*. Zabývali se také vztahem morfologie *foramen mastoideum* k věku a pohlaví a nenalezli žádné statisticky významné rozdíly.

V morfologické studii autorů Kim et al. (2014) vedené na 106 preparovaných lebkách (80 celých a 26 dělených částí lebky pravých nebo levých), autoři na začátku definují, kdy na suché lebce považovali výskyt v *emissaria mastoidea* za pozitivní. V případě že našli jak zevní ústí, tak odpovídající vnitřní ústí *canalis mastoideus* i v případě, že vzhledem k vinutému průběhu kanálu nebylo možné sondovat celý jeho průběh. Z 80 lebek našli u 83,4 % minimálně jeden *foramen mastoideum*, oboustranně byl přítomný u 62,5 %, pouze na pravé straně v 13,8 %, a na levé straně v 7,5 %, oboustranně chybějící otvor mělo 16,6 % lebek. Průměr otvoru určili 1,64 mm; na pravé straně 1,47 mm, na levé straně 1,73 mm, střední vzdálenost od vrcholu *processus mastoideus* byla 28 mm. Největší otvor měl průměr 7 mm. Pro neurochirurga může být důležitý údaj, že 15 % otvorů celkem mělo průměr větší než 2,5 mm a 4,3 % více než 4 mm.

Příkladem morfologické studie na kadaverech je práce Reise et al. (2007), ve které autoři demonstrují výsledky preparace žilních pletení v zadní krční krajině na 15 kadaverech po nástřiku barveným silikonem. Suboccipitální žilní pleteň, která vytváří komplex žilní sítě mezi vrstvami šijových svalů, odvádí krev do *v. vertebralis* a *v. cervicalis profunda*. V *emissaria mastoidea* spojuje tuto pleteň se *sinus sigmoideus*. Autoři určili střední průměr *foramen mastoideum* 2,15 mm, průměrnou vzdálenost od *asterionu* 21,14 mm, od vrcholu *processus mastoideus* 33,65, průměrnou délku kanálku uvnitř *processus mastoideus* 11,77 mm a přítomnost v *emissaria* v 89 % případů (16 stran z 18). V 61 % (11 stran z 18) byly přítomny drobnější vv. *emissariae* a jejich otvory byly nalezeny na zadní hranici *processus mastoideus*. Avšak rozměr emisarií byl značně variabilní.

Na základě zjištěných dat navrhuje Reis et al. (2007) ideální linii řezu při retromastoideální kraniotomii. Měla by být vedena 4–5 cm mediálně od *processus mastoideus*, jako prevence poranění cévních struktur v oblasti.

Posuzování výskytu *foramen* a *canalis mastoideus* na běžných rentgenogramech pravděpodobně vzhledem k malé rozlišovací schopnosti metody poskytuje odlišné výsledky než morfologické studie nebo zobrazovací metody s využitím CT či MR. Výplývá to z výsledků studie Gudim-Levkovic (1972). V retrospektivní studii realizované na rentgenových (RTG) snímcích 1976 pacientů sledovaných pro zranění hlavy, ve věku 1 měsíc až 75 roků autor referuje výskyt *canalis mastoideus* pouze ve 29,6 %, Vstup do kanálu uvnitř lebky byl v 95,4 % v oblasti *sinus sigmoideus* a 4,6 % v *sinus transversus*. Popisují též šířku v rozmezí 1–5 mm, a délku od 10 do 40 mm.

Pekcevik, Sahin a Pekcevik (2014) hodnotili výskyt a průměr *canalis mastoideus* u 166 pacientů (76 žen a 90 mužů) retrospektivně pomocí CT angiografie. Určili oboustranný výskyt v *emissaria mastoidea* u 49,4 %, jednostranný u 28,3 % a chybějící u 22,3 % pacientů. Přičemž jednostranný výskyt na pravé straně v 10,8 % a na levé straně v 17,5 %. Jen u 3,6 % jedinců zjistili více než jednu žilní spojku a jen ve 3 % byla žilní spojka větší než 5 mm.

Přesnější údaje týkající se charakteristik v *emissaria mastoidea* poskytuje multidetektorová CT. Demirpolat, Bulbul a Yanik (2016) referují retrospektivní studii snímků multidetektorové CT u 248 pacientů, celkem tedy 496 snímků pravé a levé strany, s cílem vyhodnotit prevalenci a morfometrii v *emissaria mastoidea* s ohledem na chirurgické přístupy. Uvádějí celkovou prevalenci *canalis mastoideus* 92,3 % (u žen 91,5 % a u mužů 93,3 %). Kanál byl přítomen na pravé straně v 84,7 % a na levé straně v 82,3 %. Kanál se tedy vyskytoval alespoň na jedné straně u 92,3 % jedinců, bilaterálně u 74,6 %, a unilaterálně u 17,7 %, u 7,7 % pacientů chyběl. Střední průměr *foramen mastoideum* byl 1,92 mm vpravo a 1,84 mm vlevo. Na obou stranách byl výskyt otvorů v rozmezí žádný až tři. Průměrná šířka kanálu byla signifikantně větší u mužů. Nebyla však zjištěna žádná významná korelace mezi věkem a průměrem *canalis mastoideus*. Vzhledem k frekvenci výskytu a nepravidelnosti v uložení považují autoři předoperační detekci v *emissaria mastoidea* za nezbytnou tak, aby se neurochirurg mohl vyhnout nebezpečným komplikacím během přístupu v subokcipitální a mastoideální oblasti. Multidetektorová CT je spolehlivým diagnostickým nástrojem pro vyobrazení *foramen* i *canalis mastoideus*.

MR využili pro mapování výskytu a průběhu v *emissaria mastoidea* Tsutsumi, Ono a Yasumoto (2017). Jejich retrospektivní studie zahrnuje 96 pacientů. Kontrastní snímky tenkých řezů byly pořízeny pomocí konvenční sekvence. V *emissaria mastoidea* byla identifikována bilaterálně u 59,3 % unilaterálně u 29,2 %. I v této studii autoři shledávají místo začátku kanálu, jeho velikost a průběh kostí velmi variabilní. Nejčastější začátek byl z různé výšky zadní stěny *sinus sigmoides*, nejčastěji z dolní třetiny. Intraoseální průběhy byly klasifikovány jako přímé, zakřivené a klikaté, s nejčastějším výskytem přímého typu (60 %), dále zakřiveného (30 %) a vinutého (10 %). Stranová asymetrie byla vyjádřena tak, že v *emissaria mastoidea* byly dominantní v šířce na pravé straně v 51,8 % případů a na levé straně v 24,7 %, a u 23,5 % případů měli pacienti přibližně stejnou šířku na obou stranách. Jen 2 pacienti měli dvě v *emissaria mastoidea* na stejné straně, jeden oboustranně jeden nesymetricky. Navíc na osmi snímcích (5,6 %) byla nalezena komunikace kanálu v *diploica* s v *emissaria mastoidea*.

Na důležitost výběru zobrazovací techniky pro předoperační určení v *emissaria mastoidea*, poukazují Roser, Ebner, Ernemann, Tatagiba a Ramina (2016). Ve své práci hodnotí výsledky CT vyšetření provedeného u 100 pacientů, 50 žen a 50 mužů, ve věku 20–76 roků, před operací vestibulárního schwannomu. Poukazuje na rozdílné výsledky mezi standardním CT a technikou tenkých řezů. Při použití standardního CT byl zjištěn výskyt v *emissaria mastoidea* na pravé respektive levé straně následovně: žádná 70/55, jedna 26/39, dvě 2/4, z 98 pacientů. Při použití tenkých řezů obdobně: žádný výskyt 24/5, jedna 32/43, dvě 35/32, tři 9/14 a čtyři 3/3. Toto pozorování jasně dokazuje dominanci a důležitost předoperačního zobrazení pomocí CT tenkých řezů, které jsou pro detekci těchto struktur zcela stěžejní.

Kvantitativní význam v *emissaria mastoidea* při žilní drenáži lebeční dutiny kvantifikují Wysocki, Reymond, Skarżyński a Wróbel (2006), když analyzují poměr plochy *foramen mastoideum* ze součtu ploch všech otvorů s žilní drenáží

(*foramen jugulare, condylaris, hypoglossi, spinosus, mastoideum*). Tento poměr určený na 100 lebkách je 3,18 %.

Mimo data zabývající se kvantitativním hodnocením *foramen mastoideum, canalis mastoideus* a v *emissaria mastoidea* jsou publikovány i anatomické odchylky v uspořádání poměrů v zadní jámě lebeční nebo klinické kazuistiky mající vztah ke studované oblasti. Nejčastěji jde o rozšíření *canalis mastoideus*, resp. v *emissaria mastoidea* při zúžení *foramen jugulare*. Cheatle (1925) zmiňuje z velkého souboru 1500 lebek dvě s mimořádnou velikostí *foramen mastoideum* dosahující téměř 0,5 inch (tedy téměř 1,25 cm). U jedné z nich (lebka francouzská) chyběla na obou stranách dolní část *sulcus sinus lateralis* a jeho proximální část končila ve velkém *canalis mastoideum, foramina jugularia* byla malá a *fossa jugularis* chyběla na obou stranách. Na lebce nebyly další abnormality. Na druhé (lebka anglická) levostranný *sulcus sinus transversus* běžel pravidelně k *foramen jugulare*, ale asi 1/2 inch od *foramen jugulare* se zatáčel zevně a dozadu a lebku opouštěl při *sutura occipito-mastoidea* otvorem téměř 1/2 inch. Průměr *foramen jugulare* byl malý a *fossa jugularis* chyběla. Na pravé straně byl *sulcus sinus lateralis* menší a pokračoval do *foramen jugulare*, začátek kanálu měl průměr 1/8 inch a vyústil dvěma otvory nad sebou, přičemž *sulcus sinus lateralis* byl od odstupu kanálu užší. *Fossa jugularis* byla přítomna. I tato lebka nevykazovala žádná další abnormality.

Rovněž autor Boyd (1930) popisuje u jedné mužské lebky skotského původu výrazně velký *foramen mastoideum* se dvěma zevními ústími oběma v blízkosti *sutura occipitomastoidea*, jedno s průměrem 5 mm a druhé 2 mm. Vnitřní ústí měřilo 13 mm × 4 mm a bylo těsně před suturou. U tohoto velkého ústí končil *sinus transversus* a levý *foramen jugulare* byl malý a přijímal jen *sulcus petrosus inferior*, jasně větší než obvykle. Také v tomto případě *fossa jugularis* chyběla.

Lee, Kim, Sung a Nam (2013) popsali extrémně vzácný případ jednostranného objektivního tinitu (sluchové vjemy, které nemají zvukový zdroj v zevním okolí) způsobený abnormálně širokou v *emissaria mastoidea*. Pacientka ve věku 44 roků se dostavila k vyšetření pro půl roku trvající obtíže, kdy slyšela vysoce laděný zvuk synchronní se srdečním rytmem, zhoršující se při fyzické námaze, vyčerpání nebo emocionální zátěži. Tento zvuk vnímala přibližně polovinu dne. Při manuální kompresi oblasti za levým uchem uváděla ústup příznaků. Jiné ušní příznaky negovala. CT vyšetření odhalilo na levé straně v *emissaria mastoidea* probíhající přes *processus mastoideus* do měkkých tkání, o vnitřním průměru 4,5 mm, na pravé straně měla žíla jen 1,5 mm.

Kiritisi et al. (2011) referují případ 53leté ženy, které byla MR zjištěna jednostranná hypoplasie *sinus transversus* a chybění *sinus sigmoides* a v *jugularis interna*. Kompenzačně byly rozšířeny v *emissaria mastoidea* et *condylaris*.

Podobně Bulbul, Yanik, Demirpolat a Koksall (2015) v case report (kontrastní CT) informují o 35leté ženě s levostrannou v *emissaria mastoidea* o průměru 5,6 mm ústící do v *auricularis posterior*, která pokračovala do v *jugularis externa* ústící přímo do v *subclavia*. Levá v *jugularis interna* byla velmi tenká, ale detekovatelná včetně doplerova ultrazvuku. Zatímco pravý *sinus transversus* chyběl úplně, pravý *sinus sigmoides* a *bulbus vene jugularis internae* byly hypoplastické. Tyto kazuistiky demonstrují větší anatomickou variabilitu žilního systému ve srovnání s tepenným.

Klinicky závažnou kazuistiku uvádějí Hoshi, Yoshida, Ogawa a Kawase (2000), zmiňují případ dvou pacientů, u kterých se vyskytla závažná komplikace v podobě mozečkové ischémie, z nichž jedna vedla ke smrti pacienta. Této raritní komplikaci předcházela peroperační koagulace v *emissaria mastoidea*. Na základě tohoto sdělení je zřejmý význam šetření žilních spoje během operace. Další neméně závažnou

komplikací je vzduchová embolie (El Kettani et al., 2002), 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. Jako nejčastější zdroje vzduchové embolie se uvádějí tumory a kostěné sklípky v oblasti *processus mastoideus* při jejich otevření během chirurgického přístupu (Standefor, Bay, & Trusso, 1984). Mezi další potenciální komplikace patří migrace kostního vosku, který je využíván ke kontrole krvácení během operace Hadeishi et al. (1995).

Závěr

Žilní spojky extrakraniálního a intrakraniálního žilního řečiště mají za normálních podmínek malý fyziologický význam, na významu nabývají při nitrolební hypertenzi a jejich výskyt je nutný zohlednit při neurochirurgických přístupech. Znalost vv. *emissariae mastoideae* je nezbytná při kraniotomii v oblasti *processus mastoideus*.

Studie zabývající se problematikou vv. *emissariae* využívají studium preparovaných lebek, preparace kadaverů s různými technikami nástřiku, studium zvířecích lebek, RTG, CT, MR. Na preparovaných lebkách je možno usuzovat na přítomnost vv. *emissaria mastoidea* jen nepřímo podle výskytu *foramen mastoideum* a kanálu vedoucího z něj do zadní jámy lebeční. Kanál může být různě dlouhý a přímý nebo vinutý, může končit slepě (v kanálku v. *diploica*), být zdvojený, ztrojený, ve tvaru písmene Y, kdy dvě ústí jsou vně lebky a jedno uvnitř. Celý kanál může chybět, dokonce oboustranně. Přestože termín *canalis mastoideus* není uveden v nomenklatuře, používáme jej pro názornost výkladu. Preparační studie, které jsou náročnější na čas i materiál, zjistí skutečný výskyt vv. *emissariae*, obvykle zahrnují menší vzorek. Různí autoři odlišně označují začátek a konec kanálu, uvnitř nebo vně lebky, proto je vhodné tento fakt vždy objasnit v úvodu.

Jedinou a nezbytnou možností k přesnému určení anatomických zobrazení pomocí CT v tenkých řezech, nejlépe v kostním okně, které nám umožní lépe vidět poměry pro neurochirurgický přístup.

Souhrn

Venae emissariae vytváří spojky mezi intrakraniálním a extrakraniálním žilním řečištěm. Mezi nejčastěji uváděné struktury patří *vena emissaria parietalis*, *vena emissaria condylaris*, *vena emissaria occipitalis*, a patrně nejvýznamnější z klinického pohledu – *vena emissaria mastoidea*. Jedná o anatomicky přehlížené struktury s poměrně malým fyziologickým významem u zdravého člověka. Na významu však mohou nabývat při intrakraniální hypertenzi, při zánětlivých procesech a mohou být potenciálním zdrojem řady komplikací v souvislosti s neurochirurgickými výkony. Povědomí o výskytu, velikosti a možném průběhu *vena emissaria mastoidea* je důležitá pro neurochirurga zejména při přístupech do zadní jámy lebeční v oblasti *processus mastoideus*.

Cílem práce bylo shromáždit publikované poznatky týkající se *foramen mastoideum*, *vena emissaria mastoidea* s ohledem na retromastoideální chirurgický přístup a seznámit s klinickým významem těchto žilních struktur. Z literárního přehledu vyplývá, že uváděná frekvence výskytu žilní spojky ve *foramen mastoideum* je ovlivněna způsobem použití metody zkoumání, v jeho velikosti i četnosti je velká variabilita, ale výskyt je tak velký, že přesné předoperační určení *emissariae* je před neurochirurgickým výkonem nutné.

Klíčová slova: *vena emissaria mastoidea*, *foramen mastoideum*, *canalis mastoideus*, kraniovertebrální venózní systém, chirurgie báze lebeční

Literatura

- Boyd, G. I. (1930). The emissary foramina of the cranium in man and the anthropoids. *Journal of Anatomy*, 65(1), 108–121.
- Braun, J. P., & Tournade, A. (1977). Venous drainage in the craniocervical region. *Neuroradiology*, 13(3), 155–158.
- Bulbul, E., Yanik, B., Demirpolat, G., & Koksall, V. (2015). Extraordinary cerebral venous drainage pathway with mastoid emissary and posterior external jugular veins detected by contrast-enhanced neck computed tomography. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 37(10), 1191–1194.
- Čihák, R. (2004). *Anatomie 3*. 2. vyd. Praha: Grada Publishing.
- Demirpolat, G., Bulbul, E., & Yanik, B. (2016). The prevalence and morphometric features of mastoid emissary vein on multidetector computed tomography. *Folia morphologica*, 75(4), 448–453.
- El Kettani, C., Badaoui, R., Fikri, M., Jeanjean, P., Montpellier, D., & Tchoussouff, J. (2002). Pulmonary oedema after venous air embolism during craniotomy. *European Journal of Anaesthesiology*, 19(11), 846–848.
- Falk, D. (1986). Evolution of cranial blood drainage in hominids: enlarged occipital/marginal sinuses and emissary foramina. *American Journal of Physical Anthropology*, 70(3), 311–324.
- Freire, A. R., Rossi, A. C., de Oliveira, V. C. S., Prado, F. B., Caria, P. H. F., & Botacin, P. R. (2013). Emissary Foramina of the Human Skull: Anatomical Characteristics and its Relations with Clinical Neurosurgery. *International Journal of Morphology*, 31(1), 287–292.
- Gudim-Levkovich, V. V. (1972). Roentgenologic image of the canal of the cranial mastoid emissary vein. *Zhurnal ushnykh, nosovykh i gorlovykh boleznei = The journal of otology, rhinology, and laryngology [sic]*, 33(4), 61–64.
- Hadeishi, H., Yasui, N., & Suzuki, A. (1995). Mastoid canal and migrated bone wax in the sigmoid sinus: technical report. *Neurosurgery*, 36(6), 1220–1224.
- Hoshi, M., Yoshida, K., Ogawa, K., & Kawase, T. (2000). Hypoglossal neurinoma. *Neurologia medico-chirurgica*, 40(9), 489–493.
- Cheatle, A. (1925). The mastoid emissary vein and its surgical importance. *Proceedings of the Royal Society of Medicine*, 18(Otol_Sect), 29–34.
- Inumaru, H. (1925). Über das Foramen mastoideum. *Folia Anatomica Japonica*, 3(4–5), 229–238.
- Irmak, M. K., Korkmaz, A., & Erogul, O. (2004). Selective brain cooling seems to be a mechanism leading to human craniofacial diversity observed in different geographical regions. *Medical hypotheses*, 63(6), 974–979.
- Kim, L. K., Ahn, C. S., & Fernandes, A. E. (2014). Mastoid emissary vein: anatomy and clinical relevance in plastic & reconstructive surgery. *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery*, 67(6), 775–780.
- Kiritisi, O., Noussios, G., Tsitas, K., Chouridis, P., Lappas, D., & Natsis, K. (2011). Anatomical variants of the emissary veins: unilateral aplasia of both the sigmoid sinus and the internal jugular vein and development of the petrosquamosal sinus. A rare case report. *Folia morphologica*, 70(4), 305–308.
- Lee, S. H., Kim, S. S., Sung, K. Y., & Nam, E. C. (2013). Pulsatile tinnitus caused by a dilated mastoid emissary vein. *Journal of Korean medical science*, 28(4), 628–630.
- Louis, R. G., Loukas, M., Wartmann, C. T., Tubbs, R. S., Apaydin, N., Gupta, A. A., ... & Ysique, J. R. (2009). Clinical anatomy of the mastoid and occipital emissary veins in a large series. *Surgical and radiologic anatomy*, 31(2), 139–44.

- Marsot-Dupuch, K., Gayet-Delacroix, M., Elmaleh-Berges, M. E., Bonneville, F., & Lasjaunias, P. (2001). The petrosquamosal sinus: CT and MR findings of a rare emissary vein. *American Journal of Neuroradiology*, 22(6), 1186–1193.
- McKenzie, D. (1913). Thrombo-phlebitis of the Mastoid Emissary Vein. *Proceedings of the Royal Society of Medicine*, 6(Otol Sect), 95.
- Murli manju, B. V., Chettiar, G. K., Prameela, M. D., Tonse, M., Kumar, N., Saralaya, V. V., & Prabhu, L. V. (2014). Mastoid emissary foramina: an anatomical morphological study with discussion on their evolutionary and clinical implications. *Anatomy & cell biology*, 47(3), 202–206.
- Murli manju, B. V., Prabhu, L. V., Pai, M. M., Jaffar, M., Saralaya, V. V., & Tonse, M. (2011). Occipital emissary foramina in human skulls: an anatomical investigation with reference to surgical anatomy of emissary veins. *Turkish neurosurgery*, 21(1), 36–38.
- Okudera, T., Huang, Y. P., Ohta, T., Yokota, A., Nakamura, Y., Maehara, F., ... & Fukasawa, H. (1994). Development of posterior fossa dural sinuses, emissary veins, and jugular bulb: morphological and radiologic study. *American journal of neuroradiology*, 15(10), 1871–1883.
- Pekcevik, Y., Sahin, H., & Pekcevik, R. (2014). Prevalence of clinically important posterior fossa emissary veins on CT angiography. *Journal of neurosciences in rural practice*, 5(2), 135–138.
- Pekcevik, Y., & Pekcevik, R. (2014). Why should we report posterior fossa emissary veins? *Diagnostic and Interventional Radiology*, 20(1), 78–81.
- Reis, C. V., Deshmukh, V., Zabramski, J. M., Crusius, M., Desmukh, P., Spetzler, R. F., & Preul, M. C. (2007). Anatomy of the mastoid emissary vein and venous system of the posterior neck region: neurosurgical implications. *Neurosurgery*, 61(5), 193–201.
- Roser, F., Ebner, F. H., Ernemann, U., Tatagiba, M., & Ramina, K. (2016). Improved CT Imaging for Mastoid Emissary Vein Visualization Prior to Posterior Fossa Approaches. *Journal of Neurological Surgery Part A: Central European Neurosurgery*, 77(06), 511–514.
- Standefor, M., Bay, J. W., & Trusso, R. (1984). The sitting position in neurosurgery: a retrospective analysis of 488 cases. *Neurosurgery*, 14(6), 649–658.
- Tsutsumi, S., Ono, H., & Yasumoto, Y. (2017). The mastoid emissary vein: an anatomic study with magnetic resonance imaging. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 39(4), 351–356.
- Wysocki, J., Reymond, J., Skarżyński, H., & Wróbel, B. (2006). The size of selected human skull foramina in relation to skull capacity. *Folia Morphologica*, 65(4), 301–308.